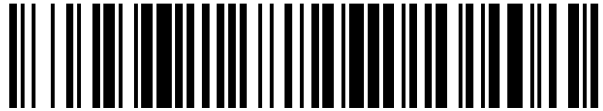


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 004 139**

51 Int. Cl.:

A61B 5/00 (2006.01)
A61B 5/11 (2006.01)
A61M 16/00 (2006.01)
A61M 16/10 (2006.01)
A61M 16/12 (2006.01)
A61M 16/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.01.2017 E 21217486 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2024 EP 3995073**

54 Título: **Compensación para interrupciones en la medición del flujo de gas respiratorio**

30 Prioridad:

02.02.2016 US 201662290430 P

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

11.03.2025

73 Titular/es:

**MALLINCKRODT PHARMACEUTICALS IRELAND LIMITED (100.00%)
College Business & Technology Park, Cruiserath,
Blanchardstown
Dublin 15, IE**

72 Inventor/es:

**ACKER, JARON, M. y
TOLMIE, CRAIG, R**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 3 004 139 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

Compensación para interrupciones en la medición del flujo de gas respiratorio

Campo

La presente descripción se refiere en general al suministro de gas terapéutico a pacientes.

5 Antecedentes

Se puede administrar gas terapéutico a los pacientes para proporcionarles beneficios médicos. Uno de dichos gases terapéuticos es el óxido nítrico (NO), que, cuando se inhala, actúa para dilatar los vasos sanguíneos en los pulmones, mejorando la oxigenación de la sangre y reduciendo la hipertensión pulmonar. Debido a esto, el óxido nítrico se puede proporcionar como gas terapéutico en los gases respiratorios inspiratorios para pacientes con hipertensión pulmonar.

10 Muchos de estos pacientes que pueden beneficiarse del gas de óxido nítrico reciben gas respiratorio de un circuito respiratorio asociado a un ventilador (por ejemplo, un ventilador de flujo constante, un ventilador de flujo variable, un ventilador de alta frecuencia, un ventilador de presión positiva de vía aérea de dos niveles o un ventilador BiPAP, etc.). Para proporcionar óxido nítrico a un paciente que recibe gas respiratorio de un ventilador, se puede inyectar óxido nítrico en el gas respiratorio que fluye en el circuito respiratorio. Este óxido nítrico inhalado (iNO) se proporciona a
15 a menudo como una concentración constante, que se proporciona basándose en la administración proporcional del NO al gas respiratorio.

Aunque lo anterior proporciona muchos beneficios, sigue existiendo la necesidad de mejoras en la administración de gases terapéuticos. Por ejemplo, sigue existiendo la necesidad de nuevas técnicas para al menos abordar situaciones tales como, pero no limitadas a, interrupciones en los sistemas de flujo de gas respiratorio utilizados en la
20 administración de gases terapéuticos tales como óxido nítrico.

El documento US 2015/0320952A1 describe un sistema de administración de gas terapéutico que proporciona información sobre el tiempo de funcionamiento hasta el vaciado. El sistema incluye un sensor de presión de gas, un controlador, un sensor de temperatura de gas, al menos un controlador de flujo, al menos un sensor de flujo y una
25 pantalla. El documento US2015/0314101A1 describe sistemas y métodos para la administración de gas terapéutico a pacientes que lo necesitan, que reciben gas respiratorio de un ventilador de alta frecuencia utilizando al menos una medición mejorada del flujo de gas terapéutico.

Resumen

La invención se define en la reivindicación independiente 1. Modos de realización preferidos se describen en las reivindicaciones dependientes.

30 Aspectos de la presente descripción se refieren a sistemas de administración de gas terapéutico (por ejemplo, sistemas de administración de óxido nítrico) que utilizan nuevas técnicas para compensar errores o interrupciones en la medición del flujo de gas respiratorio. En algunos ejemplos, los sistemas de administración de gas terapéutico descritos en el presente documento almacenan datos de caudal de gas respiratorio históricos (por ejemplo, caudal
35 medio de gas respiratorio, formas de onda de caudal de gas respiratorio, etc.) y pueden utilizar estos datos de caudal de gas respiratorio históricos cuando los datos de caudal de gas respiratorio actuales no están disponibles o no son fiables. Como resultado, dichos sistemas de administración de gas terapéutico de ejemplo pueden seguir proporcionando suministro de gas terapéutico sin ninguna interrupción significativa en el tratamiento.

En un ejemplo de una implementación, se proporciona un aparato de administración de gas terapéutico, el aparato que comprende: un módulo inyector de gas terapéutico configurado para ser colocado en comunicación fluida con un
40 circuito respiratorio vinculado al ventilador, el módulo inyector de gas terapéutico que incluye una entrada de flujo de gas respiratorio, una entrada de flujo de gas terapéutico y una salida combinada de gas respiratorio y gas terapéutico para proporcionar un flujo combinado de gas respiratorio y gas terapéutico a un paciente, que lo necesita; un primer sensor de flujo configurado para detectar datos de caudal de gas respiratorio; y un controlador configurado para controlar el caudal de administración del gas respiratorio basándose en un primer modo, y tras la detección de una
45 interrupción, configurado para controlar el flujo de administración del gas respiratorio basándose en los datos de caudal de gas respiratorio históricos detectados previamente por el primer sensor de flujo y almacenados en la memoria.

El controlador comprende una memoria configurada para almacenar datos de caudal históricos relacionados con los datos de caudal de gas respiratorio detectados por el primer sensor de flujo; y un procesador de detección configurado para detectar una interrupción de los datos de caudal de gas respiratorio detectados del primer sensor de flujo, en
50 donde el primer sensor de flujo es un sensor de flujo inspiratorio de gas, y el controlador está configurado para utilizar el caudal de gas respiratorio histórico basado en un promedio histórico tras la detección de una interrupción en forma de un fallo de un funcionamiento de un sensor de flujo inspiratorio de gas. Los datos de caudal históricos pueden incluir uno o más de un caudal de gas respiratorio promedio móvil, un caudal de gas respiratorio medio móvil y/o una forma de onda de caudal de gas. Los datos de caudal históricos pueden almacenarse durante un período en el rango
55 de entre 10 segundos a 5 minutos. El caudal de gas respiratorio detectado puede recibirse del módulo inyector. El

caudal de gas respiratorio detectado puede recibirse del ventilador. Los datos de caudal de gas respiratorio detectados pueden comprender primeros datos de caudal de gas respiratorio y segundos datos de caudal de gas respiratorio y en donde los primeros y segundos datos de caudal de gas respiratorio se reciben del módulo inyector y los segundos datos de caudal de gas respiratorio se reciben del ventilador. El controlador puede comparar los datos de caudal respectivos de los primeros datos de caudal de gas respiratorio con los segundos datos de caudal de gas respiratorio. El controlador puede estar configurado para reanudar automáticamente la administración de un flujo de gas respiratorio basándose en el primer modo, tras la detección y/o entrada de que el primer sensor de flujo ha sido reconectado, reemplazado y/o reparado. El controlador puede estar configurado además para utilizar al menos uno de, un suavizado de datos y/o un filtrado de paso bajo para eliminar los puntos de datos de flujo almacenados atípicos.

