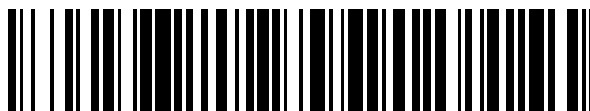


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 841**

51 Int. Cl.:

A61M 16/12 (2006.01)

B01F 3/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.02.2011** **E 11154899 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.11.2017** **EP 2489392**

54 Título: **Mezclador de gases y método para mezclar al menos dos gases diferentes**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.03.2018

73 Titular/es:

LINDE AG (100.0%)
Klosterhofstrasse 1
80331 München, DE

72 Inventor/es:

WEISZL, GUNTHER

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 657 841 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

Mezclador de gases y método para mezclar al menos dos gases diferentes

Campo técnico

- 5 La presente invención pertenece a un mezclador de gases para mezclar al menos dos gases diferentes, a un método para mezclar al menos dos gases diferentes y a un dispositivo médico.

Antecedentes de la invención

La administración de combinaciones o mezclas de diferentes gases a pacientes es bien conocida como un tratamiento para diversas afecciones médicas.

- 10 Por ejemplo, las enfermedades pulmonares obstructivas pueden tratarse administrando al paciente respectivo una mezcla de helio (He) y oxígeno (O₂). Este tipo de tratamiento permite que el gas se mueva más rápidamente a través de las vías respiratorias que están estrechadas por un ataque de asma.

Se pueden lograr efectos anestésicos y analgésicos administrando mezclas de óxido nitroso (N₂O) y oxígeno (O₂). Esta mezcla se puede administrar, por ejemplo, durante el parto o en el dentista como alivio del dolor.

- 15 Cuando se tratan pacientes, mantener la relación de mezcla prescrita de los diferentes gases es crucial para el éxito del tratamiento. La precisión de dosificación requerida puede variar desde 1% V/V hasta 10% V/V, dependiendo de la eficacia clínica de la mezcla en el punto de referencia de concentración prescrito.

- 20 Cuando se trata del contenido de oxígeno de la mezcla, incluso podría ser perjudicial para el paciente que el contenido de oxígeno caiga por debajo del contenido prescrito de oxígeno o aumente por encima del contenido prescrito de oxígeno, dependiendo del efecto clínico de la prescripción. En particular, mantener la mezcla correcta de oxígeno y el gas o los gases de mezcla respectivos es crucial y se desea mantener la relación de mezcla de los gases en un intervalo de $\pm 5\%$ V/V, $\pm 3\%$ V/V, $\pm 2\%$ V/V, más preferiblemente en un intervalo de $\pm 1\%$ V/V - dependiendo del efecto clínico de la relación de mezcla. Esta precisión debe mantenerse independientemente del flujo de gas real que exija el paciente.

- 25 La gama de pacientes a tratar con esta terapia específica puede ser muy amplia. Puede variar desde un bebé de respiración no profunda hasta un adulto que respira profundo. Los caudales máximos medios, por lo tanto, varían en un amplio intervalo de entre 10 l/min hasta 350 l/min, dependiendo del tamaño y el estado del paciente respectivo. Sobre la base de esta demanda de gas de un paciente, se requiere un dispositivo que suministra la mezcla de gases a un paciente para que proporcione una mezcla de gases precisa en un intervalo de flujo de entre 0 y 10 l/min hasta aproximadamente 0 a 350 l/min - dependiendo del tamaño y estado patológico del paciente actualmente conectado al dispositivo. Sin embargo, la precisión de dosificación de la concentración del gas que se suministra al paciente debe mantenerse a lo largo de todo el intervalo de caudales. Puede apreciarse que es un desafío proporcionar un dispositivo que permita una alta precisión de mezcla a lo largo de un intervalo tan amplio de flujos de gas diferentes y dinámicos. En particular, los componentes para controlar un flujo de gas son típicamente inexactos a flujos de gas más bajos, porque es difícil diseñar válvulas que sean precisas a bajos caudales. Además, los detectores de flujo en un circuito de control de flujo cerrado suelen ser inexactos a flujos más bajos. La expresión "flujo inferior" en este contexto pretende referirse a un flujo que es más bajo que el flujo en el punto de ajuste establecido del dispositivo respectivo.

- 40 La precisión de la dosificación depende de diferentes parámetros en un sistema. Las transiciones de flujos laminares a turbulentos en el sistema afectan en gran medida la capacidad de control del sistema, porque los flujos laminares pueden predecirse y controlarse fácilmente, mientras que los flujos turbulentos tienden a tener un comportamiento algo caótico. Los intervalos de funcionamiento de las válvulas están típicamente restringidos, de modo que los flujos sólo pueden ajustarse en un intervalo limitado. Los detectores de flujo han proporcionado precisiones en bandas determinadas sólo de modo que los flujos se pueden medir de manera fiable sólo dentro de esta banda. Por consiguiente, las capacidades de flujo de los sistemas de dosificación están restringidas a determinados valores, basados, entre otros, en las restricciones de los sistemas como se mencionó anteriormente. En particular, dispositivos que están diseñados para ser precisos a flujos más bajos tienden a ser imprecisos a flujos más altos, ya que el flujo de gas típicamente se vuelve turbulento y otros parámetros del sistema no permiten un control preciso del flujo. Tan pronto como el flujo de gas se vuelve turbulento en un sistema debido a la alta demanda, la precisión de mezcla no se puede mantener. Por otro lado, cuando se hace funcionar un sistema de flujo alto a un caudal muy bajo, no se puede lograr la precisión deseada, porque el detector de flujo puede funcionar fuera de su intervalo de funcionamiento preferido. Por consiguiente, es habitual proporcionar dos mezcladores de gas diferentes, uno para pacientes pequeños y otro para pacientes medianos y grandes con el fin de alojar los diferentes flujos de gas y la alta precisión necesaria para aplicaciones médicas.

También es habitual compensar las imprecisiones a flujos más bajos desperdiciando los flujos de gas en la atmósfera para mantener un cierto flujo mínimo de gas. Como se apreciará, esto es contraproducente en términos de uso eficiente de gas y/o en términos de evitar la contaminación de la atmósfera con determinados gases.

Los sistemas de mezcla convencionales son sistemas de flujo constante en los que el flujo de dos gases se mezcla a un caudal constante. El caudal se establece en función de la demanda del paciente. El gas mezclado se suministra típicamente a una bolsa de respiración desde la cual el paciente toma el gas mezclado a la presión ambiental a través de una máscara. En sistemas menos sofisticados, el flujo de gas constante simplemente se suministra a la máscara en donde se administra al paciente mientras se inhala y se desperdicia por completo durante la exhalación. En este tipo de sistemas de mezcla, la precisión de la relación de mezclado se logra manteniendo un caudal de gas constante en el que el comportamiento de las respectivas válvulas y conductos de gas es controlable y los flujos de gas son laminares. Con el fin de mantener la relación de mezclado correcta, el flujo de gas es sustancialmente constante para todas las aplicaciones. Por consiguiente, estos sistemas no son muy eficaces en términos de uso de gas.

El documento WO 2007/064986 A2 describe un mezclador de gases con una salida auxiliar de gas mezclado. El proceso de mezclado se lleva a cabo a través de dos válvulas solenoides proporcionales de gas que se controlan en respuesta a una señal de control de mezcla.

El documento US 4.072.148 se refiere a una válvula de mezcla multi-etapa para un respirador médico.

Sumario de la divulgación

Es un objeto de la presente invención proporcionar un mezclador de gases y un método para mezclar gases con mayor eficacia a lo largo de un amplio intervalo de flujos de gases.

El mezclador de gases de acuerdo con la presente invención está destinado a mezclar al menos dos gases, en donde el mezclador de gases comprende una primera válvula de control de gas para suministrar un primer gas, una segunda válvula de control de gas para suministrar un segundo gas, un recipiente a presión en comunicación de fluido con la primera y segunda válvulas de control de gas para recibir y almacenar el primer y segundo gases por encima de la presión atmosférica, y una válvula de control de gas de salida en comunicación de fluido con una salida del recipiente a presión para suministrar el gas mezclado desde el recipiente a presión.

Mediante la provisión del recipiente a presión en comunicación de fluido con las válvulas de control de gas primera y segunda, se hace posible proporcionar un mezclador de gases que suministre un gas mezclado a lo largo de una amplia gama de flujos de gas con una alta precisión de mezcla y uso de gas eficiente. En particular, a medida que los dos gases de la primera y segunda válvulas de control de gas se reciben en el recipiente a presión a una presión por encima de la atmosférica, el gas mezclado se tampona en el recipiente a presión en la situación periódica no continua de inhalación y exhalación del paciente. Por consiguiente, el gas mezclado se puede tomar del recipiente a presión de una manera continua a una presión aproximadamente constante.

Con el fin de aumentar aún más la eficacia del mezclador de gases y la eficacia en la administración del gas mezclado a un paciente, la válvula de control de gas de salida es preferiblemente una válvula de demanda, preferiblemente una válvula de demanda inclinada, detectando la demanda de gas de un paciente y suministrando gas mezclado en consecuencia. Mediante la provisión de una válvula de demanda a la salida del recipiente a presión, se puede suministrar al paciente una cantidad exacta de gas mezclado a través de la máscara sin desperdiciar nada del gas mezclado. Dado que la válvula de demanda está en comunicación fluida con la salida del recipiente a presión, el gas mezclado siempre se puede suministrar a una presión casi constante desde el recipiente a presión. Un suministro suficiente de gas mezclado está siempre tamponado en el recipiente a presión, de modo que el gas mezclado administrado al paciente pueda ser suministrado al paciente a una presión constante a lo largo de todo el intervalo de los flujos de gas demandados, así como a lo largo de todo el ciclo respiratorio, sin una pérdida de gas.

Para equilibrar las consideraciones de diseño con respecto a la eficiencia y el volumen constructivo, el volumen del recipiente a presión puede estar en el intervalo de 0,01 l a 10 l, preferiblemente de 0,1 l a 3 l, más preferiblemente de 0,2 l a 0,5 l, lo más preferiblemente 0,4 l. Dependiendo de la presión en el recipiente a presión, estos volúmenes más bien pequeños permiten, por un lado, que la presión para el paciente durante un ciclo de respiración se pueda mantener sustancialmente en el mismo nivel pero, por otro lado, los cambios en la composición de los gases se pueden efectuar rápidamente, de modo que se pueda administrar una composición de gas modificada al paciente dentro de unos pocos ciclos de respiración en los que el gas dentro del recipiente a presión es intercambiado por la nueva mezcla.

Dado que el volumen respiratorio de los pacientes varía a lo largo de un amplio intervalo, el caudal máximo de la primera y/o segunda válvula de control de gas se establece entre 5 l/min y 350 l/min, preferiblemente entre 10 l/min y

200 l/min, más preferiblemente entre 140 l/min y 160 l/min, lo más preferiblemente en 150 l/min con el fin de alojar la demanda de gas de diversos pacientes, en particular de pediatría de respiración superficial a adultos de respiración profunda.

5 Preferiblemente, está presente un controlador conectado a las válvulas de control de gas primera y segunda para controlar el funcionamiento de la primera y segunda válvulas de control de gas sobre la base de una relación de mezcla predeterminada. Puede estar presente un detector de presión para detectar la presión en el recipiente a presión, estando conectado el detector de presión, preferiblemente a través de un controlador, a las válvulas de control de gas primera y segunda para controlar el suministro del primer y segundo gas al recipiente a presión.

10 La precisión del proceso de mezcladura puede mejorarse aún más incluyendo al menos un detector de flujo dispuesto para detectar el flujo, preferiblemente el flujo másico, del primer y/o del segundo gas en el recipiente a presión, estando conectado el detector de flujo, preferiblemente a través de un controlador, a la primera y segunda válvulas de control de gas para controlar la primera y/o la segunda válvulas de control de gas sobre la base del flujo de gas medido por al menos un detector de flujo.

15 La primera y/o la segunda válvula de control de gas pueden ser una válvula de control de gas eléctrica, hidráulica o neumática controlable por un controlador y/o la primera y/o la segunda válvula de control de gas pueden ser un controlador de flujo másico.