En otro ejemplo de una implementación, se proporciona un método para la administración de gas terapéutico a un paciente, el método que comprende: controlar a través de un controlador el flujo de gas respiratorio a un paciente en un primer modo; recibir datos de caudal detectados del flujo de gas respiratorio; almacenar en una memoria datos de caudal históricos relacionados con los datos de caudal de gas respiratorio recibidos por el sensor; detectar una interrupción de los datos de caudal de gas respiratorio detectados del sensor; y controlar a través del controlador el flujo de gas respiratorio en un modo temporal en lugar del primer modo, basándose en los datos de caudal de gas respiratorio recibidos.

Los datos de caudal detectado históricos pueden comprender uno o más de un caudal de gas respiratorio promedio móvil, un caudal de gas respiratorio medio móvil y/o una forma de onda de caudal de gas. El almacenamiento de los datos de caudal históricos puede incluir el almacenamiento de los datos de caudal históricos durante un periodo en el rango de entre 10 segundos y 5 minutos. El método puede comprender además volver al primer modo cuando se detecta una discontinuidad de la interrupción. La recepción de los datos de caudal recibidos incluye la recepción de unos primeros datos de caudal recibido y unos segundos datos de caudal recibido y la detección de la interrupción incluye la detección de la interrupción comparando los datos respectivos de caudal entre los dos o más grupos de datos de caudal recibidos.

En otro ejemplo de una implementación, se proporciona un aparato para la administración de óxido nítrico y gas terapéutico a un paciente, que comprende: un controlador configurado para controlar el flujo de gas a un paciente en un primer modo y para recibir datos de caudal detectados; un receptor configurado para recibir datos de caudal detectados del flujo de gas respiratorio; una memoria configurada para almacenar datos de caudal de gas respiratorio recibidos relacionados con datos de flujo históricos detectados previamente; un detector configurado para detectar una interrupción de los datos de caudal de gas respiratorio recibidos a partir de los datos de caudal de gas respiratorio recibidos; y en donde el controlador está configurado además para recuperar datos de caudal históricos y para controlar el caudal de gas respiratorio en un modo temporal, en lugar del primer modo, basándose en el caudal histórico.

Los datos de caudal detectado históricos pueden comprender uno o más de un caudal de gas respiratorio promedio móvil, un caudal de gas respiratorio medio móvil y/o una forma de onda de caudal de gas respiratorio. Los datos de caudal históricos pueden almacenarse durante un periodo en el rango de entre 10 segundos y 5 minutos. El controlador puede configurarse además para volver al primer modo cuando se detecta una discontinuidad de la interrupción. Los datos recibidos de caudal detectado pueden comprender unos primeros datos de caudal recibidos y unos segundos datos de caudal recibidos de dos o más sensores, y la detección de la interrupción puede incluir la comparación de datos de caudal entre los dos o más datos de caudal recibidos.

Otras características y aspectos serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, los dibujos y las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

Las características y ventajas de la presente descripción se entenderán de forma más completa con referencia a la siguiente descripción detallada cuando se toma junto con las figuras adjuntas, en las que:

La figura 1 representa de manera ilustrativa un sistema de administración de óxido nítrico de ejemplo que tiene un sensor de flujo en un circuito de respiración, de acuerdo con descripciones de ejemplo de la presente descripción;

La figura 2 representa de manera ilustrativa un sistema de administración de óxido nítrico de ejemplo en comunicación con un ventilador, de acuerdo con descripciones de ejemplo de la presente descripción;

La figura 3 representa de manera ilustrativa un sistema de administración de óxido nítrico de ejemplo que tiene un sensor de flujo en un circuito de respiración y también en comunicación con un ventilador, de acuerdo con descripciones de ejemplo de la presente descripción;

La figura 4 representa de manera ilustrativa un diagrama de flujo de ejemplo de un método para la compensación de ejemplo de la administración de NO durante interrupciones en la medición del flujo de gas respiratorio; y

La figura 5 representa de manera ilustrativa una variación del diagrama de flujo del método mostrado en la figura 4.

Descripción detallada

La presente descripción se refiere en general a sistemas y métodos para la administración de gas terapéutico a pacientes (por ejemplo, pacientes que reciben gas respiratorio, que puede incluir gas terapéutico, desde un ventilador a través de un circuito de respiración) utilizando técnicas previamente desconocidas para compensar interrupciones en la medición del flujo de gas respiratorio, por ejemplo, tal como cuando la medición del flujo de gas respiratorio no está disponible o no es fiable. Dichas técnicas pueden incluir, pero no están limitadas a, el uso de datos de caudal de gas respiratorio históricos, tales como caudales promedios móviles, caudales medios móviles, integraciones de flujo durante un período de tiempo conocido para determinar el volumen de gas y/o formas de onda de flujo, por nombrar unos pocos. Al menos algunas de estas técnicas se pueden utilizar para mitigar la interrupción en la administración de gas terapéutico y/o garantizar que no haya interrupciones en la administración de gas terapéutico. Reducir y/o eliminar la interrupción de la administración de gas terapéutico a un paciente que lo necesita puede, entre otras cosas, mejorar la seguridad del paciente (por ejemplo, reducir y/o eliminar un riesgo de hipertensión pulmonar de rebote, reducir y/o eliminar una dosificación incorrecta, etc.).

Los sistemas y métodos descritos en el presente documento pueden administrar gas terapéutico a un paciente desde un sistema de administración a un módulo inyector, que a su vez puede estar en comunicación fluida con un circuito respiratorio (vinculado a un ventilador) del que el paciente recibe gas respiratorio. Estos sistemas y métodos pueden incluir al menos un sensor de flujo de gas respiratorio que puede medir el flujo de gas respiratorio del paciente en el circuito respiratorio. Además, los sistemas y métodos descritos en el presente documento pueden administrar gas terapéutico al circuito respiratorio de manera que la corriente libre de gas terapéutico se mezcle con el gas respiratorio del paciente. Ventajosamente, el sistema de administración de gas terapéutico y los métodos descritos en el presente documento pueden almacenar mediciones de flujo de gas respiratorio anteriores para su uso en el caso de una interrupción en la medición de flujo de gas respiratorio.

El término "interrupción" se utiliza en el presente documento para abarcar todos y cada uno de los diversos tipos de interrupciones. Por ejemplo, el término "fallo" se utiliza, a veces, en el presente documento para referirse a cualquier tipo de interrupción. Por ejemplo, un tipo de ejemplo de interrupción puede ocurrir cuando un sensor de gas se desacopla de, y/o pierde la comunicación eléctrica con, un módulo de control vinculado a un sistema de administración de óxido nítrico de ejemplo. Otro tipo de ejemplo de interrupción, en el caso de múltiples sensores, es cuando uno o más sensores proporcionan lecturas inexactas o no coincidentes. Otro tipo de ejemplo de interrupción más puede ser cuando las lecturas de un sensor son reconocidas por el controlador como desviadas de los rangos normales, esperados y/o deseados, lo que puede incluir, por ejemplo, un cese parcial o total de los datos recibidos del sensor que probablemente sean inexactos. Otro tipo de ejemplo de interrupción es cuando el propio sensor u otros componentes relacionados con la administración de gas respiratorio pueden indicar un estado fallido o desconectado. Dependiendo parcialmente de la ubicación del sistema de un sensor, este puede estar sujeto a cierto desgaste (por ejemplo, al ser golpeado contra objetos circundantes). Por ejemplo, el desgaste puede ocurrir cuando el sensor está más cerca del extremo remoto del paciente de la vía de flujo de gas, por ejemplo, cuando el sensor está ubicado en un componente del módulo inyector, que a su vez puede estar acoplado y/o en comunicación fluida con el circuito respiratorio del paciente. Pueden ocurrir muchos tipos de interrupciones o fallos; sin embargo, simplemente en aras de la facilidad, no se describen aquí todos los tipos de interrupciones, pero esto se entenderá por los expertos en la materia. Al menos algunos de los sistemas y métodos descritos en el presente documento se pueden utilizar para evitar la interrupción de la administración de gas terapéutico cuando ocurre una interrupción.

Con referencia a la figura 1, se representa de manera ilustrativa un sistema 100 de administración de óxido nítrico de ejemplo para administrar gas de óxido nítrico terapéutico, a través de un módulo 102 inyector, a un paciente 108 que recibe gas respiratorio de un circuito 104 respiratorio vinculado a un ventilador 117. Se entenderá que cualquier enseñanza de la presente descripción se puede utilizar en cualquier sistema aplicable para administrar gas terapéutico a un paciente que recibe gas respiratorio de un aparato respiratorio (por ejemplo, un ventilador, un ventilador de alta frecuencia, una máscara respiratoria, una cánula nasal, etc.). Por ejemplo, los sistemas y métodos de la presente descripción pueden utilizar, modificar y/o estar vinculados a los sistemas de administración y/u otras enseñanzas de la patente estadounidense No. 5,558,083 titulada "Sistema de administración de óxido nítrico".

La presente descripción se refiere a veces al uso con un ventilador; sin embargo, los sistemas y métodos descritos en el presente documento se pueden utilizar con cualquier aparato respiratorio aplicable que pueda estar asociado con la ventilación. Por consiguiente, la referencia a un ventilador es meramente para facilitar la descripción y de ninguna manera pretende ser una limitación. El gas terapéutico, la corriente libre de gas terapéutico mezclado en el circuito respiratorio, el sistema de administración de gas terapéutico y similares se describen, a veces, con referencia al gas de óxido nítrico (NO, iNO, etc.) utilizado para la terapia con gas de óxido nítrico inhalado. Se entenderá que se pueden utilizar otros gases terapéuticos aplicables. Por consiguiente, la referencia al óxido nítrico, NO, iNO y similares es simplemente para facilitar la descripción y de ninguna manera pretende ser una limitación.

En descripciones de ejemplo, se pueden utilizar sistemas de administración de óxido nítrico de ejemplo, tal como el sistema 100 de administración de óxido nítrico, para mezclar en corriente libre gas terapéutico (por ejemplo, óxido nítrico, NO, etc.) en el gas respiratorio del paciente en un circuito respiratorio (vinculado a un ventilador) como una proporción del gas respiratorio del paciente. Para mezclar al menos en corriente libre de NO en el gas respiratorio del paciente, el sistema 100 de administración de óxido nítrico puede incluir y/o recibir óxido nítrico de una fuente 103 de

óxido nítrico (por ejemplo, almacenamiento de cilindro de NO, generador de NO, etc.) por ejemplo, a través de un conducto 105. Además, el conducto 105 también puede estar en comunicación fluida con un módulo 102 inyector, por ejemplo, a través de una entrada 110 de gas terapéutico. El módulo 102 inyector también puede estar en comunicación fluida con una rama 121 inspiratoria del circuito 104 respiratorio del paciente vinculado al ventilador 117.

5 Como se muestra, el ventilador 117 puede incluir una salida inspiratoria para administrar gas respiratorio (por ejemplo, flujo 133 de avance) al paciente a través de una rama 121 inspiratoria y una pieza 125 en "Y" de un circuito respiratorio del paciente y una entrada espiratoria para recibir la espiración del paciente a través de una rama 127 espiratoria y una pieza 125 en "Y" del circuito respiratorio del paciente. En términos generales, esta pieza en "Y" puede acoplar la rama 121 inspiratoria y la rama 127 espiratoria y el gas respiratorio que se administra y/o la espiración del paciente puede fluir a través de la pieza en "Y". A veces, para mayor facilidad, la administración y la espiración del gas respiratorio se describen sin hacer referencia a la pieza en "Y". Esto es meramente para mayor facilidad y de ninguna manera pretende ser una limitación.

15 Con el módulo 102 inyector acoplado a la rama 121 inspiratoria del circuito respiratorio y/o en comunicación fluida con el circuito respiratorio, el óxido nítrico puede ser administrado desde el sistema 100 de administración de óxido nítrico (por ejemplo, flujo 137 de avance de NO) al módulo 102 inyector, a través del conducto 105 y/o la entrada 110 de gas terapéutico. Este óxido nítrico puede ser administrado, a continuación, a través del módulo 102 inyector, a la rama 121 inspiratoria del ventilador vinculado al circuito 117 respiratorio del paciente que se utiliza para administrar gas respiratorio a un paciente 108. En al menos algunos casos, el circuito respiratorio del paciente puede incluir sólo una rama tanto para el flujo inspiratorio como para el espiratorio. Para facilitar la comprensión, los circuitos respiratorios del paciente se representan, a veces, como si tuvieran una rama inspiratoria y una rama espiratoria separadas. Esto es simplemente para facilitar la comprensión y de ninguna manera pretende ser una limitación. Por ejemplo, a veces, la presente descripción se describe y/o se representa para su uso con un circuito de respiración de paciente de rama doble (por ejemplo, rama inspiratoria y rama espiratoria); sin embargo, la presente descripción se puede utilizar, cuando sea aplicable, con un circuito de respiración de paciente de rama única (por ejemplo, solo rama inspiratoria, 20 combinar rama inspiratoria y rama espiratoria, etc.). De nuevo, esto es meramente para facilitar la comprensión y de ninguna manera pretende ser una limitación.

25 En modos de realización de ejemplo, para regular el flujo de óxido nítrico a través del conducto 105 al módulo 102 inyector y a su vez a un paciente 108 que recibe gas respiratorio del circuito respiratorio del paciente, el sistema 100 de administración de óxido nítrico puede incluir una o más válvulas 109 de control (por ejemplo, válvulas proporcionales, válvulas binarias, etc.). Por ejemplo, con la válvula 109 de control abierta, el óxido nítrico se puede administrar al paciente 108 fluyendo en una dirección de avance (por ejemplo, flujo 137 de avance de NO) a través del conducto 105 al módulo 102 inyector y a su vez al paciente 108.