20 A este respecto debe señalarse que los controladores de flujo másico tienen típicamente su mayor precisión en un punto de referencia específico que depende de la presión aguas abajo del controlador de flujo másico. Utilizando el recipiente a presión es posible proporcionar los controladores de flujo másico primero y segundo con una presión definida aguas abajo, en particular si se mantiene un intervalo de presiones definido en el recipiente a presión. En otras palabras, debido al intervalo de presiones aguas abajo definido proporcionado por el recipiente a presión, el primer controlador de flujo másico y el segundo controlador de flujo másico siempre pueden trabajar contra una presión definida aguas abajo que puede ajustarse en un intervalo estrecho, por ejemplo entre 0,01 y 2 bares, más preferiblemente entre 0,2 y 1,5 bares, lo más preferiblemente entre 0,5 y 1,4 bares.

25 Por consiguiente, mediante la introducción del recipiente a presión en comunicación de fluido con el primer controlador de flujo másico y el segundo controlador de flujo másico se hace posible proporcionar no solo un mezclador de gas que sea capaz de manejar un amplio intervalo de flujos de gas (periódicos) de modo que el uso de gas es eficiente, sino que también proporciona una alta precisión de la relación de mezcla en el recipiente a presión, dado que los controladores de flujo másico pueden trabajar en su punto de referencia óptimo.

30 Anteriormente, era casi imposible utilizar un controlador de flujo másico para suministrar gases o para mezclar gases en aplicaciones médicas debido a la demanda periódica de gas en la administración de gases de respiración a los pacientes y el flujo dinámico que acompaña al gas. En otras palabras, el paciente necesita un suministro de gas de entre 0 l/min al exhalar, hasta un caudal inspiratorio pico (PIFR) de aproximadamente 350 l/min para que un adulto grande inhale profundamente. Debido a esta demanda periódica y muy dinámica, la presión aguas abajo de los controladores de flujo másico varió demasiado para que los controladores de flujo másico funcionaran con un intervalo adecuado de precisión. Por ejemplo, cuando se inhala, el paciente genera una ligera falta de presión en el extremo de aguas abajo del controlador de flujo de masa. Sin embargo, el mezclador de gases de la presente divulgación permite utilizar controladores de flujo másico en aplicaciones médicas.

40 Con el fin de mantener la presión en el recipiente a presión dentro de un intervalo pequeño de variaciones de presión, puede estar presente un detector de la presión en el recipiente a presión para detectar la presión del gas mezclado en el recipiente a presión. En el caso de que la presión caiga por debajo de un límite inferior predeterminado en el recipiente a presión, el detector de presión señala este estado a las válvulas de control de gas primera y segunda que suministran gas nuevo al recipiente a presión a los caudales másicos predeterminados. Si la presión en el recipiente a presión se aproxima a un límite superior predeterminado de nuevo, el detector de presión señala esta condición a la primera y a la segunda válvulas de control de gas que, en consecuencia, inculcan el gas de suministro al recipiente a presión.

50 Preferiblemente, un detector de la presión de gas está dispuesto aguas abajo de la válvula de control de gas de salida para detectar la presión de gas del gas mezclado administrado a un paciente, estando el detector de presión de gas dispuesto preferiblemente entre la válvula de control de gas de salida y una máscara para administrar el gas a un paciente. Una interfaz del paciente, preferiblemente en forma de una máscara, una máscara nasal, una máscara facial completa, una máscara CPCP, una máscara facial anestésica y/o una boquilla para administrar el gas mezclado a un paciente preferiblemente está en comunicación fluida con el lado de salida de la válvula de control de gas de salida.

Con el fin de aumentar la precisión de la relación de mezcla, puede disponerse un regulador de la presión entre un suministro de gas y la primera y/o segunda válvula de control de gas respectiva para regular la presión del gas suministrado en el lado de entrada de la válvula de control de gas respectiva.

- 5 Un detector de presión puede estar dispuesto aguas arriba de la primera y/o segunda válvula de control de gas para medir la presión en el lado de entrada de la válvula de control de gas respectiva, en particular para determinar si está siendo suministrado un gas.

- 10 Para aumentar la seguridad de utilizar el mezclador de gases, un analizador, preferiblemente conectado a un controlador, puede estar presente y dispuesto para analizar la presencia de un gas predeterminado en al menos una de las válvulas de control de gas primera y segunda al correlacionar el estado de apertura de la válvula de control de gas respectiva con un flujo de gas en el lado de salida de la válvula de control de gas respectiva que se mide mediante un detector de flujo, preferiblemente mediante el detector de flujo interno de un controlador de flujo másico.

- 15 Para estar en una posición de suministrar un medicamento al flujo de gas mezclado, un nebulizador puede estar en comunicación de fluido con el recipiente a presión, preferiblemente a través de un regulador de la presión y/o a través de una válvula de control de gas del nebulizador. Una válvula de control de gas del nebulizador puede estar situada entre el recipiente a presión y el nebulizador para controlar el flujo de gas suministrado al nebulizador. La válvula de control de gas del nebulizador se puede controlar por medio de un controlador sobre la base de la demanda de gas de un paciente, preferiblemente sobre la base de un patrón respiratorio, preferiblemente la frecuencia respiratoria, determinada por medio de un analizador para analizar el patrón respiratorio y parámetros asociados. En otras palabras, el nebulizador puede controlarse de manera intermitente, de modo que la medicación se suministre sólo cuando el paciente está inhalando.

- 25 En una alternativa, la válvula de control de gas del nebulizador es una válvula controlable, preferiblemente una válvula de solenoide, y el flujo al nebulizador se ajusta sobre la base del gradiente de presión determinado sobre la base de la presión medida en el recipiente a presión. El flujo demandado por el nebulizador puede determinarse por medio del análisis del gradiente de presión que se determina sobre la base de la presión medida en el recipiente a presión. En otras palabras, mediante la determinación del gradiente de presión presente en el recipiente a presión, la demanda de gas del nebulizador puede determinarse de manera que se puedan conectar diferentes tipos o modelos de nebulizadores a chorro al mezclador de gases y el mezclador de gases establezca los parámetros óptimos para hacer funcionar el nebulizador automáticamente. En particular, sobre la base del análisis del gradiente de presión en el recipiente a presión, se puede determinar si un nebulizador a chorro está conectado al mezclador de gases.

- 30 Para potenciar adicionalmente la capacidad de funcionamiento del mezclador de gases, éste puede incluir un analizador para analizar y/o visualizar parámetros respiratorios de un paciente, por ejemplo, una curva de flujo de un paciente, un valor de flujo respiratorio pico de un paciente, un volumen minuto respiratorio de un paciente y/o una frecuencia respiratoria de un paciente sobre la base del estado de apertura de la primera y segunda válvulas de control de gas, sobre la base del gradiente de presión medido en el recipiente a presión y/o sobre la base de un flujo de gas medido por al menos un detector de flujo dispuesto para detectar el flujo, preferiblemente el flujo másico, del primer y/o segundo gas en el recipiente a presión, en donde el analizador preferiblemente está en comunicación con un controlador. El gradiente de presión en el recipiente a presión es particularmente adecuado para determinar el patrón respiratorio y los parámetros asociados.

- 40 Un controlador puede estar dispuesto para simultáneamente - o al menos de una manera solapante - abrir y cerrar las válvulas de control de gas primera y segunda y preferiblemente controlar el flujo de gas del primer y segundo gases para que sea constante cuando se suministran los gases primero y segundo en el recipiente a presión. Se contempla que las válvulas de control de gas primera y segunda sean hechas funcionar al mismo tiempo, pero no consecutivamente con el fin de lograr un buen grado de mezcla instantánea de los dos gases en el recipiente a presión.

- 45 El objetivo arriba mencionado también se resuelve por medio de un método para mezclar al menos dos gases. El método comprende las etapas de suministrar un primer gas a través de una primera válvula de control de gas a un recipiente a presión, suministrar un segundo gas a través de una segunda válvula de control de gas al recipiente a presión, controlar los flujos de los dos gases controlando la primera y segunda válvulas de control de gas para obtener una relación de mezcla predeterminada de los gases en el recipiente a presión, y suministrar el gas mezclado a través de una válvula de control de gas de salida situada en comunicación fluida con el recipiente a presión.

- 55 Al proporcionar el primer gas y el segundo gas en el bombona de presión, el bombona de presión también proporciona un amortiguador para el gas mezclado que conduce a una alta disponibilidad y una constancia de suministro de gas mezclado razonablemente buena, incluso en las aplicaciones cíclicas cuando se administran gases a un paciente.

El gas mezclado se puede suministrar desde el bombona de presión a través de una válvula de demanda, preferiblemente una válvula de demanda de basculación. Al usar la válvula de control o la válvula de demanda, no se desperdicia gas que se debe suministrar a un paciente, sino que, al mismo tiempo, la presión en el recipiente a presión se puede mantener en un intervalo de presiones adecuado.

- 5 La presión en el recipiente a presión puede detectarse y las válvulas de control de gas primera y segunda se abren para suministrar gas al recipiente a presión si la presión dentro del recipiente a presión está por debajo de un umbral inferior predeterminado y las válvulas de control de gas primera y segunda se cierran si la presión dentro del recipiente a presión está por encima de un umbral superior, la diferencia entre el umbral superior y el umbral inferior está preferiblemente en un intervalo de entre 0,01 y 2 bares, más preferiblemente entre 0,2 y 1,5 bares, lo más preferiblemente entre 0,5 y 1,4 bares.

Las etapas adicionales de detectar el flujo, preferiblemente el flujo másico, del primer y/o segundo gas en el recipiente a presión por medio de al menos un detector de flujo, y controlar, preferiblemente a través de un controlador, el primer y/o segundo gas pueden estar presentes válvulas de control en base al flujo de gas detectado por al menos un detector de flujo.

- 15 La precisión en la mezcladura de los gases puede incrementarse adicionalmente mediante la etapa adicional de regular la presión del gas suministrado al lado de entrada de la primera y segunda válvulas de control de gas y/o determinar la presión en el lado de entrada de la primera y segunda válvulas de control de gas.

- 20 La seguridad de utilizar el método para mezclar los gases puede potenciarse adicionalmente mediante las etapas adicionales de analizar, por medio de un analizador, la presencia de un gas predeterminado en al menos una de las válvulas de control de gas primera y segunda al correlacionar el estado de apertura de la válvula de control de gas respectiva con un flujo de gas en el lado de salida de la válvula de control de gas respectiva detectada por un detector de flujo.

- 25 El principio de esta determinación es relativamente directo. Para una presión de entrada conocida y una presión de salida conocida, el detector de flujo de gas espera un determinado flujo másico en un determinado estado de apertura de la válvula de control de gas. Por ejemplo, teniendo en cuenta el diferencial de presión entre la presión de entrada y de salida, el caudal de un gas se conoce cuando la válvula de control está completamente abierta o en cualquier posición entre completamente abierta y cerrada. El flujo másico en estas condiciones depende mucho de las características del gas, de modo que se puedan medir diferentes flujos másicos para diferentes gases a la misma configuración de presiones y estado de apertura de la válvula de control.

- 30 Los diferentes gases difieren, entre otros, en términos de su calor específico, viscosidad, densidad específica y relación de capacidad de calor. Estos parámetros se pueden utilizar para determinar, sobre la base del flujo másico real medido por el detector de flujo y sobre la base de las características y el estado de apertura de la válvula, si un gas específico está fluyendo a través del sistema.

- 35 Teniendo en cuenta estos ajustes, es posible, cuando se utiliza un detector del flujo de gas y una válvula de control de gas, determinar si un gas específico, por ejemplo oxígeno, está presente y fluye a través del controlador de flujo másico en la cantidad esperada o si está presente un gas diferente.

Este método y la determinación de si un gas específico presente son muy relevantes en aplicaciones médicas. En particular, en situaciones en las que se debe suministrar oxígeno a un paciente, es crucial que, de hecho, se suministre oxígeno al paciente y, en particular, que se evite suministrar gases hipóxicos al paciente.

- 40 Cuando se administra una mezcla de oxígeno y helio a un paciente, típicamente se suministra al paciente una bombona que contiene una mezcla de heliox, típicamente con 21% de oxígeno y 79% de helio. En una segunda bombona está presente oxígeno puro que puede mezclarse con la mezcla de heliox de manera que se pueden alcanzar niveles de oxígeno superiores al 21% y administrarse al paciente. Este sistema es sustancialmente seguro contra fallos porque si falla una bombona o una válvula de mezcla, se suministra oxígeno puro o la mezcla de heliox al paciente, lo que no conduce a situaciones potencialmente mortales, ya que al paciente siempre se le suministra una cantidad suficiente de oxígeno.