30 En al menos algunos casos, el sistema 100 de administración de óxido nítrico puede incluir uno o más sensores 115 de flujo de NO que pueden medir el flujo de gas terapéutico (por ejemplo, medir el flujo a través de la válvula 109 de control, el flujo a través del conducto 105, etc.). El sensor 115 de flujo puede estar ubicado aguas arriba o aguas abajo de la válvula 109 de control y/o del conducto 105, lo que a su vez permite la medición del flujo de gas terapéutico a través de una entrada 110 de gas terapéutico hacia el módulo 102 inyector y a su vez hacia el paciente 108.

35 Además, en al menos algunos casos, el módulo 102 inyector puede incluir uno o más sensores 119 de flujo de gas respiratorio que pueden medir el flujo de al menos gas respiratorio del paciente (por ejemplo, flujo 133 directo) a través del módulo 102 inyector y a su vez al paciente 108. En algunas implementaciones, puede haber sensores (no mostrados) que detectan el flujo espiratorio. Aunque se muestra estando en el módulo 102 inyector, el sensor 119 de flujo de gas respiratorio se puede colocar en cualquier otro lugar en la rama 121 inspiratoria, tal como aguas arriba del módulo 102 inyector y/o en comunicación fluida con el circuito respiratorio. Además, como se muestra en la figura 2, en lugar de recibir datos de caudal del sensor 119 de flujo de gas respiratorio, en al menos algunos casos, el sistema 100 de administración de óxido nítrico puede recibir datos de caudal directamente del ventilador 117 indicando el flujo de gas respiratorio del ventilador 117. Además, en al menos algunos casos, los datos de caudal son proporcionados tanto por el sensor 119 de flujo de gas respiratorio como por el ventilador 117, como se muestra en la figura 3.

40 El flujo de gas de óxido nítrico puede ser una corriente libre mezclada proporcionalmente (también conocida como métrica de proporción) con el flujo de gas respiratorio para proporcionar una concentración deseada de NO en el gas respiratorio y el gas terapéutico combinados. Por ejemplo, el sistema 100 de administración de óxido nítrico puede confirmar que la concentración deseada de NO está en el gas respiratorio y el gas terapéutico combinado utilizando la concentración de NO conocida de la fuente 103 de NO; la cantidad de flujo de gas respiratorio en el circuito del paciente utilizando los datos de caudal de gas del sensor 119 de flujo de gas respiratorio; y la cantidad de flujo de gas terapéutico en el conducto 105 al módulo 102 inyector (y a su vez al paciente 108) utilizando datos de caudal de gas del sensor 115 de flujo de NO.

45 Para administrar al menos dosis deseadas de gas terapéutico a un paciente y/o una muestra de gas terapéutico que se administra a un paciente, el sistema 100 de administración de gas terapéutico puede incluir un controlador de sistema 111 que puede comprender uno o más procesadores y una memoria 112, donde el controlador de sistema puede ser, por ejemplo, un sistema informático, un ordenador de placa única, uno o más circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), o una combinación de los mismos. Los procesadores pueden estar acoplados a la

memoria y pueden ser una o más memorias fácilmente disponibles, tales como una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), una memoria flash, un almacenamiento en disco compacto/óptico, un disco duro o cualquier otra forma de almacenamiento digital local o remoto. Los circuitos de soporte pueden estar acoplados a los procesadores, para soportar procesadores, sensores, válvulas, sistemas de muestreo, sistemas de administración, entradas de usuario, pantallas, módulos inyectoros, aparatos de respiración, etc. de una manera convencional. Estos circuitos pueden incluir una memoria caché, fuentes de alimentación, circuitos de reloj, circuitos de entrada/salida, convertidores analógico-digitales y/o digitales-analógicos, subsistemas, controladores de potencia, acondicionadores de señal y similares. Los procesadores y/o la memoria pueden estar en comunicación con sensores, válvulas, sistemas de muestreo, sistemas de administración, entradas de usuario, pantallas, módulos de inyección, aparatos de respiración, etc. La comunicación hacia y desde el controlador del sistema puede realizarse a través de una vía de comunicación, donde la vía de comunicación puede ser cableada o inalámbrica, y donde el hardware, el firmware y/o el software adecuados pueden estar configurados para interconectar componentes y/o proporcionar comunicaciones eléctricas a través de la(s) vía(s) de comunicación.

Los circuitos de reloj pueden ser internos al controlador del sistema y/o proporcionar una medida de tiempo relativa a un comienzo inicial, por ejemplo, durante el arranque. El sistema puede comprender un reloj de tiempo real (RTC) que proporciona la hora actual, que puede estar sincronizado con una fuente de cronometraje, por ejemplo, una red. La memoria 112 puede estar configurada para recibir y almacenar valores para cálculos y/o comparación con otros valores, por ejemplo, de sensor(es), bombas, válvulas, etc.

La memoria 112 puede almacenar un conjunto de instrucciones (o algoritmos) ejecutables por máquina, cuando son ejecutadas por procesadores, que pueden hacer que el sistema de muestreo y/o el sistema de administración realicen varios métodos y operaciones. Por ejemplo, el sistema de administración de óxido nítrico puede administrar una dosis deseada de gas terapéutico (por ejemplo, concentración de NO deseada, PPM de NO deseada, etc.) a un paciente que lo necesite. Con este fin, el sistema de administración puede recibir y/o determinar una dosis deseada de gas terapéutico que se administrará a un paciente, por ejemplo, que puede ser introducida por un usuario. El sistema de administración puede medir el flujo en la rama inspiratoria de un circuito respiratorio de un paciente y, mientras administra gas terapéutico que contiene NO al paciente, el sistema puede monitorear el flujo inspiratorio o los cambios en el flujo inspiratorio. El sistema también puede variar la cantidad (por ejemplo, volumen o masa) de gas terapéutico administrado en un flujo inspiratorio posterior.

En otro ejemplo, el sistema de muestreo puede determinar la concentración de gas objetivo (por ejemplo, NO) que se está administrando a un paciente. Para este fin, se puede hacer funcionar una bomba de muestreo y/o se puede abrir una válvula de muestreo de gas (por ejemplo, una válvula de tres vías, etc.) para obtener una muestra de gas de la rama inspiratoria de un circuito respiratorio de un paciente. La muestra de gas puede incluir aire mezclado y gas terapéutico (por ejemplo, NO) que se está administrando a un paciente. La muestra de gas se puede exponer a sensores de gas (por ejemplo, sensores de gas electroquímicos de tipo catalítico) para obtener datos de caudal de gas del sensor indicativos de la concentración de gas objetivo (por ejemplo, NO, dióxido de nitrógeno, oxígeno) que se está administrando al paciente. La concentración del gas objetivo se puede comunicar a un usuario. Las instrucciones ejecutables por máquina también pueden comprender instrucciones para cualquiera de los otros métodos descritos en el presente documento.

Además, para al menos garantizar una dosificación precisa del gas terapéutico, el sistema de administración de óxido nítrico 100 puede incluir una entrada/pantalla 113 de usuario que puede incluir una pantalla y un teclado y/o botones, o puede ser un dispositivo de pantalla táctil. La entrada/pantalla 113 de usuario puede recibir los ajustes deseados del usuario, tales como la prescripción del paciente (en mg/kg de peso corporal ideal, mg/kg/h, mg/kg/respiración, ml/respiración, concentración del cilindro, concentración de administración, duración, etc.), la edad, la altura, el sexo, el peso, etc. del paciente. La entrada/pantalla 113 de usuario se puede utilizar en al menos algunos casos para confirmar la dosificación del paciente y/o las mediciones de gas, por ejemplo, utilizando un sistema 129 de muestreo de gas que puede recibir muestras del gas que se está administrando al paciente 108 a través de una línea 131 de muestra. El sistema 129 de muestreo de gas puede incluir numerosos sensores tal como, pero sin limitarse a, sensores de gas de óxido nítrico, sensores de gas de dióxido de nitrógeno y/o sensores de gas de oxígeno, por nombrar unos pocos que se pueden utilizar para al menos mostrar información relevante (por ejemplo, concentraciones de gas, etc.) en la entrada/pantalla 113 de usuario y/o proporcionar alertas al usuario. De este modo, el sistema 100 de administración de óxido nítrico puede funcionar en un primer modo mediante el cual se administra un flujo de gas basándose en los ajustes y/o parámetros deseados.

La figura 1 ilustra un ejemplo en el que el controlador 111 del sistema está configurado para recibir datos detectados a través de una vía C1 de comunicación desde el sensor 119 ubicado en el módulo 102 inyector. Los componentes que se muestran en las figuras 1 a 3 describen componentes similares con números de referencia similares. Por lo tanto, en aras de la claridad y la brevedad, los componentes comunes a las figuras 1 a 3 se describen en el presente documento con respecto principalmente a la figura 1.

Aunque lo anterior se puede utilizar de manera beneficiosa para administrar gas terapéutico a un paciente que está recibiendo gas respiratorio de un circuito de respiración del paciente vinculado a un ventilador, la mezcla de corriente libre de NO en el gas respiratorio del paciente como un porcentaje del gas respiratorio del paciente puede fallar si la información del flujo del gas respiratorio no está disponible y/o no es fiable.

En modos de realización de ejemplo, al menos el módulo 102 inyector puede estar expuesto a desgaste. Por ejemplo, como se muestra en la figura 1, el módulo 102 inyector puede estar expuesto a desgaste ya que es un componente externo al sistema 100 de administración principal y está acoplado a la rama inspiratoria del circuito respiratorio, el módulo 102 inyector también puede estar expuesto a procesos de desinfección y/o esterilización que añaden un desgaste adicional. El módulo 102 inyector también puede dejarse caer, arrastrarse o colocarse fácilmente en la parte incorrecta del circuito respiratorio (por ejemplo, aguas abajo del humidificador o en el lado de exhalación del circuito), lo que puede causar un desgaste adicional. En resumen, el módulo 102 inyector y los sensores en el mismo (por ejemplo, el sensor 119 de flujo de gas respiratorio, etc.) pueden ser más propensos a fallos/interrupciones que otros componentes en el sistema, por ejemplo, al menos debido al desgaste descrito anteriormente.

Para los sistemas de administración de óxido nítrico que están en comunicación directa con el ventilador (por ejemplo, comunicación en serie, USB, Ethernet, inalámbrica, etc.), la información del flujo inspiratorio puede ser proporcionada por el ventilador en lugar de, o además de, un sensor de flujo de gas respiratorio en el circuito respiratorio; también pueden producirse interrupciones en la comunicación de los datos de caudal del ventilador al sistema de administración de óxido nítrico. En al menos algunas implementaciones, los sistemas y métodos de la presente descripción pueden detectar una discrepancia entre cualquiera o algunos de los múltiples sensores, como se describe más adelante en el presente documento. Es decir, la detección del flujo puede provenir de uno o más de los sensores descritos en el presente documento.

En modos de realización de ejemplo, la presente descripción puede superar al menos algunos de los problemas descritos en el presente documento generando, implementando y/o utilizando de manera ventajosa un historial de datos de caudal de gas respiratorio (por ejemplo, información de flujo inspiratorio del ventilador) que se almacena dentro del sistema 100 de administración de óxido nítrico, como por ejemplo dentro de la memoria 112. En modos de realización de ejemplo, dichos datos de caudal históricos pueden incluir uno o más caudales de gas respiratorio promedio móvil o medio móvil durante un cierto período de tiempo, como los últimos 5, 10, 15, 20, 30 o 45 segundos, los últimos 1, 2, 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60 minutos, o desde el comienzo de la administración de la terapia actual. En al menos algunas implementaciones, el historial de caudal de gas respiratorio se calcula durante el último minuto (es decir, 60 segundos).

Además, en modos de realización de ejemplo, en lugar de y/o además de caudales de promedio móvil o medio móvil, en algunas descripciones el sistema de administración de óxido nítrico almacena información relacionada con la forma de onda del flujo de gas respiratorio. Al igual que con los caudales de promedio móvil o medio móvil del gas respiratorio, la información de la forma de onda del flujo se puede almacenar durante un período de tiempo, tal como los últimos 5, 10, 15, 20, 30 o 45 segundos, los últimos 1, 2, 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60 minutos, o desde el comienzo de la administración de la terapia actual. En modos de realización de ejemplo, la forma de onda en sí misma se puede procesar en porciones o puntos de datos identificados en el tiempo. En al menos algunas implementaciones, debido a que los datos inmediatamente anteriores al momento de la interrupción detectada pueden ser en sí mismos poco fiables, la presente descripción puede buscar una "ventana" de datos que tenga un tiempo que finalice un incremento establecido antes del tiempo de los datos de la interrupción detectada, y que comience en el período de tiempo establecido antes del comienzo de esa ventana. A modo de ejemplo, los datos pueden seleccionarse de datos seleccionados por cualquier rango, por ejemplo, como una ventana que indique 35 segundos antes de la detección de la interrupción y finalice 5 segundos antes de la detección de la interrupción.

En algunas implementaciones, se pueden utilizar técnicas de procesamiento de señales más avanzadas para modificar y/o analizar los datos de caudal de gas respiratorio históricos. Por ejemplo, se puede utilizar un suavizado y/o un filtrado de paso bajo, un filtro de respuesta de impulso finito digital y/o un filtro de respuesta de impulso infinito digital para eliminar puntos de datos de caudal atípicos.

La figura 2 ilustra un ejemplo en el que el controlador 111 del sistema está configurado para recibir datos detectados a través de una vía C2 de comunicación desde un sensor ubicado dentro o en el ventilador 117. Como se indicó anteriormente, los componentes que se muestran en las figuras 1 a 3 describen componentes similares con números de referencia similares. Por lo tanto, en aras de la claridad y la brevedad, los componentes comunes a las figuras 1 a 3 se describen en el presente documento con respecto principalmente a la figura 1.