En una aplicación diferente del mezclador de gases, CO_2 y/o N_2O se pueden mezclar con oxígeno, uno con otro, con helio o con cualquier otro gas o mezcla de gases adecuado.

- 50 Sin embargo, se contempla el intercambio del suministro de heliox por un suministro que contenga helio puro, por ejemplo, una bombona de helio puro. En el mezclador de gases arriba descrito, sería entonces posible suministrar al paciente mezclas de helio y oxígeno a una velocidad de mezcladura muy flexible. Sin embargo, como se pone de manifiesto inmediatamente, el fallo de la bombona de oxígeno o del suministro de oxígeno conduciría inmediatamente a complicaciones que amenazan la vida si solo se suministrara helio al paciente. Por consiguiente,

es recomendable determinar si está fluyendo algún gas en el conducto de oxígeno y si este gas es, de hecho, oxígeno. El método para determinar la presencia de un gas específico proporciona una medida fiable para ello.

Además, el método podría obviar la necesidad de un detector de oxígeno separado. Los detectores de oxígeno son difíciles de mantener dado que necesitan ser ajustados de vez en cuando y necesitan ser reemplazados aproximadamente cada dos años. Debido a estas complicaciones, el uso de detectores de oxígeno en los sistemas de respiración es relativamente engorroso. Sin embargo, con el método arriba descrito ya no sería necesario un detector de oxígeno, porque se puede determinar si hay oxígeno presente. El controlador de flujo másico también puede controlar correctamente la cantidad de oxígeno que estará presente en el gas de respiración mezclado. Por consiguiente, el método conduce a un modo seguro de funcionamiento del mezclador de gases arriba mencionado.

- 5
- 10 Para estar en condiciones de administrar a un paciente un medicamento, puede estar presente la etapa adicional de proporcionar un nebulizador con gas desde el recipiente a presión, preferiblemente a través de un regulador de la presión y/o a través de una válvula de control de gas del nebulizador. También se puede contemplar la etapa adicional de controlar el suministro de gas al nebulizador sobre la base de la demanda de gas de un paciente, preferiblemente sobre la base de la frecuencia respiratoria, por medio de una válvula de control de gas situada entre
- 15 el recipiente a presión y el nebulizador. En otras palabras, el nebulizador puede controlarse de una manera intermitente de modo que el medicamento se suministre sólo cuando el paciente esté inhalando.

- 20 Para potenciar adicionalmente el tratamiento de un paciente, se contempla la etapa adicional de analizar y/o mostrar mediante un analizador los parámetros respiratorios de un paciente, en particular una curva de flujo respiratorio de un paciente, un valor de flujo respiratorio pico de un paciente, un volumen minuto respiratorio de un paciente y/o una frecuencia respiratoria de un paciente sobre la base del estado de apertura de la primera y segunda válvulas de control de gas, sobre la base del gradiente de presión medido en el recipiente a presión y/o sobre la base de un flujo de gas medido por al menos un detector de flujo dispuesto para detectar el flujo, preferiblemente el flujo másico, del primer y/o segundo gas en el recipiente a presión. El gradiente de presión en el recipiente a presión es particularmente adecuado para determinar el patrón respiratorio y los parámetros asociados.

- 25 Estas variaciones, modificaciones, alternativas y alteraciones de las diversas realizaciones, disposiciones y configuraciones preferidas se pueden utilizar solas o en combinación entre sí, como resultará más fácilmente evidente para los expertos en la técnica, con referencia a la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas y las Figuras y los dibujos adjuntos.

- 30 Se contempla proporcionar un analizador, preferiblemente conectado a un controlador, dispuesto para analizar la presencia de un gas predeterminado en una válvula de control de gas correlacionando el estado de apertura de la válvula de control de gas respectiva con un flujo de gas en el lado de salida de la válvula de control de gas respectiva medido por un detector de flujo. Preferiblemente, la válvula de control de gas y el detector de flujo están integrados en un controlador de flujo másico.

- 35 Se contempla adicionalmente un dispositivo médico para suministrar un gas a un paciente que incluye un recipiente a presión para recibir y almacenar un gas por encima de la presión atmosférica, una válvula de control de gas de salida para suministrar el gas desde el recipiente a presión al paciente y un nebulizador en comunicación de fluido con el recipiente a presión, preferiblemente a través de un regulador de la presión y/o a través de una válvula de control de gas del nebulizador.

- 40 Además, también se contempla un dispositivo médico para suministrar un gas a un paciente a través de una válvula de control de gas, que incluye un analizador para analizar y/o visualizar parámetros respiratorios de un paciente, en particular un valor de flujo respiratorio de un paciente, un volumen minuto respiratorio de un paciente, un volumen minuto respiratorio de un paciente y/o una frecuencia respiratoria de un paciente sobre la base del estado de apertura de la válvula de control de gas y/o sobre la base de un flujo de gas medido por al menos un detector de flujo dispuesto para detectar el flujo, preferiblemente el flujo másico, del gas suministrado.

- 45 Breve descripción de los dibujos

En lo que sigue, la presente divulgación se ejemplifica por medio de los dibujos y Figuras, en los que:

- La Figura 1 es un diagrama esquemático de un mezclador de gases de acuerdo con la presente divulgación;
- la Figura 2 es un diagrama esquemático de un mezclador de gases de acuerdo con otra realización de la presente divulgación;
- 50 la Figura 3 es aún otro diagrama esquemático de otro mezclador de gases de acuerdo con la presente divulgación;

la Figura 4 es una vista detallada de una válvula de demanda;

la Figura 5 es un diagrama esquemático de un mezclador de gases de acuerdo con la presente divulgación en otra realización;

la Figura 6 es un diagrama esquemático que muestra la discriminación de diferentes gases; y

5 la Figura 7 es un diagrama esquemático que muestra el funcionamiento de un mezclador de gases de acuerdo con la presente divulgación.

Descripción detallada de las Figuras

10 En la siguiente descripción de realizaciones a modo de ejemplo de la presente divulgación en las diferentes Figuras, se utilizan los mismos números de referencia para características idénticas o similares y se puede omitir su descripción repetida para reducir la redundancia.

La Figura 1 es un diagrama esquemático de un mezclador de gases de acuerdo con la presente divulgación.

15 Se proporciona un primer suministro de gas 12, por ejemplo una bombona de oxígeno (O₂) o una salida en la pared de oxígeno en un hospital. El gas proporcionado por el suministro de gas 12 se suministra a una primera válvula de control de gas 10 desde la cual se suministra a un recipiente a presión 40. El recipiente a presión 40 está en comunicación de fluido con la primera válvula de control de gas 10 y recibe el gas suministrado por el suministro de gas 12 a través de la válvula de control de gas 10.

20 Se suministra un segundo gas al recipiente a presión 40 de una manera similar a la del primer gas: está presente un segundo suministro de gas 22, por ejemplo una bombona de una mezcla de heliox, a saber, una mezcla de 21% de oxígeno (O₂) y 79% helio (He). El recipiente a presión 40 está en comunicación de fluido con la segunda válvula de control de gas 20 y recibe el gas suministrado por el segundo suministro de gas 22 a través de la válvula de control de gas 20.

Una válvula de control de gas de salida 50 está en comunicación de fluido con el recipiente a presión 40 en donde la válvula de control de gas de salida 50 está destinada a suministrar el gas mezclado del recipiente a presión 40 para su uso previsto, por ejemplo para administrar el gas a un paciente.

25 La válvula de control de gas de salida 50 es preferiblemente una válvula de demanda que suministra la mezcla de gases a un paciente o a cualquier otro usuario solo bajo demanda. Las válvulas de demanda son conocidas. La función de una válvula de demanda de basculación a modo de ejemplo se describirá con referencia a la Figura 4 más adelante.

30 La primera y la segunda válvulas de control de gas pueden proporcionarse en forma de válvulas eléctricas, hidráulicas o neumáticas, preferiblemente válvulas proporcionales, que pueden controlarse en cuanto a su estado de apertura por medio de señales eléctricas, hidráulicas o neumáticas. También se contempla el uso de controladores de flujo másico como la primera y segunda válvulas de control de gas. Esta última opción se detallará más adelante.

35 El recipiente a presión 40 está destinado a recibir y almacenar los gases primero y segundo suministrados al mismo por medio de la primera y la segunda válvulas de control de gas 10, 20. Los gases son recibidos y almacenados por encima de la presión atmosférica, en el ejemplo dado en un punto de trabajo de aproximadamente 3 bares. También se contemplan otras presiones adecuadas, en donde las presiones dependen, entre otros, del volumen del recipiente a presión 40, así como bajo la demanda del usuario, en particular bajo la demanda de un paciente, así como de la capacidad de la primera y segunda válvulas de control de gas 10, 20 que "rellenan" el recipiente a presión 40 cuando sea necesario.

40 El recipiente a presión 40 puede proporcionarse en forma de una bombona de presión que tiene un volumen adecuado, por ejemplo 0,4 l. El volumen del recipiente a presión 40 se elige de manera que proporcione una amortiguación suficiente para que se administre un gas mezclado a un paciente. Dado que el volumen corriente medio de un adulto en reposo es de aproximadamente 0,5 l, un recipiente a presión con un volumen de 0,4 l proporciona a una presión de 3 bares un volumen utilizable de 0,8 l ya que el gas típicamente se suministra al paciente a la presión ambiente. En otras palabras, en este ejemplo, el recipiente a presión 40 tiene un volumen para amortiguar el gas para al menos una inhalación de un paciente. El volumen del tampón en el recipiente a presión 40 se elige dependiendo de varias consideraciones de diseño tales como la precisión de la relación de mezcla a lograr en el recipiente a presión a lo largo del tiempo, el volumen corriente de un paciente y del volumen constructivo real del recipiente a presión en un dispositivo médico.

Al suministrar el primer y el segundo gases al recipiente a presión 40 a través de las válvulas de control de gas primera y segunda 10, 20, el primer gas y el segundo gas se mezclan en el recipiente a presión 40. Al suministrar el primer y segundo gases al recipiente a presión 40 en una relación predeterminada, se puede lograr una relación de mezcla predeterminada de los gases. Con el fin de alcanzar la relación de mezcla predeterminada de los gases, la primera y la segunda válvula de control de gas 10, 20 están controladas de modo que los flujos máscicos respectivos del primer y segundo gases en el recipiente de presión 40 corresponden a la relación de mezcla predeterminada.

El control del flujo máscico del primer y segundo gases de manera que se alcance la relación de mezcla predeterminada puede lograrse, en un ejemplo, controlando el estado de apertura de las respectivas válvulas de control de gas a lo largo de una curva de control de las válvulas en donde se determina esta curva de control de antemano para los gases respectivos y para el entorno de presión presente en el mezclador de gases, es decir, la presión del lado de entrada de la válvula de control de gas respectiva, así como la presión en el lado de salida de la válvula de control de gas. La presión de los gases en el lado de entrada de las válvulas de control de gas 10, 20 es conocida ya que está regulada por los reguladores de presión 14, 24. Por supuesto, la presencia de los reguladores de presión 14, 24 no es obligatoria, sin embargo, el suministro del flujo máscico de gas en el recipiente a presión 40 se puede llevar a cabo incluso con mayor precisión si se conoce y mantiene la presión aguas arriba de las válvulas de control primera y segunda. Debido a que las válvulas de control de gas primera y segunda 10, 20 están conectadas, en sus lados de salida, al recipiente de presión 40, la presión en el lado de salida se controla para variar sólo en un pequeño intervalo, por ejemplo entre 2,5 bares y 3,0 bares o entre 2,8 bares y 3,0 bares.

Por consiguiente, mediante la provisión del recipiente a presión 40, las condiciones de presión en el sistema están bien determinadas de manera que controlar las válvulas de control de gas primera y segunda simplemente a lo largo de una curva de control conduce a una precisión mejorada del suministro de un flujo máscico predeterminado de los gases al recipiente a presión 40.

Con el fin de lograr una precisión aún mayor, la primera y la segunda válvula de control de gas 10, 20 se abren y cierran preferiblemente sincrónicamente y el flujo máscico de los gases durante el suministro del mismo al recipiente a presión 40 se mantiene preferiblemente constante a lo largo del tiempo. En otras palabras, las válvulas de control de gas primera y segunda 10, 20 se abren de forma sincrónica a un estado de apertura (por ejemplo, una apertura del 50%) y luego se mantienen en este estado de apertura hasta que se vuelvan a cerrar sincrónicamente. El estado de apertura deseado se puede determinar sobre la base de la curva de control. Mediante la apertura sincrónica de las válvulas de control de gas primera y segunda 10, 20, o al menos mediante la apertura de las válvulas solapadamente, los dos gases diferentes suministrados al recipiente a presión 40 se mezclan de forma fiable.

El recipiente a presión 40 se controla para que contenga la mezcla de gases en un intervalo de presiones limitado solamente, por ejemplo, en un intervalo de entre 2,5 bares y 3,0 bares, o entre 2,8 bares y 3,0 bares. Con el fin de mantener la presión en el recipiente a presión 40, las válvulas de control de gas primera y segunda 10, 20 se controlan en consecuencia. En particular, tan pronto como se alcanza la presión prevista en el recipiente a presión 40 o se alcanza un umbral superior predeterminado, las válvulas de control de gas primera y segunda 10, 20 se cierran de manera que no suministren gas adicional alguno al recipiente a presión 40. Si la presión en el recipiente a presión 40 cae por debajo de un umbral inferior predeterminado, la primera y la segunda válvulas de control de gas 10, 20 se abren de nuevo para suministrar gas a la relación de mezcla predeterminada al recipiente a presión 40 hasta que se alcanza de nuevo la presión prevista en el recipiente a presión 40.

En la realización de la Figura 2, que incluye las mismas características que las de la Figura 1 arriba descrita, se muestran características adicionales tal como se especificará a continuación.

Con el fin de controlar la presión dentro del recipiente a presión 40, un detector de presión 72 está conectado a la misma. El detector de presión 72 puede estar conectado directamente a las válvulas de control de gas primera y segunda 10, 20 en forma de un simple interruptor de ENCENDIDO/APAGADO o, como se muestra en la Figura 2, está conectado a un controlador 70 que controla el funcionamiento de las válvulas de control de gas primera y segunda 10, 20. El controlador 70 determina, a través del detector de presión 72, la presión y abre la primera y la segunda válvulas de control de gas 10, 20 de acuerdo con la relación de mezcla predeterminada tan pronto como la presión cae por debajo de un umbral de presión inferior y cierra las válvulas de control de gas primera y segunda 10, 20 tan pronto como se excede un umbral de presión superior. Este principio será elaborado adicionalmente con respecto a la Figura 7 más adelante.

La realización según la Figura 2 incluye, además, entre el primer y el segundo suministro de gas 12, 24, un primer y segundo regulador de presión 14, 24 para regular la presión de los gases suministrados desde una presión de suministro hasta un valor predeterminado, por ejemplo de hasta 3 bares. El primer gas así regulado es suministrado a una primera válvula de control de gas 10 que está en comunicación de fluido con el primer suministro de gas 12 a través del regulador de presión 14. El segundo regulador de presión 24 regula la presión del segundo gas suministrado desde la presión de suministro hasta un valor predeterminado, por ejemplo, hasta 3 bares. El segundo

suministro de gas 22 está en comunicación de fluido con una segunda válvula de control de gas 20 a través del regulador de presión 24.

5 La válvula de control de gas de salida 50 está en comunicación de fluido con el recipiente a presión 40, en donde la válvula de control de gas de salida 50 está destinada a enviar el gas mezclado desde el recipiente a presión 40 a una máscara 60 que se utiliza para administrar la mezcla de gases a un paciente. En lugar de la máscara mostrada en la Figura 2, se contempla igualmente utilizar cualquier otra interfaz de paciente, por ejemplo en forma de una máscara nasal, una máscara completa, una máscara de CPCP, una máscara facial anestésica y/o una boquilla.

10 Para suministrar el gas mezclado a un paciente, la máscara 60 se ajusta a la boca y nariz del paciente y el paciente comienza a respirar. La válvula de demanda 50 suministra automáticamente la cantidad correcta de gas a través de la máscara 60 al paciente sin desperdiciar gas alguno. Debido a que el recipiente a presión 40 está a una presión predeterminada, el flujo de gas al paciente 60 se puede mantener a una presión constante y a un caudal constante.

Otro conjunto de detectores de presión 76 podría estar presente en la conexión de fluido entre los suministros de gas primero y segundo 12, 22 y los reguladores de presión primero y segundo 14, 24 con el fin de determinar si un gas está presente a la presión deseada.

15 Con el fin de proporcionar un grado de humedad predeterminado y/o para añadir medicamento al gas que se ha de administrar a un paciente, puede estar presente un nebulizador 80 que suministra el aerosol generado en el mismo directamente a la máscara 60. Por consiguiente, el aerosol se añade al gas mezclado suministrado por la válvula 50 de control de gas de salida al paciente de manera que el paciente reciba el medicamento y/o el grado de humedad del gas previsto.

20 El nebulizador 80 recibe el gas a alta presión del recipiente a presión 40 a través de una válvula 82 de control de gas del nebulizador. Por consiguiente, el gas que se utiliza para alimentar el nebulizador 80 corresponde a la mezcla de gases destinada a ser suministrada al paciente. Además, se obvia la necesidad de un suministro separado a alta presión de gas para alimentar el nebulizador 80.

25 La válvula de control de gas del nebulizador 82 se ajusta de manera que el nebulizador recibe el gas a la presión predeterminada que es necesaria para hacer funcionar de forma fiable el nebulizador 80. La presión del gas da como resultado un flujo predeterminado suministrado al nebulizador 80 que depende de la densidad específica del gas suministrado.

30 La válvula 82 de control de gas del nebulizador es una válvula controlable, preferiblemente una válvula de solenoide, y el flujo al nebulizador 80 se ajusta sobre la base del gradiente de presión determinado sobre la base de la presión medida en el recipiente a presión 40. El flujo demandado por el nebulizador puede determinarse por medio del análisis del gradiente de presión que se determina sobre la base de la presión medida en el recipiente a presión. Mediante la determinación del gradiente de presión presente en el recipiente a presión 40, la demanda de gas del nebulizador 80 puede determinarse de manera que puedan conectarse diferentes tipos o modelos de nebulizadores de chorro 80 al mezclador de gases y el mezclador de gases establece los parámetros óptimos para hacer funcionar automáticamente el nebulizador 80. En particular, sobre la base del análisis del gradiente de presión en el recipiente a presión 40, se puede determinar si un nebulizador a chorro 80 está conectado al mezclador de gases.

40 En una realización preferida, la válvula de control de gas del nebulizador se controla de manera que el gas es suministrado al nebulizador 80 sólo si el paciente inhala y el suministro de gas al nebulizador 80 se desconecta si el paciente exhala, con el fin de asegurar el medicamento y gas en el nebulizador 80 y gas procedente del recipiente a presión 40. Este ciclo de conmutación de la válvula de control del nebulizador puede activarse determinando a través del detector de presión 72 en el recipiente a presión 40 la frecuencia y fase respiratoria y controlando la válvula de control de gas del nebulizador en consecuencia.

45 Con el fin de mejorar adicionalmente la precisión de la mezcla de gases en la bombona de presión 40, se proporcionan detectores de flujo primero y segundo 16, 26 en el lado de salida de la primera y segunda válvulas de control de gas 10, 20. Los detectores de flujo primero y segundo 16, 16 son preferiblemente detectores de flujo másico que detectan el flujo másico del primer y segundo gases emitidos en el lado de salida de las respectivas primera y segunda válvulas de control de gas 10, 20. Por consiguiente, el flujo másico exacto del primer y segundo gases que son suministrados al recipiente a presión 40 pueden medirse y las válvulas de control de gas primera y segunda 10, 20 pueden controlarse en consecuencia para mantener la relación de mezcla deseada entre los dos gases.

50 En una realización preferida, la primera válvula de control de gas 10 y el primer detector de flujo másico 16 están integrados en un dispositivo, a saber, en un controlador de flujo másico, es decir, la primera válvula de control de gas 10 y el primer detector de flujo másico 16 constituyen un primer controlador del flujo másico. La segunda válvula

de control de gas 20 y el segundo detector de flujo másico 26 también pueden integrarse en un segundo controlador de flujo másico.

5 En esta divulgación se entiende que la expresión "controlador de flujo másico" se refiere a un dispositivo utilizado para medir y controlar el flujo de fluidos, en particular gases. Un controlador de flujo másico está diseñado y calibrado para controlar un tipo específico de fluido en un intervalo particular de caudales. El controlador de flujo másico puede tener un punto de referencia de 0 a 100% de su intervalo de escala completa. El dispositivo controlará la velocidad de flujo al punto de referencia dado.

10 Todos los controladores de flujo másico tienen una lumbrera de entrada, una lumbrera de salida, un detector de flujo másico y una válvula de control proporcional. Un controlador de flujo másico está equipado con un sistema de control de circuito cerrado al cual se le proporciona una señal de entrada por parte del operario (o un circuito/ordenador externo) que la compara con el valor del detector de flujo másico y ajusta la válvula proporcional de manera correspondiente para lograr el flujo requerido.

15 Los controladores de flujo másico requieren que el suministro de gas esté dentro de un intervalo de presiones específico. La baja presión privará al controlador de flujo másico de gas y puede no alcanzar su punto de referencia. La alta presión puede provocar caudales erráticos.

20 Como el detector de flujo másico se puede utilizar un medidor de flujo másico térmico como es habitual para las aplicaciones de flujo de gas. Como su nombre indica, los medidores de flujo másico térmicos utilizan calor para medir el flujo. Los medidores de flujo másico térmico introducen calor en la corriente de flujo y miden la cantidad de calor que se disipa utilizando uno o más detectores de temperatura. Este método funciona mejor con la medición del flujo másico de gas. Es difícil obtener una señal fuerte utilizando medidores de flujo másico térmicos en líquidos, debido a consideraciones relacionadas con la absorción de calor.

25 Si bien todos los medidores de flujo másico térmicos utilizan calor para realizar sus mediciones de flujo, existen dos métodos diferentes para medir cuánto calor se disipa. Un método se denomina el diferencial de temperatura constante. Los medidores de flujo másico térmicos que utilizan este método tienen dos detectores de temperatura - un detector calentado y otro detector que mide la temperatura del gas. El caudal másico se calcula en base a la cantidad de energía eléctrica requerida para mantener una diferencia constante de temperatura entre los dos detectores de temperatura. Un segundo concepto, y menos popular, se denomina un método de corriente constante.

30 Los medidores de flujo másico térmicos que utilizan este método también tienen un detector calentado y otro que detecta la temperatura de la corriente de flujo. La potencia al detector calentado se mantiene constante. El flujo másico se mide como una función de la diferencia entre la temperatura del detector calentado y la temperatura de la corriente de flujo. Ambos métodos se basan en el principio de que los flujos de mayor velocidad dan como resultado un mayor efecto de enfriamiento. Ambos miden el flujo másico en base a los efectos medidos del enfriamiento en la corriente de flujo.

35 La Figura 3 muestra, esquemáticamente, una tercera realización del presente mezclador para mezclar al menos tres gases diferentes.

Están presentes un primer y un segundo suministro de gas 12, 22, así como un tercer suministro de gas 32. El conducto del tercer suministro de gas 32 es, en principio, idéntico a los otros dos conductos que, en principio, son idénticos al mezclador de gases mostrado en la Figura 2.

40 En particular, están presentes un regulador de la presión 34, una tercera válvula de control de gas 30 y un detector de flujo 36. La tercera válvula de control de gas 30 está en conexión de fluido con el recipiente a presión 40. En la realización mostrada en la Figura 3 una segunda bombona de presión 42 está presente para aumentar el volumen de trabajo de las bombonas de presión.

45 En la Figura 5 se muestra otra realización de un mezclador de gas que utiliza, de acuerdo con el concepto arriba comentado, un primer y un segundo controlador de flujo másico 100, 200 en lugar de la primera y la segunda válvulas de control de gas y los detectores de flujo de gas primero y segundo. Por consiguiente, los controladores de flujo másico primero y segundo 100, 200 comprenden no solo una ventilación de control proporcional, sino también un detector de flujo másico y un circuito cerrado de control.

50 Por medio de los controladores 100, 200 de flujo másico primero y segundo, puede conseguirse incluso más fácilmente el ajuste de la mezcla de gases correcta en el recipiente a presión 40 fijando los flujos másicos correspondientes de los dos gases diferentes en la relación deseada. Dado que los controladores de flujo másico son unidades sustancialmente autocontenidas que ajustan el flujo másico de un gas en un circuito cerrado, la relación de mezcla del gas mezclado en el recipiente a presión 40 se puede mantener con alta precisión. Los dos gases con el flujo másico controlado son suministrados al recipiente a presión 40.