La figura 3 ilustra un ejemplo que tiene ambos sensores, y donde el controlador 111 del sistema está configurado para recibir datos detectados a través de ambas vías C1 y C2. Cuando el controlador 111 del sistema recibe datos de más de un dispositivo sensor, entonces puede, si se desea, monitorear cada flujo de datos de forma independiente para detectar si cualquiera de los flujos de datos representa una única interrupción del sensor respectivo y/o el controlador 111 del sistema puede comparar los dos flujos de datos como parte del proceso de detección de una interrupción en uno o más de los datos detectados. Como se describe además en varias partes de esta descripción, ya sea que reciba información del ventilador 117 y/o del sensor 119 de flujo, el controlador 111 del sistema puede partir de un primer modo, que puede denominarse modo normal, tras detectar una interrupción, y puede funcionar en un modo de respaldo temporal, que también puede describirse como un modo de emergencia, hasta que la interrupción haya finalizado, momento en el que el controlador 111 del sistema puede volver a su modo normal.

La detección de una interrupción puede ser realizada por el controlador 111 que puede incorporar o estar vinculado con el mismo, un procesador de detección configurado para detectar una interrupción de las mediciones de caudal

detectadas de cualquiera o todos los sensores asociados. En algunas implementaciones, el procesador de detección puede monitorear los datos de caudal y determinar cuándo los datos de caudal han cambiado de una manera que indica una interrupción, tal como una terminación de datos o un cambio en los datos, una comprobación de errores de datos digitales. En al menos algunos casos, el proceso de detección puede recibir y/o detectar una indicación de que un sensor ha sido desconectado, tal como puede ocurrir si el módulo de inyección se desconecta o se retira total o parcialmente del sistema. Tras la detección de una interrupción, el sistema de administración de óxido nítrico utiliza los datos de flujo de gas respiratorio históricos para la administración actual de gas terapéutico en el caso de interrupción u otro error en la medición de flujo de gas respiratorio. De acuerdo con la invención y en el caso de una interrupción en la medición de flujo de gas respiratorio, el sistema de administración de óxido nítrico pasa a administrar NO en la dosis establecida basándose en (por ejemplo, en proporción a) los datos de flujo de gas respiratorio históricos. En algunas descripciones, esta transición puede ocurrir automáticamente sin la intervención del usuario.

Para los sistemas de administración de óxido nítrico que tienen tanto un sensor de flujo de gas respiratorio como comunicación directa con un ventilador (por ejemplo, como se muestra en la figura 3), si una fuente de datos de flujo deja de estar disponible inesperadamente, el sistema puede realizar una transición sin problemas a la otra fuente de datos de flujo. Si hay una interrupción en ambas fuentes de datos o hay una discrepancia entre la información de flujo de gas respiratorio de las dos fuentes, entonces el sistema de administración de óxido nítrico puede realizar una transición para administrar utilizando los datos de caudal históricos como se describió anteriormente. Si solo hay dos fuentes de datos (por ejemplo, el sensor de concentración de NO y el sensor de flujo de IM), entonces la detección de una interrupción se puede utilizar en base a estas dos fuentes de datos, por ejemplo, cuando hay pérdida de datos o el sensor de flujo está leyendo valores fuera de rango.

Una vez que se elimina la condición de fallo/interrupción de la información del flujo de gas respiratorio (por ejemplo, una vez que se repara o reemplaza el sensor del módulo inyector o todo el módulo inyector y/o se restablece la comunicación con el ventilador; y/o se reemplaza o repara el sensor del ventilador), el sistema de administración de óxido nítrico puede reanudar sin interrupciones la administración de NO proporcional normal a la dosis establecida con los datos de caudal de gas respiratorio actuales proporcionados por el sensor de flujo de gas respiratorio y/o desde el ventilador.

Además, en algunas implementaciones, en el caso de que se detecte una interrupción en la información del flujo de gas respiratorio, se puede proporcionar una alerta (alerta audible, alerta visual, etc.) al usuario indicando la interrupción. Por ejemplo, puede aparecer un mensaje en la pantalla de la interfaz de usuario que indique la detección de que el sensor de flujo de gas respiratorio se ha interrumpido o que la comunicación con el ventilador se ha interrumpido. Como otro ejemplo, se puede proporcionar un mensaje o indicador o alarma o similar al usuario indicando la detección de una interrupción y/o que no se está administrando NO basándose en los datos históricos, mientras esta condición esté presente.

La figura 4 ilustra un diagrama de flujo de un método de ejemplo para compensar las interrupciones en la medición del flujo de gas respiratorio. Se apreciará que, en algunas implementaciones, también se pueden detectar o medir otras características de flujo además de meramente el caudal mediante uno o más sensores como se describe en el presente documento.

En el proceso 410, el caudal de gas respiratorio se controla en un modo normal y se proporciona basándose en ajustes preestablecidos, deseados, introducidos o introducidos de otro modo deseables. Los ajustes de modo normal pueden ingresarse en algunas implementaciones por un operario en la entrada/pantalla 113 de usuario y controlarse mediante el controlador 111.

En el proceso 420, los datos de caudal son detectados por uno o más sensores en el sistema. El(los) sensor(es) en algunas implementaciones pueden incluir un sensor 119 en el módulo inyector y/o un sensor en el ventilador 117 o pueden estar ubicados en otra parte del circuito general de respiración de gas.

En el proceso 430, el controlador procesa los datos de caudal detectados de uno o más sensores. El(los) sensor(es) en algunas implementaciones pueden incluir un sensor 119 en el módulo inyector y/o un sensor en el ventilador 117, o pueden estar ubicados en otra parte del circuito general de respiración a gas. La comunicación entre el(los) sensor(es) y el controlador puede ser, por ejemplo, como se muestra en líneas de puntos como C1 y C2 en las figuras 1 a 3. Los ejemplos de comunicación incluyen todos los descritos en el presente documento y cada uno puede incluir, por ejemplo, una conexión de comunicación cableada y/o inalámbrica.

En el proceso 440, los datos de caudal históricos se almacenan en la memoria durante un período de tiempo. En un ejemplo de una implementación, los datos de caudal históricos se almacenan durante un período en el rango de entre 10 segundos a 5 minutos o la frecuencia respiratoria calculada durante 1 minuto. También podría identificar ciclos respiratorios y compilar un "perfil de flujo respiratorio" promedio. La comunicación entre el(los) sensor(es) y la memoria puede ser, por ejemplo, como se muestra en las líneas de puntos como C1 y C2 en las figuras 1 a 3. Los ejemplos de comunicación incluyen todos los descritos en el presente documento, y cada uno puede incluir, por ejemplo, una conexión de comunicación cableada y/o inalámbrica. El controlador y la memoria pueden estar dispuestos en cualquier orden y pueden estar dispuestos en un solo módulo.