Los controladores de flujo másico 100, 200 son muy precisos en cuanto a la masa de los gases que suministran, con la condición de que funcionen en su punto de ajuste óptimo respectivo, es decir, en el régimen de presión óptimo. Por medio del recipiente a presión 40 es posible hacer funcionar los controladores de flujo másico 100, 200 en su punto de ajuste óptimo. La razón de esto es que la presión en el recipiente a presión 40 puede mantenerse en una banda de presión estrecha, de manera que casi siempre se llena hasta una presión predeterminada (por encima de la presión atmosférica) que corresponde al punto de ajuste óptimo de los controladores del flujo másico 100, 200.

Preferiblemente, la presión en el recipiente a presión 40 se controla en un intervalo relativamente estrecho, por ejemplo en un intervalo de presión de $\pm 0,2$ bares por encima y por debajo del punto de ajuste óptimo de los controladores de flujo másico 100, 200 respectivos. Preferiblemente, los controladores del flujo másico se seleccionan de manera que sus respectivos puntos de ajuste óptimos sean idénticos.

Con el fin de mejorar la manipulación de los dispositivos comentados anteriormente, el controlador 70 puede conectarse a una pantalla digital 78 que permite al usuario establecer al menos la relación de mezcla deseada en la pantalla.

Se contempla, en aplicaciones médicas, reemplazar la mezcla de heliox utilizada en el suministro de gas 22 por una bombona de helio puro con el fin de aumentar la densidad de empaquetamiento y reducir los costos para el usuario (es decir, el hospital). Por consiguiente, la mezcla de heliox requerida se combina luego de helio puro y oxígeno puro. Sin embargo, como se apreciará, podría ser fatal para el paciente que fallara el suministro de oxígeno o se conectara una bombona equivocado al conector de oxígeno de manera que al paciente se administraría un gas hipóxico. Es crucial para el funcionamiento de un dispositivo médico que se garantice que nunca se administre un gas hipóxico a un paciente. Por consiguiente, es importante saber si el gas previsto fluye realmente a través de la primera y la segunda válvula de control de gas 10, 20.

Por consiguiente, sería una opción utilizar un detector de oxígeno en las líneas de suministro y/o en el tubo que conduce a la máscara del paciente con el fin de determinar si el contenido de oxígeno del gas administrado al paciente es suficiente. Sin embargo, el uso de detectores de oxígeno electroquímicos es relativamente engorroso, ya que tienen tendencia a desviarse y, por lo tanto, necesitan ser ajustados con frecuencia para funcionar de manera fiable. Además, los detectores de oxígeno necesitan ser reemplazados de vez en cuando para asegurar su correcto funcionamiento.

Sin embargo, con el fin de determinar si el gas previsto se suministra en los suministros de gas primero y segundo 12, 22, es posible ejecutar al menos un control de plausibilidad por medio de las válvulas de control de gas primera y segunda 10, 20 en combinación con los respectivos primer y segundo detectores de flujo de gas 16, 26. En una alternativa, los controladores de flujo másico 100, 200 pueden utilizarse igualmente para la verificación de plausibilidad. Por consiguiente, además de la operación descrita anteriormente, es posible utilizar las válvulas de control de gas primera y segunda 10, 20 en combinación con el primer y segundo detectores de flujo de gas 16, 26 no solo para controlar la relación de mezcla exacta de los gases, sino también para determinar que los gases correctos sean suministrados por los suministros 12, 22.

Para este fin, la presencia de un gas específico puede determinarse correlacionando el estado de apertura de la válvula de control de gas con el flujo de gas medido en el detector de flujo de gas. Para un gas específico, por ejemplo oxígeno, la señal del detector de flujo emitida por el detector de flujo de gas corresponde a un determinado estado de apertura de la válvula de control de gas para un diferencial de presión conocida entre su extremo de aguas arriba y de aguas abajo. En otras palabras, si se suministra oxígeno a la primera válvula de control de gas 10 a una determinada presión regulada por el regulador de presión 14, se espera una determinada señal de detector de flujo medida por el primer detector de flujo de gas 16 para un determinado estado de apertura de la primera válvula de control de gas 10. Si fluyera un gas diferente a través de la primera válvula de control de gas 10 así como a través del detector de flujo de gas 16, se mediría una señal del detector de flujo diferente de la señal del detector de flujo esperada para el flujo de gas oxígeno por parte del detector de flujo de gas 16 en la posición de apertura idéntica de la primera válvula de control de gas 10.

Esto se muestra, esquemáticamente, en la Figura 6, en la que se muestra la señal del detector de flujo de diferentes gases medidos con el detector de flujo Honeywell AWM720P1 en relación con el estado de apertura (correspondiente a la tensión de alimentación) de una ventilación eléctrica proporcional (ASCO U620NV24DC). Como se puede ver inmediatamente, la señal del detector de flujo es diferente en el mismo estado de apertura de la válvula para diferentes gases. Por lo tanto, es posible determinar si un gas específico (predeterminado) está presente en una válvula de control de gas si el flujo de gas medido en su lado de salida se correlaciona o se compara con el flujo de gas esperado.

En otras palabras, la primera y la segunda válvulas de control de gas en combinación con los detectores de flujo de gas primero y segundo, o un primer y segundo controlador de flujo másico, se pueden utilizar para determinar si un gas predeterminado está presente o ausente.

Incluso es posible determinar qué otro gas se utiliza al correlacionar el flujo másico medido con el estado de apertura de la válvula de control y comparar esto con valores conocidos. Sin embargo, la principal preocupación es determinar si los gases previstos están fluyendo o no a través de la primera y la segunda válvula de control de gas.

5 De acuerdo con la presente divulgación, esta determinación se puede lograr utilizando el método esbozado anteriormente, a saber, midiendo el flujo de gas a través de la válvula de control de gas y correlacionando esta medición con el estado de apertura de la válvula de control de gas. Esta determinación puede mejorarse adicionalmente mediante mediciones proporcionadas por detectores de presión adicionales situados delante y detrás de las válvulas de control de gas 10, 20.

10 La presión en el recipiente de presión 40 detectada por el detector de presión 72 a lo largo del tiempo en combinación con el conocimiento del volumen suministrado al recipiente de presión 40 a través de las válvulas de control de gas primera y segunda 10, 20 también puede utilizarse para analizar, en un analizador, diferentes parámetros respiratorios del paciente conectados al mezclador de gases.

Como estimación aproximada, el flujo se puede determinar sobre la base de la siguiente ecuación:

$$\text{Flujo} = (V/p) * (dp/dt)$$

15 en donde V es el volumen del recipiente a presión 40, p es la presión provisional en el recipiente a presión, y dp/dt es el gradiente de presión.

20 Por consiguiente, sobre la base de la presión en el recipiente de presión 40, compensado por el volumen añadido de las válvulas de control de gas primera y segunda 10, 20, es posible analizar y/o visualizar una curva de flujo, es decir, el flujo a lo largo del tiempo. El valor de flujo pico de la inhalación puede determinarse y representarse para visualizar una tendencia de los valores de flujo pico. El volumen minuto respiratorio se puede determinar, p. ej., integrando la curva de flujo o determinándolo sobre la base de los volúmenes de gas suministrados al recipiente a presión a través de las válvulas de control de gas primera y segunda 10, 20. El inicio de la inhalación puede determinarse y la frecuencia respiratoria se puede determinar y mostrar. El inicio de la inhalación se puede determinar y utilizar para abrir una válvula 82 de control de gas del nebulizador sólo cuando el paciente inhala, y al final de la inhalación la válvula 82 de control de gas del nebulizador se desconecta de nuevo.

La Figura 4 muestra, esquemáticamente, una válvula de demanda que se ha de conectar a la válvula de control de gas de salida 50 del recipiente a presión 40 en el conector 110. Con el número de referencia 112, la mezcla de gases se suministra al paciente.

30 Tan pronto como el paciente comienza a inhalar, se genera una ligera depresión en la cámara 120, de manera que la membrana 122 se mueve hacia la depresión, es decir, hacia arriba en la Figura 3. Una palanca 124 está conectada a la membrana a través de un seguidor 126, de manera que cuando la membrana 122 se mueve hacia arriba, la palanca 124 se hace funcionar de manera correspondiente. Tan pronto como se mueve la palanca 124, la válvula 130 se abre, girando alrededor del punto de pivotamiento 132.

35 La válvula de demanda abre la conexión de fluido entre el recipiente de presión 40, que está conectado al conector 110, y el paciente conectado en el número de referencia 112, siempre que el paciente inhale. Si el paciente deja de inhalar y, por lo tanto, se acumula una ligera sobrepresión en la cámara 120, la membrana 122 vuelve a la posición que mostrada en la Figura 4, de modo que la válvula 130 se cierra de nuevo.

40 La Figura 7 muestra, en un ejemplo, el principio de control para controlar el suministro del primer y segundo gases al recipiente a presión. En la parte inferior de la Figura, se muestra el principio del circuito en función del cual se explicará la función del control. En particular, se proporcionan una primera válvula de control de gas GCV1 y una segunda válvula de control de gas GCV2 que suministran gas al recipiente de presión indicado por el volumen V. El gas se suministra luego al usuario a través de una válvula de demanda DV. Las válvulas de control de gas GCV1 y GCV2 están controladas por una CPU controladora que también recibe mediciones de presión de un detector de presión P que está conectado al volumen del recipiente a presión V.

45 En la parte superior de la Figura se muestra un primer diagrama que representa, esquemáticamente, la curva de flujo inspiratorio de un paciente, en particular la tasa de flujo inspiratorio (IFR), a lo largo del tiempo t.

50 En la parte central de la Figura se muestra un segundo diagrama que representa, esquemáticamente, la presión p dentro del recipiente a presión a lo largo del tiempo t. En otras palabras, el diagrama superior muestra la demanda de gas y el diagrama inferior muestra la presión en el recipiente a presión. El primer y el segundo diagrama están vinculados con respecto a sus bases de tiempo.

En el momento "inicio de la dosificación", la CPU del controlador abre las dos válvulas de control de gas GCV1 y GCV2 de acuerdo con la relación de mezcla predeterminada. Por consiguiente, la presión en el recipiente a presión aumenta hasta que se alcanza el umbral superior (UTH). Cuando se alcanza el umbral superior UTH, las dos válvulas de control de gas están cerradas tal como se indica en "parada de dosificación".

- 5 Cuando el paciente comienza a inhalar, tal como se muestra en el primer ciclo de inhalación, el gas procedente del recipiente a presión se retira y la presión en el recipiente a presión cae. Sin embargo, dado que el umbral inferior (LTH) aún no se ha alcanzado, la CPU del controlador mantiene cerradas la primera y la segunda válvula de control de gas GCV1, GCV2.

- 10 Sin embargo, al final del segundo ciclo de inhalación del paciente, se alcanza el umbral inferior LTH, de modo que la CPU del controlador abre la primera y la segunda válvulas de control de gas GCV1, GCV2 en el momento "inicio de dosificación". Se suministra gas nuevo al recipiente a presión hasta que se alcanza el umbral superior UTH y la CPU del controlador cierra nuevamente la primera y la segunda válvula de control de gas GCV1, GCV2 en el momento "parada de dosificación". Por medio de este principio, se puede lograr un suministro constante del gas mezclado al paciente.

- 15 Al determinar la pendiente de la curva de presión en el recipiente a presión, es posible determinar el patrón respiratorio del paciente. En los diagramas de la Figura 7 esto se muestra, de una manera a modo de ejemplo, en el momento t_1 . En este momento se determina la pendiente dp/dt de la curva de presión $p(t)$. Sobre la base de la divulgación anterior, el caudal inspiratorio en este momento se puede calcular entonces sobre la base de la ecuación

$$(IFR)_1 = (V/p_1) * (dp/dt)_1,$$

- 20 de modo que el patrón respiratorio pueda determinarse a lo largo del tiempo simplemente midiendo la presión p en el recipiente a presión V . Por supuesto, se necesita hacer correcciones para cualquier dosificación de gas en el recipiente a presión que se produzca durante un ciclo de inhalación o para cualquier gas que se suministre a un nebulizador.

A continuación, la presente divulgación se resume con respecto a algunas de sus realizaciones:

- 25 1. Mezclador de gases para mezclar al menos dos gases diferentes, comprendiendo el mezclador de gases
- una primera válvula de control de gas (10) para suministrar un primer gas,
 - una segunda válvula de control de gas (20) para suministrar un segundo gas,
 - un recipiente a presión (40) en comunicación de fluido con las válvulas de control de gas primera y segunda (10, 20) para recibir y almacenar los gases primero y segundo a una presión por encima de la atmosférica, y
- 30 - una válvula de control de gas de salida (50) en comunicación de fluido con una salida del recipiente a presión para suministrar el gas mezclado procedente del recipiente a presión.
2. Mezclador de gases de acuerdo con 1, en donde la válvula de control de gas de salida es una válvula de demanda (50), preferiblemente una válvula de demanda de basculación, que detecta la demanda de gas de un paciente y suministra el gas mezclado de manera correspondiente.
- 35 3. Mezclador de gases de acuerdo con 1 o 2, en donde el volumen del recipiente a presión (40) está en el intervalo de 0,01 l a 10 l, preferiblemente de 0,1 l a 3 l, más preferiblemente de 0,2 l a 0,5 l, lo más preferiblemente 0,4 l.
4. Mezclador de gases de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones precedentes, en donde el caudal máximo de la primera y/o segunda válvula de control de gas se establece entre 5 l/min y 350 l/min, preferiblemente entre 10 l/min y 200 l/min, más preferiblemente entre 140 l/min y 160 l/min, lo más preferiblemente en 150 l/min.
- 40 5. Mezclador de gases de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones precedentes, que comprende un controlador (70) conectado a las válvulas de control de gas primera y segunda (10, 20) para controlar el funcionamiento de las válvulas de control de gas primera y segunda (10, 20) sobre la base de una relación de mezcla predeterminada.
- 45 6. Mezclador de gases de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones precedentes, que comprende un detector de presión (72) para detectar la presión en el recipiente a presión (40), estando conectado el detector de presión, preferiblemente a través de un controlador (70), a la primera y segunda válvulas de control de gas para controlar el suministro del primer y segundo gas en el recipiente a presión.
- 50

7. Mezclador de gases de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones precedentes, que incluye al menos un detector de flujo (16, 26) dispuesto para detectar el flujo, preferiblemente el flujo másico, del primer y/o segundo gas en el recipiente a presión, estando el detector de flujo conectado, preferiblemente a través de un controlador (70), a las válvulas de control de gas primera y segunda para controlar la primera y/o la segunda válvulas de control de gas en base al flujo de gas medido por al menos un detector de flujo.
8. Mezclador de gases de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones precedentes, en donde la primera y/o la segunda válvula de control de gas es una válvula de control de gas eléctrica, hidráulica o neumática controlable por un controlador (70) y/o en donde la primera y/o la segunda válvula de control de gas es un controlador de flujo másico (100, 200).
9. Mezclador de gases de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones precedentes, en donde un detector de presión de gas (74) está dispuesto aguas abajo de la válvula de control de gas de salida (50) para detectar la presión de gas del gas mezclado administrado a un paciente, estando dispuesto el detector de presión de gas entre la válvula (50) de control de gas de salida y una interfaz del paciente, preferiblemente en forma de una máscara (60), una máscara nasal, una máscara completa, una máscara CPCP, una máscara anestésica y/o una boquilla para administrar el gas a un paciente.
10. Mezclador de gases de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones precedentes, en donde una interfaz del paciente, preferiblemente en forma de una máscara (60), una máscara nasal, una máscara facial completa, una máscara CPCP, una máscara facial anestésica y/o una boquilla para administrar el gas mezclado a un paciente está en comunicación de fluido con el lado de salida de la válvula de control de gas de salida (50).
11. Mezclador de gases de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones precedentes, en donde un regulador de presión (14, 24) está dispuesto entre un suministro de gas (12, 22) y la primera y/o segunda válvula de control de gas (10, 20) respectiva para regular la presión del gas suministrado en el lado de entrada de la válvula de control de gas (10, 20) respectiva y/o en donde un detector de presión (76) está dispuesto aguas arriba de la primera y/o segunda válvula de control de gas (10, 20) para medir la presión en el lado de entrada de la válvula de control de gas (10, 20) respectiva.
12. Mezclador de gases de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones precedentes, en donde un analizador, preferiblemente conectado a un controlador (70), está dispuesto para analizar la presencia de un gas predeterminado en al menos una de las válvulas de control de gas primera y segunda (10, 20), correlacionando el estado de apertura de la respectiva válvula de control de gas con un flujo de gas en el lado de salida de la válvula de control de gas respectiva medida por un detector de flujo (16, 26).
13. Mezclador de gases de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones precedentes, en donde un nebulizador (80) está en comunicación de fluido con el recipiente a presión (40), preferiblemente a través de un regulador de presión y/o a través de una válvula de control de gas del nebulizador.
14. Mezclador de gases de acuerdo con 13, en donde una válvula de control de gas del nebulizador está situada entre el recipiente a presión (40) y el nebulizador (80) y en donde la válvula de control de gas del nebulizador se controla por medio de un controlador (70) sobre la base de la demanda de gas de un paciente.
15. Mezclador de gas de acuerdo con la reivindicación 13 o 14, en donde la válvula de control de gas nebulizador (82) es una válvula controlable, preferiblemente una válvula de solenoide, y el flujo al nebulizador (80) a través de la válvula de control del nebulizador (82) es ajustable sobre la base del gradiente de presión determinado sobre la base de la presión medida en el recipiente a presión (40).
16. Mezclador de gases de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones precedentes, en donde está presente un analizador para analizar y/o visualizar parámetros respiratorios de un paciente, en particular una curva de flujo de un paciente, un valor de flujo respiratorio pico de un paciente, un dispositivo respiratorio volumen minuto de un paciente y/o la frecuencia respiratoria de un paciente sobre la base del estado de apertura de las válvulas de control de gas primera y segunda (10, 20) y/o sobre la base de un flujo de gas medido por al menos un detector del flujo (16, 26) dispuesto para detectar el flujo, preferiblemente el flujo másico, del primer y/o segundo gas en el recipiente a presión, en donde el analizador preferiblemente está en comunicación con un controlador (70).
17. Mezclador de gases de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones precedentes, en donde un controlador (70) está dispuesto para abrir y cerrar simultáneamente las válvulas de control de gas primera y segunda (10, 20) y preferiblemente controlar el flujo de gas del primer y segundo gases para que sea constante al suministrar los gases primero y segundo en el recipiente a presión.

18. Método para mezclar al menos dos gases, que comprende las etapas:
 - suministrar un primer gas a través de una primera válvula de control de gas (10) a un recipiente a presión (40),
 - 5 - suministrar un segundo gas a través de una segunda válvula de control de gas (20) al recipiente a presión (40),
 - controlar los flujos de los dos gases controlando las válvulas de control de gas primera y segunda para obtener una relación de mezcla predeterminada de los gases en el recipiente a presión (40),
 - suministrar el gas mezclado a través de una válvula de control de gas de salida (50) situada en comunicación de fluido con el recipiente a presión (40).
- 10 19. Método de acuerdo con 18, que comprende la etapa de suministrar el gas mezclado desde el recipiente a presión (40) a un paciente dependiendo de la demanda de gas del paciente, preferiblemente a través de una válvula de control de gas de salida en forma de una válvula de demanda, más preferiblemente a través de una válvula de demanda de basculación.
- 15 20. Método de acuerdo con 18 o 19, que comprende las etapas de detectar la presión en el recipiente a presión (40), abrir las válvulas de control de gas primera y segunda (10, 20) para suministrar gas al recipiente a presión (40) si la presión dentro del recipiente a presión está por debajo de un umbral inferior predeterminado, y cerrar la primera y la segunda válvulas de control de gas (10, 20) si la presión dentro del
20 recipiente a presión está por encima de un umbral superior, estando preferiblemente la diferencia entre el umbral superior y el inferior en un intervalo de entre 0,01 y 2 bares, más preferiblemente entre 0,2 y 1,5 bares, lo más preferiblemente entre 0,5 y 1,4 bares.
- 25 21. Método de acuerdo con una cualquiera de 18 a 20, que comprende las etapas adicionales de detectar el flujo, preferiblemente el flujo másico, del primer y/o segundo gas en el recipiente a presión por medio de al menos un detector de flujo, y controlar, preferiblemente a través de un controlador (70), la primera y/o la segunda válvulas de control de gas sobre la base del flujo de gas detectado por al menos un detector de flujo.
- 30 22. Método de acuerdo con una cualquiera de 18 a 21, que comprende las etapas adicionales de detectar la presión de gas del gas mezclado administrado a un paciente por medio de un detector de la presión de gas (74) dispuesto aguas abajo de la válvula de control de gas de salida (50) y controlar, preferiblemente a través de un controlador (70), las válvulas de control de gas primera y segunda (10, 20) sobre la base de la presión de gas detectada.
- 35 23. Método de acuerdo con una cualquiera de 18 a 22, que comprende la etapa de regular la presión del gas suministrado al lado de entrada de la primera y segunda válvulas de control de gas (10, 20) y/o determinar la presión en el lado de entrada de la primera y segunda válvulas de control de gas (10, 20).
- 40 24. Método de acuerdo con una cualquiera de 18 a 23, que comprende las etapas adicionales de analizar por medio de un analizador la presencia de un gas predeterminado en al menos una de las válvulas de control de gas primera y segunda (10, 20) al correlacionar el estado de apertura de la válvula de control de gas (10, 20) respectiva con un flujo de gas en el lado de salida de la válvula de control de gas respectiva detectada por un detector de flujo (16, 26).
- 45 25. Método de acuerdo con una cualquiera de 18 a 24, que comprende la etapa adicional de proporcionar un nebulizador (80) con gas procedente del recipiente a presión (40), preferiblemente a través de un regulador de la presión y/o a través de una válvula de control de gas del nebulizador.
- 50 26. Método de acuerdo con 25, que comprende la etapa adicional de controlar el suministro de gas al nebulizador sobre la base de la demanda de gas de un paciente por medio de una válvula de control de gas situada entre el recipiente a presión (40) y el nebulizador (80).
27. Método de acuerdo con la reivindicación 25 o 26, en el que la válvula (82) de control de gas del nebulizador es una válvula controlable, preferiblemente una válvula de solenoide, y el flujo al nebulizador (80) a través de la válvula (82) de control del nebulizador se ajusta sobre la base del gradiente de presión determinado sobre la base de la presión medida en el recipiente a presión (40).
28. Método de acuerdo con una cualquiera de 18 a 27, que comprende la etapa adicional de analizar y/o mostrar mediante un analizador parámetros respiratorios de un paciente, en particular una curva del flujo respiratorio de un paciente, un valor del flujo respiratorio pico de un paciente, un volumen minuto respiratorio de un paciente y/o una frecuencia respiratoria de un paciente sobre la base del estado de

apertura de la primera y segunda válvula de control de gas (10, 20) y/o sobre la base de un flujo de gas medido por al menos un detector de flujo (16, 26) dispuesto para detectar el flujo, preferiblemente el flujo másico, del primer y/o segundo gas en el recipiente a presión.