En el proceso 450, el controlador 111 comprueba o detecta si se detecta una condición de interrupción (también denominada como un fallo) de un sensor mediante el análisis de los datos de caudal recibidos. El análisis de los datos de caudal recibidos, ya sean analógicos o digitales, puede producirse a través del controlador 111. Si no se detecta ninguna interrupción, entonces el sistema continúa con el funcionamiento normal. La interrupción puede ser una falta total de datos u otra condición de fallo o puede ser cualquier cambio de datos que indique irregularidad en los datos o fallo del sistema. Por ejemplo, la interrupción puede ser cualquiera de las descritas en el presente documento u otras interrupciones, incluyendo en algunas implementaciones, la desconexión del módulo inyector, una falta de datos coincidentes determinados entre dos sensores, una lectura de datos de caudal fuera de la banda esperada, etc. Un ejemplo de una lectura de datos de caudal fuera de la banda esperada puede ser 10 ms de pérdida de datos o lecturas de caudal fuera de rango o 10 segundos de lecturas de caudal no coincidentes.

En el proceso 460, cuando se detecta una interrupción en el proceso 450, el controlador 111 recupera datos de caudal históricos de la memoria 112. El controlador y la memoria pueden estar dispuestos en cualquier orden, y pueden estar dispuestos en un único módulo. En algunas implementaciones, los datos de caudal históricos pueden ser una ventana de tiempo seleccionada, que como se describe en el presente documento, puede ser una ventana de tiempo fija de datos históricos durante una ventana de tiempo antes de la interrupción detectada. La ventana de tiempo, en algunas implementaciones, puede finalizar inmediatamente antes del tiempo de la interrupción detectada o puede finalizar un período antes del tiempo de la interrupción detectada. Por ejemplo, un tiempo de interrupción de referencia puede ser un caudal promedio móvil de 1 minuto calculado hasta 10 segundos antes del punto de pérdida de señal, señal fuera de rango o desacuerdo de señal.

En el proceso 470, el control de flujo se basa en datos de caudal históricos. En algunas implementaciones, el controlador 111 utilizará como parámetros de funcionamiento los datos de caudal históricos de la memoria 112, para proporcionar un segundo modo, que puede denominarse modo de respaldo de administración de gas proporcional histórico y/o también puede denominarse modo de respaldo temporal de fallo de inyector. Como se describe en el presente documento, el modo de respaldo temporal proporciona un funcionamiento continuo del sistema general, de modo que el controlador 111 continúa administrando y controlando gas, incluso después de que se haya detectado alguna interrupción de la detección normal del caudal de gas.

En el proceso 480, si el usuario así lo indica, o el controlador determina, que la interrupción ya no se está produciendo, y/o se ha eliminado (por ejemplo, si el usuario indica un reemplazo o reparación del sensor, y/o si el sistema detecta una reparación o reemplazo de un sensor), entonces el sistema vuelve al modo normal, utilizando los ajustes iniciales del modo normal, tal como por ejemplo los parámetros introducidos en el proceso 410. Como ejemplo, la interrupción puede considerarse eliminada después de que se determine que el caudal volumétrico está dentro del 20 % del promedio histórico. Cuando se establecen señales de comunicación digital con mensajes CRC. Con señales analógicas, la interrupción puede considerarse eliminada cuando el caudal está dentro de los límites de recuento de ADC esperados para el informe de caudal o de temperatura.

La figura 5 es un diagrama de flujo similar a la figura 4, con números de referencia similares pero que muestra una variación de una implementación. En la implementación 500 de la figura 5, en el proceso 480, cuando no se detecta que la interrupción se debe eliminar, entonces el flujo se controla basándose en los datos de caudal históricos en el proceso 470.

La descripción en el presente documento utiliza el término datos de caudal de gas (por ejemplo, caudal volumétrico, caudal másico, etc.). Sin embargo, en algunas implementaciones, este término también puede referirse a información adicional u otra información además del caudal, tal como cualquier información relacionada con la administración de gas terapéutico, tal como, por ejemplo, mediciones de proporciones de gas, concentraciones de gas, etc. El sistema también puede rastrear datos históricos de lectura del sensor de flujo de NO o datos de caudal históricos de NO ordenados por el sistema de control.

En algunas implementaciones, el usuario puede ajustar la dosis de gas terapéutico cuando el sistema está en modo de respaldo. Los datos históricos pueden seguir siendo referenciados para calcular el caudal de NO deseado para la nueva dosis establecida. Cuando está en modo de respaldo, el caudal promedio histórico que se está utilizando puede mostrarse en una pantalla de visualización de información asociada con el dispositivo. Se puede proporcionar una GUI u otras interfaces de control, por ejemplo, se puede permitir al usuario cambiar varios ajustes de un ventilador u otros componentes mientras el modo de respaldo está en curso. Además, en lugar de, o además de utilizar caudales medidos históricos, el controlador puede utilizar un registro en la memoria de caudales comandados históricos (o controlados por entrada) que provienen del controlador.

Las descripciones detalladas anteriores se presentan para permitir que cualquier experto en la materia realice y utilice la materia objeto de la invención. Con propósitos de la explicación, se establece una nomenclatura específica para proporcionar una comprensión completa. Sin embargo, será evidente para un experto en la materia que estos detalles específicos no son necesarios para poner en práctica la materia objeto de la invención. Las descripciones de aplicaciones específicas se proporcionan sólo como ejemplos representativos. Varias modificaciones a las implementaciones descritas serán fácilmente evidentes para un experto en la materia, y los principios generales definidos en el presente documento se pueden aplicar a otras implementaciones y aplicaciones sin apartarse del alcance de esta descripción. Las secuencias de operaciones descritas en el presente documento son meramente

5 ejemplos, y las secuencias de operaciones no se limitan a las establecidas en el presente documento, sino que se pueden cambiar como será evidente para un experto medio en la materia, con la excepción de las operaciones que necesariamente se producen en un cierto orden. Además, la descripción de funciones y construcciones que son bien conocidas para un experto medio en la materia se puede omitir para una mayor claridad y concisión. Esta descripción no pretende limitarse a las implementaciones mostradas, sino que se le debe otorgar el alcance más amplio posible en consonancia con los principios y características descritos en el presente documento.