29. Método de acuerdo con una cualquiera de 18 a 28, en el que la primera y la segunda válvula de control de gas (10, 20) se abren y/o cierran simultáneamente y el flujo de gas a lo largo del tiempo del primer y segundo gases es preferiblemente constante.
30. Dispositivo médico que utiliza el mezclador de gases y/o el método de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones precedentes.
31. Analizador, preferiblemente conectado a un controlador (70), dispuesto para analizar la presencia de un gas predeterminado en una válvula de control de gas (10, 20), correlacionando el estado de apertura de la válvula de control de gas respectiva con un flujo de gas en el lado de salida de la válvula de control de gas respectiva medida por un detector de flujo (16, 26).
32. Analizador de acuerdo con 31, en donde la válvula de control de gas y el detector de flujo están integrados en un controlador de flujo másico (100, 200).
33. Método para analizar la presencia de un gas predeterminado en una válvula de control de gas (10, 20), correlacionando el estado de apertura de la válvula de control de gas con un flujo de gas en el lado de salida de la válvula de control de gas detectada por un detector de flujo (16, 26).
34. Dispositivo médico para suministrar un gas a un paciente, que incluye un recipiente a presión (40) para recibir y almacenar un gas a una presión por encima de la atmosférica, una válvula de control de gas de salida (50) para suministrar el gas desde el recipiente a presión al paciente y un nebulizador (80) en comunicación de fluido con el recipiente a presión (40), preferiblemente a través de un regulador de la presión y/o a través de una válvula de control de gas nebulizador.
35. Método de hacer funcionar un dispositivo médico, que incluye las etapas de suministrar el gas a un paciente desde un recipiente a presión a través de una válvula de control de gas de salida (50) y suministrar gas desde el recipiente a presión (40) a un nebulizador (80), preferiblemente a través de un regulador de la presión y/o una válvula de control de gas del nebulizador.
36. Dispositivo médico para suministrar un gas a un paciente a través de una válvula de control de gas (10, 20), que incluye un analizador para analizar y/o visualizar parámetros respiratorios de un paciente, en particular un valor del flujo respiratorio de un paciente, un volumen respiratorio pico de un paciente, un volumen minuto respiratorio de un paciente y/o una frecuencia respiratoria de un paciente sobre la base del estado de apertura de la válvula de control de gas y/o sobre la base de un flujo de gas medido por al menos un detector de flujo (16, 26) dispuesto para detectar el flujo, preferiblemente el flujo másico, del gas suministrado.
37. Método para hacer funcionar un dispositivo médico, que comprende las etapas de analizar y/o visualizar mediante un analizador parámetros respiratorios de un paciente, en particular visualizar los parámetros respiratorios de un paciente, en particular un valor de flujo respiratorio de un paciente, un volumen respiratorio pico de un paciente, un volumen minuto respiratorio de un paciente y/o una frecuencia respiratoria de un paciente sobre la base de un estado de apertura de una válvula de control de gas (10, 20) para suministrar un gas al paciente y/o sobre la base de un flujo de gas medido por al menos un detector de flujo (16, 26) dispuesto para detectar el flujo, preferiblemente el flujo másico, del gas suministrado al paciente.

El alcance de la invención está definido por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Mezclador de gases para mezclar al menos dos gases diferentes, comprendiendo el mezclador de gases
 - una primera válvula de control de gas (10) para suministrar un primer gas,
 - una segunda válvula de control de gas (20) para suministrar un segundo gas,
- 5
 - un recipiente a presión (40) en comunicación de fluido con las válvulas de control de gas primera y segunda (10, 20) para recibir y almacenar los gases primero y segundo a una presión por encima de la atmosférica, y
 - una válvula de control de gas de salida (50) en comunicación de fluido con una salida del recipiente a presión para suministrar el gas mezclado procedente del recipiente a presión.
- 10 2. Mezclador de gases de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la válvula de control de gas de salida es una válvula de demanda (50), preferiblemente una válvula de demanda de basculación, que detecta la demanda de gas de un paciente y suministra el gas mezclado de manera correspondiente.
3. Mezclador de gases de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el volumen del recipiente a presión (40) está en el intervalo de 0,01 l a 10 l, preferiblemente de 0,1 l a 3 l, más preferiblemente de 0,2 l a 0,5 l, lo más preferiblemente 0,4 l.
- 15 4. Mezclador de gases de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el caudal máximo de la primera y/o segunda válvula de control de gas se establece entre 5 l/min y 350 l/min, preferiblemente entre 10 l/min y 200 l/min, más preferiblemente entre 140 l/min y 160 l/min, lo más preferiblemente en 150 l/min.
5. Mezclador de gases de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende un controlador (70) conectado a las válvulas de control de gas primera y segunda (10, 20) para controlar el funcionamiento de las válvulas de control de gas primera y segunda (10, 20) sobre la base de una relación de mezcla predeterminada.
- 20 6. Mezclador de gases de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende un detector de presión (72) para detectar la presión en el recipiente a presión (40), estando conectado el detector de presión, preferiblemente a través de un controlador (70), a la primera y segunda válvulas de control de gas para controlar el suministro del primer y segundo gas en el recipiente a presión.
- 25 7. Mezclador de gases de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que incluye al menos un detector de flujo (16, 26) dispuesto para detectar el flujo, preferiblemente el flujo másico, del primer y/o segundo gas en el recipiente a presión, estando el detector de flujo conectado, preferiblemente a través de un controlador (70), a las válvulas de control de gas primera y segunda para controlar la primera y/o la segunda válvulas de control de gas en base al flujo de gas medido por al menos un detector de flujo.
- 30 8. Mezclador de gases de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones precedentes, en donde la primera y/o la segunda válvula de control de gas es una válvula de control de gas eléctrica, hidráulica o neumática controlable por un controlador (70) y/o en donde la primera y/o la segunda válvula de control de gas es un controlador de flujo másico (100, 200).
- 35 9. Mezclador de gases de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde un nebulizador (80) está en comunicación de fluido con el recipiente a presión (40), preferiblemente a través de un regulador de presión y/o a través de una válvula (82) de control de gas del nebulizador.
10. Método para mezclar al menos dos gases, que comprende las etapas:
 - 40
 - suministrar un primer gas a través de una primera válvula de control de gas (10) a un recipiente a presión (40),
 - suministrar un segundo gas a través de una segunda válvula de control de gas (20) al recipiente a presión (40),
 - 45
 - controlar los flujos de los dos gases controlando las válvulas de control de gas primera y segunda para obtener una relación de mezcla predeterminada de los gases en el recipiente a presión (40),
 - suministrar el gas mezclado a través de una válvula de control de gas de salida (50) situada en comunicación de fluido con el recipiente a presión (40).
11. Método de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende las etapas de detectar la presión en el recipiente a presión (40), abrir las válvulas de control de gas primera y segunda (10, 20) para suministrar gas al recipiente a

- 5 presión (40) si la presión dentro del recipiente a presión está por debajo de un umbral inferior predeterminado, y cerrar la primera y la segunda válvulas de control de gas (10, 20) si la presión dentro del recipiente a presión está por encima de un umbral superior, estando preferiblemente la diferencia entre el umbral superior y el inferior en un intervalo de entre 0,01 y 2 bares, más preferiblemente entre 0,2 y 1,5 bares, lo más preferiblemente entre 0,5 y 1,4 bares.
12. Método de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, que comprende las etapas adicionales de detectar el flujo, preferiblemente el flujo másico, del primer y/o segundo gas en el recipiente a presión por medio de al menos un detector de flujo, y controlar, preferiblemente a través de un controlador (70), la primera y/o la segunda válvulas de control de gas sobre la base del flujo de gas detectado por al menos un detector de flujo.
- 10 13. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, que comprende la etapa adicional de proporcionar un nebulizador (80) con gas procedente del recipiente a presión (40), preferiblemente a través de un regulador de la presión y/o a través de una válvula de control de gas del nebulizador.
- 15 14. Dispositivo médico para suministrar un gas a un paciente a través de un mezclador de gases de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, que incluye, además, un analizador para analizar y/o visualizar parámetros respiratorios de un paciente, en particular un valor del flujo respiratorio de un paciente, un volumen respiratorio pico de un paciente, un volumen minuto respiratorio de un paciente y/o una frecuencia respiratoria de un paciente sobre la base del estado de apertura de la válvula de control de gas y/o sobre la base de un flujo de gas medido por al menos un detector de flujo (16, 26) dispuesto para detectar el flujo, preferiblemente el flujo másico, del gas suministrado.

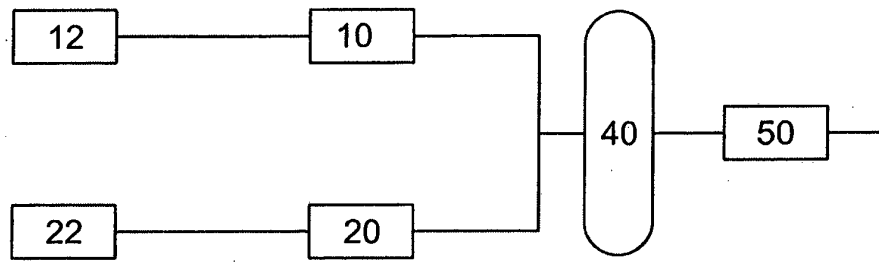


Fig. 1

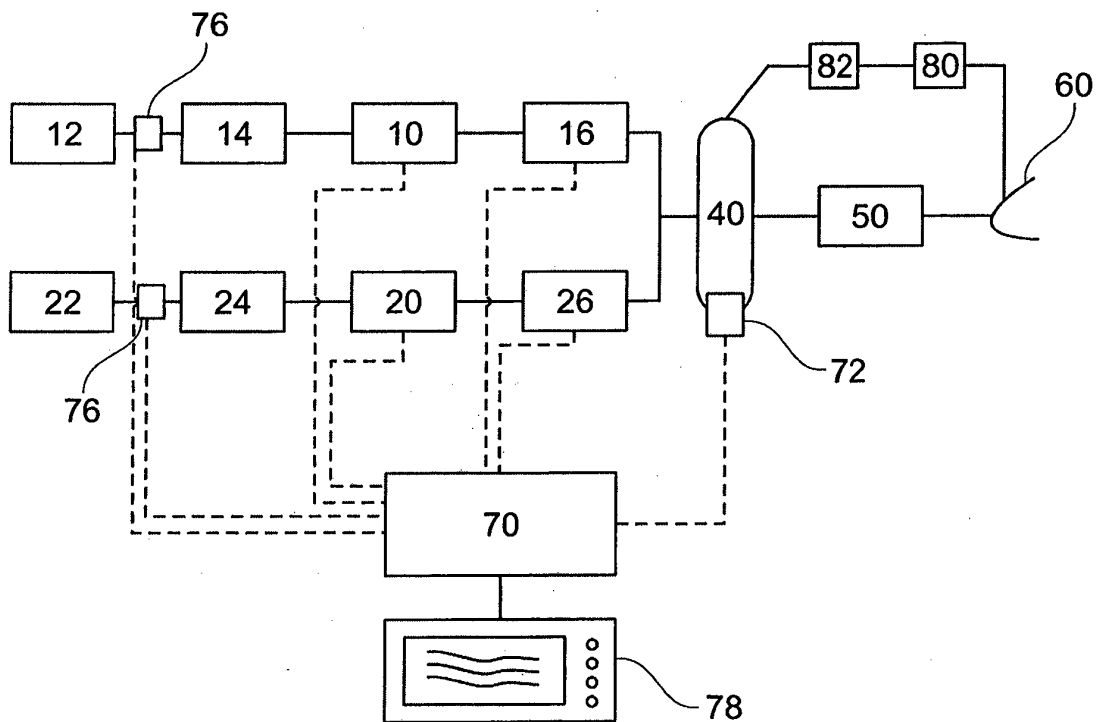


Fig. 2

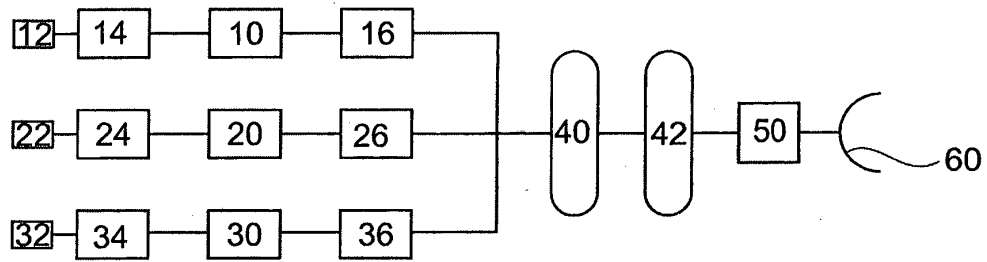


Fig. 3

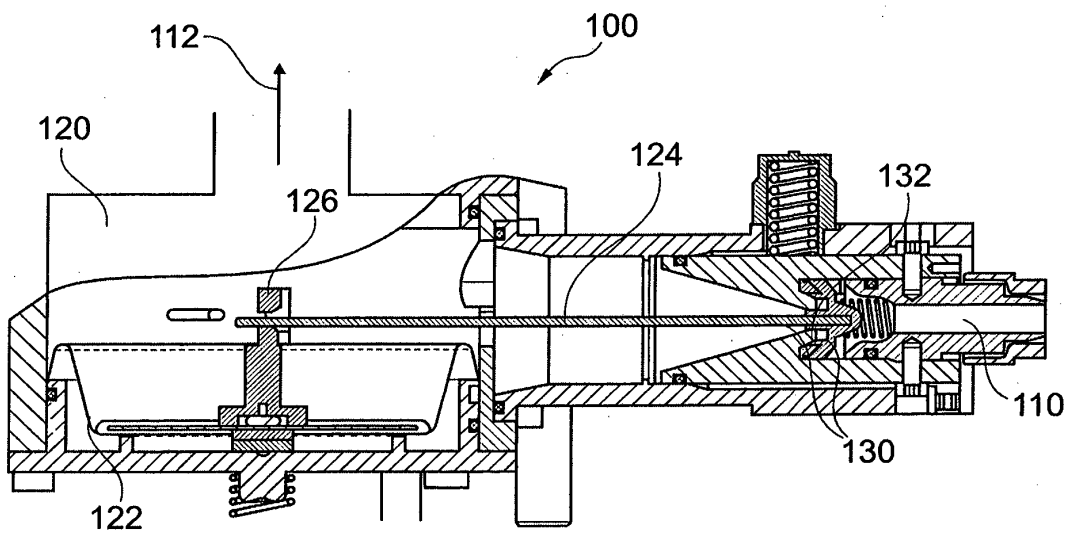


Fig. 4

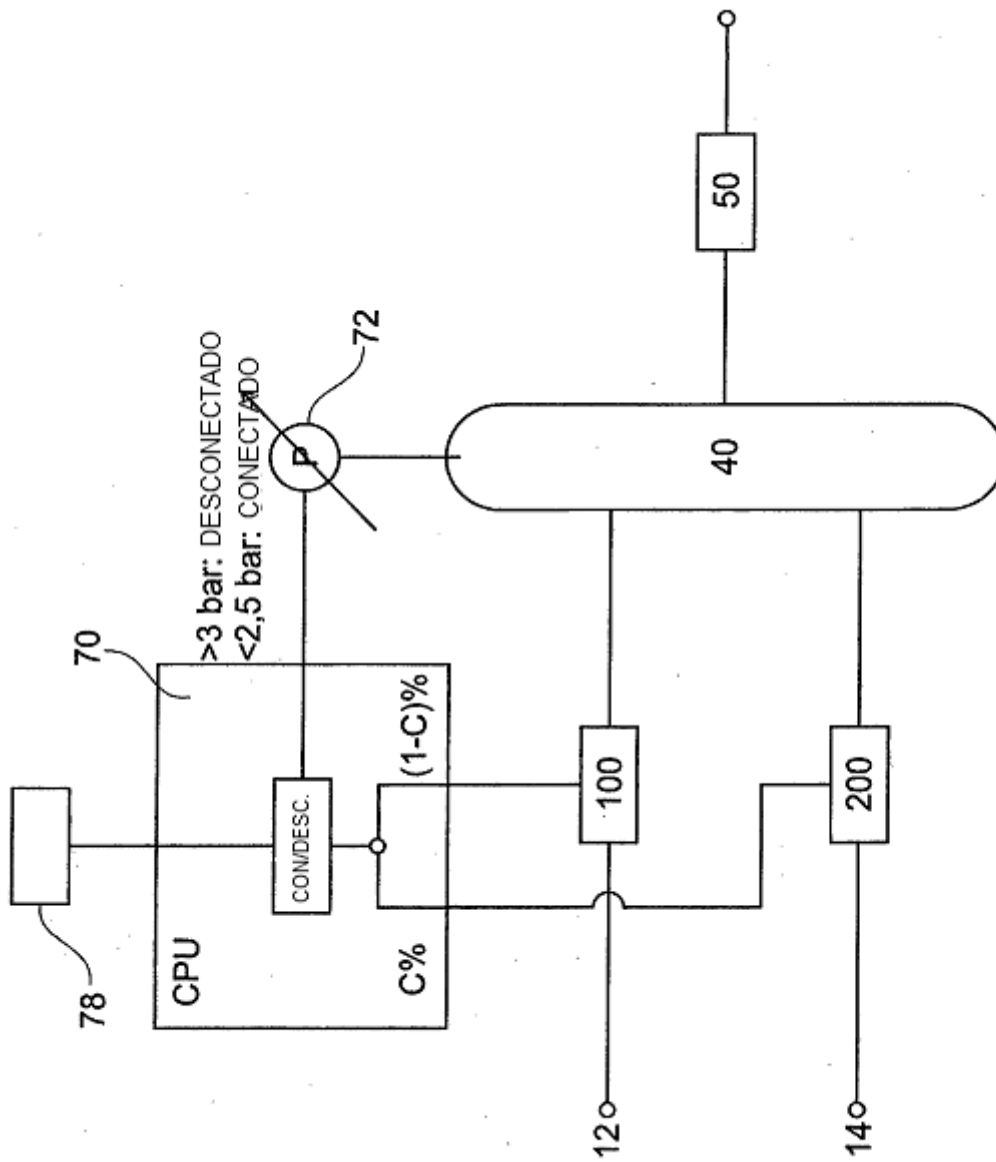


Fig. 5

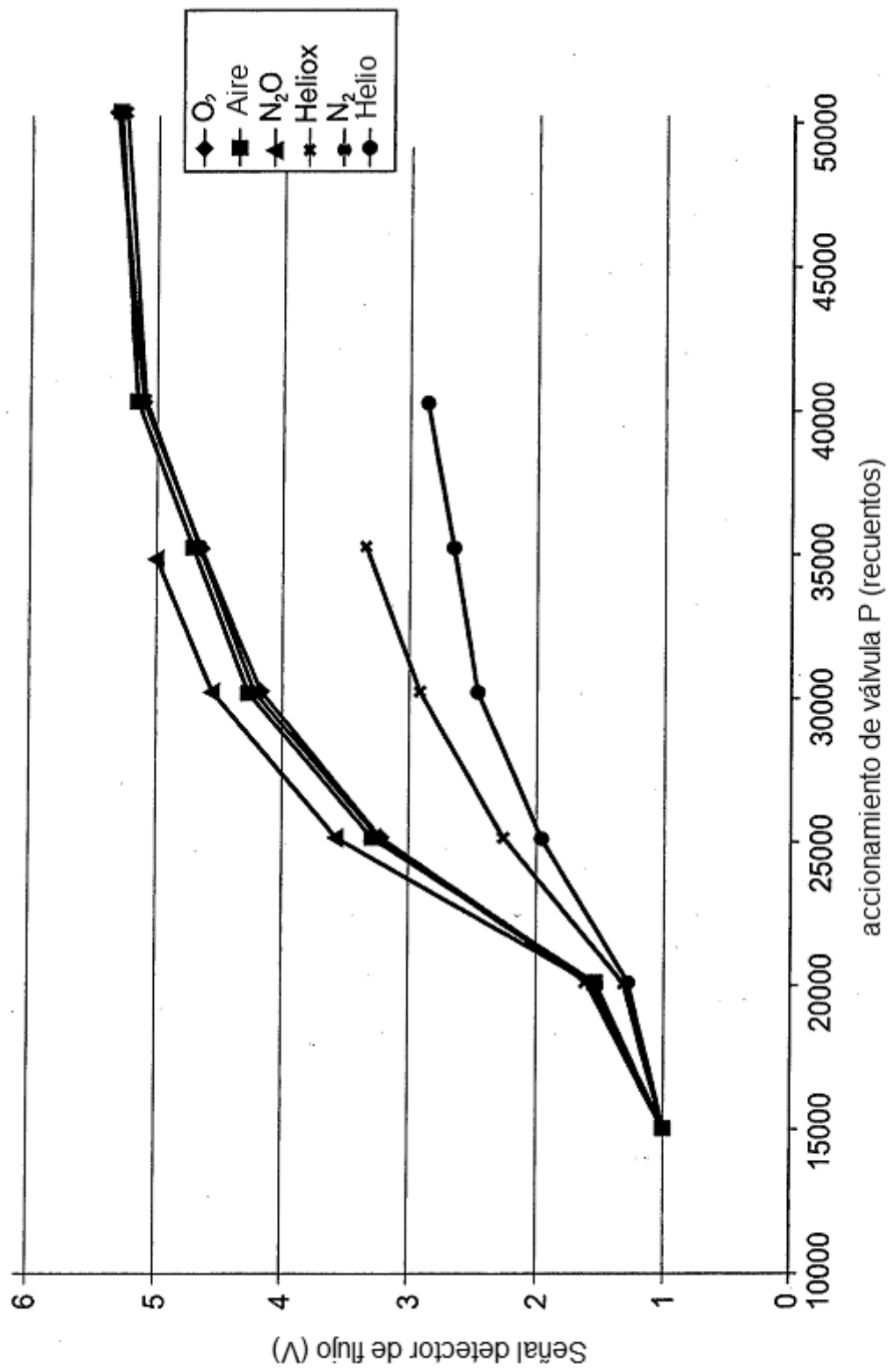


Fig. 6

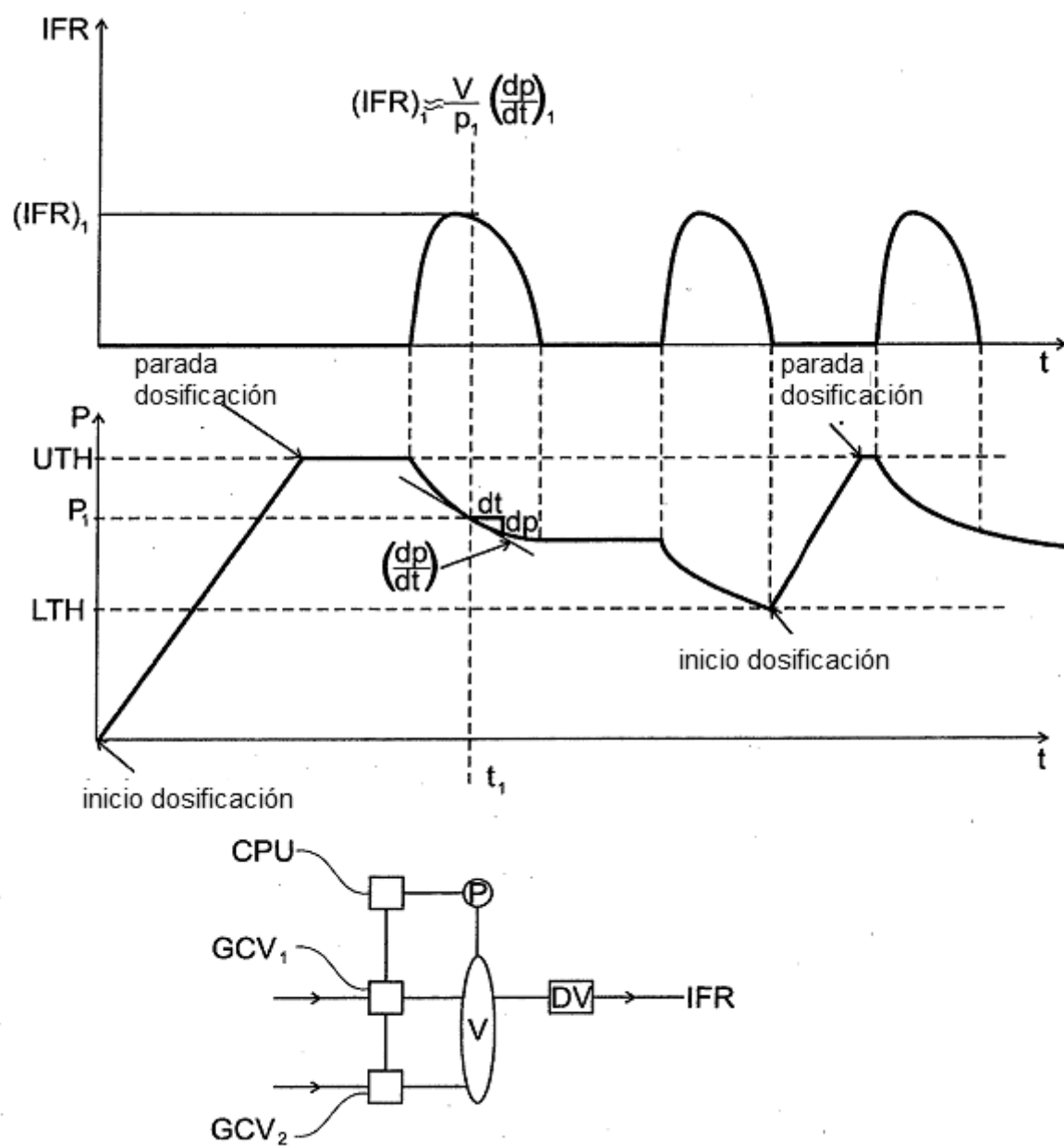


Fig. 7