10 Será evidente para los expertos en la materia que se pueden realizar diversas modificaciones y variaciones a los métodos y sistemas de la presente descripción sin apartarse del alcance de la descripción. Por lo tanto, se pretende que la presente descripción incluya modificaciones y variaciones que estén dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

Se entenderá que cualquiera de las etapas descritas se puede reorganizar, separar y/o combinar sin apartarse del alcance de la invención. Para facilitar la comprensión, las etapas se presentan, a veces, de manera secuencial. Esto es simplemente para facilitar la comprensión y no pretende ser en ningún caso una limitación.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (100) de administración de gas de óxido nítrico para su uso con un ventilador (117), el aparato que comprende :
- 5 un módulo (102) inyector que puede funcionar para ser colocado en comunicación fluida con un circuito (104) de respiración vinculado al ventilador, el módulo inyector que comprende:
- una entrada de flujo de gas respiratorio;
- una entrada (110) de flujo de óxido nítrico (NO); y
- una salida combinada de flujo de NO y gas respiratorio que puede funcionar para proporcionar un flujo combinado de gas respiratorio y NO a un paciente (108), que lo necesita;
- 10 un sensor (119) de flujo de gas respiratorio configurado para detectar el caudal de gas respiratorio;
- el aparato de administración de NO que además comprende
- uno o más sensores (115) de flujo de NO capaces de medir el flujo de NO; y
- un controlador (111) que comprende:
- 15 una memoria (112) que puede funcionar para almacenar datos de caudal de gas respiratorio históricos relacionados con los datos de caudal de gas respiratorio recibidos por el sensor (119) de flujo de gas respiratorio; y
- un procesador que puede funcionar para detectar una interrupción de los datos del caudal de gas respiratorio del sensor de flujo de gas respiratorio,
- 20 en donde tras la detección de la interrupción en los datos del caudal de gas respiratorio, el controlador funciona en un modo de respaldo para controlar un caudal de administración de NO en una dosis establecida basándose en los datos del caudal de gas respiratorio históricos.
2. El aparato (100) según la reivindicación 1, que comprende además una válvula (109) de control que puede funcionar para regular el flujo de NO a través de un conducto (105) hasta el módulo (102) inyector.
3. El aparato (100) según la reivindicación 2, en el que el uno o más sensores (115) de flujo de NO están ubicados aguas arriba de la válvula (109) de control y/o del conducto (105) y en el que el uno o más sensores de flujo de NO pueden funcionar para medir el flujo de NO a través de la entrada (110) de flujo de NO hacia el módulo (102) inyector.
- 25 4. El aparato (100) de la reivindicación 2, en el que el uno o más sensores (115) de flujo de NO están ubicados aguas abajo de la válvula (109) de control y/o del conducto (105) y en el que el uno o más sensores de flujo de NO pueden funcionar para medir el flujo de NO a través de la entrada (110) de flujo de NO hacia el módulo (102) inyector.
5. El aparato (100) según la reivindicación 1, en el que el controlador (111) puede funcionar para volver automáticamente a un primer modo tras la detección de que la interrupción ha finalizado y/o de que el sensor (119) de flujo de gas respiratorio ha sido al menos uno de, reconectado, reemplazado y/o reparado.
- 30 6. El aparato (100) según la reivindicación 1, en el que los datos de caudal de gas respiratorio detectado se reciben desde el módulo (102) inyector y/o el ventilador (117).
7. El aparato (100) según la reivindicación 1, en el que los datos de caudal de gas respiratorio detectados comprenden primeros datos de caudal de gas respiratorio y segundos datos de caudal de gas respiratorio y en el que los primeros datos de caudal de gas respiratorio se reciben desde el módulo (102) inyector y/o los segundos datos de caudal de gas respiratorio se reciben desde el ventilador (117).
- 35 8. El aparato (100) según la reivindicación 7, en el que el controlador (111) compara los datos de caudal respectivos de los primeros datos de caudal de gas respiratorio con los segundos datos de caudal de gas respiratorio.
- 40 9. El aparato (100) según la reivindicación 1, en el que el controlador (111) puede además utilizar al menos uno de, un suavizado de datos y/o un filtrado de paso bajo para eliminar puntos de datos de flujo almacenados atípicos.

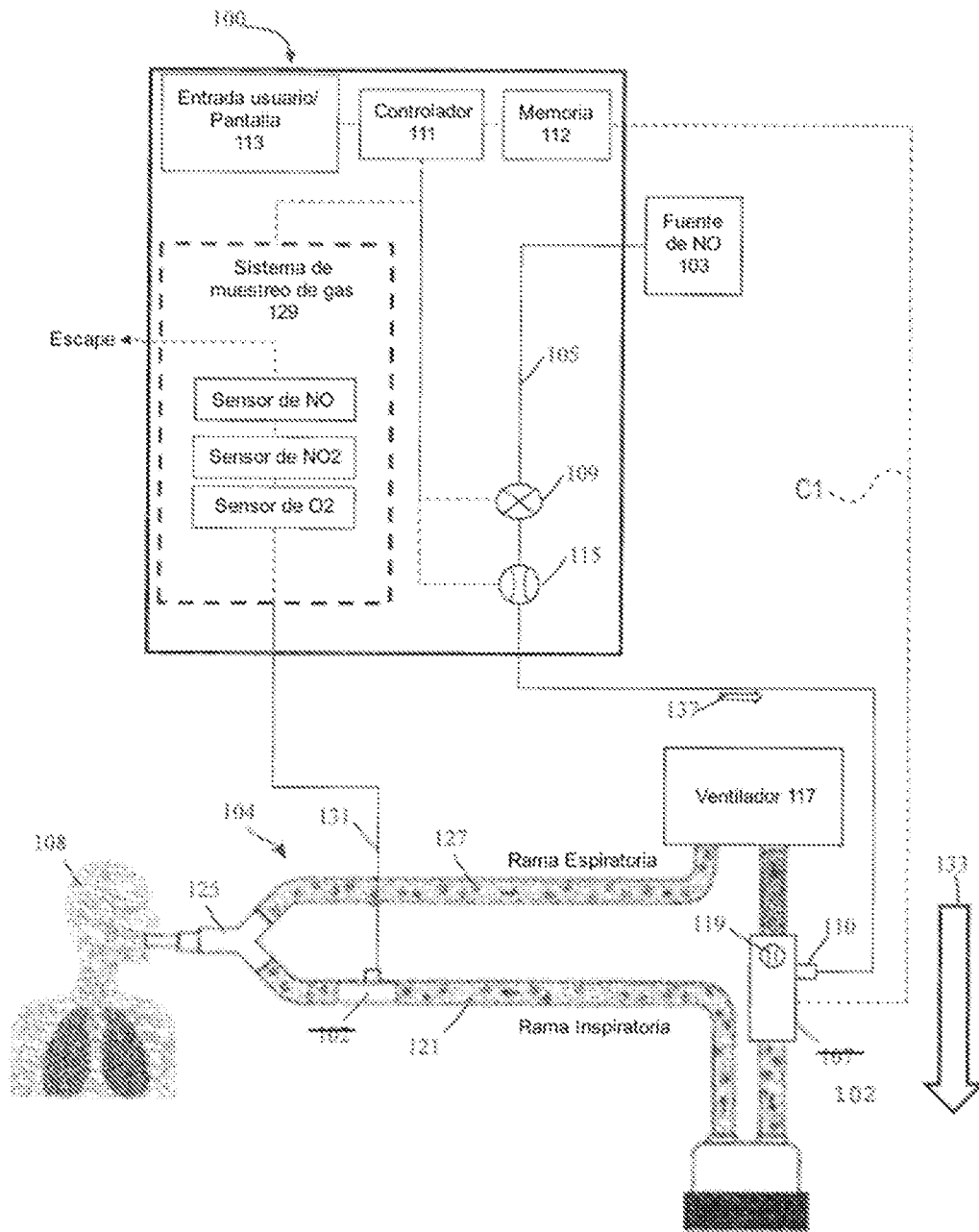


FIG. 1

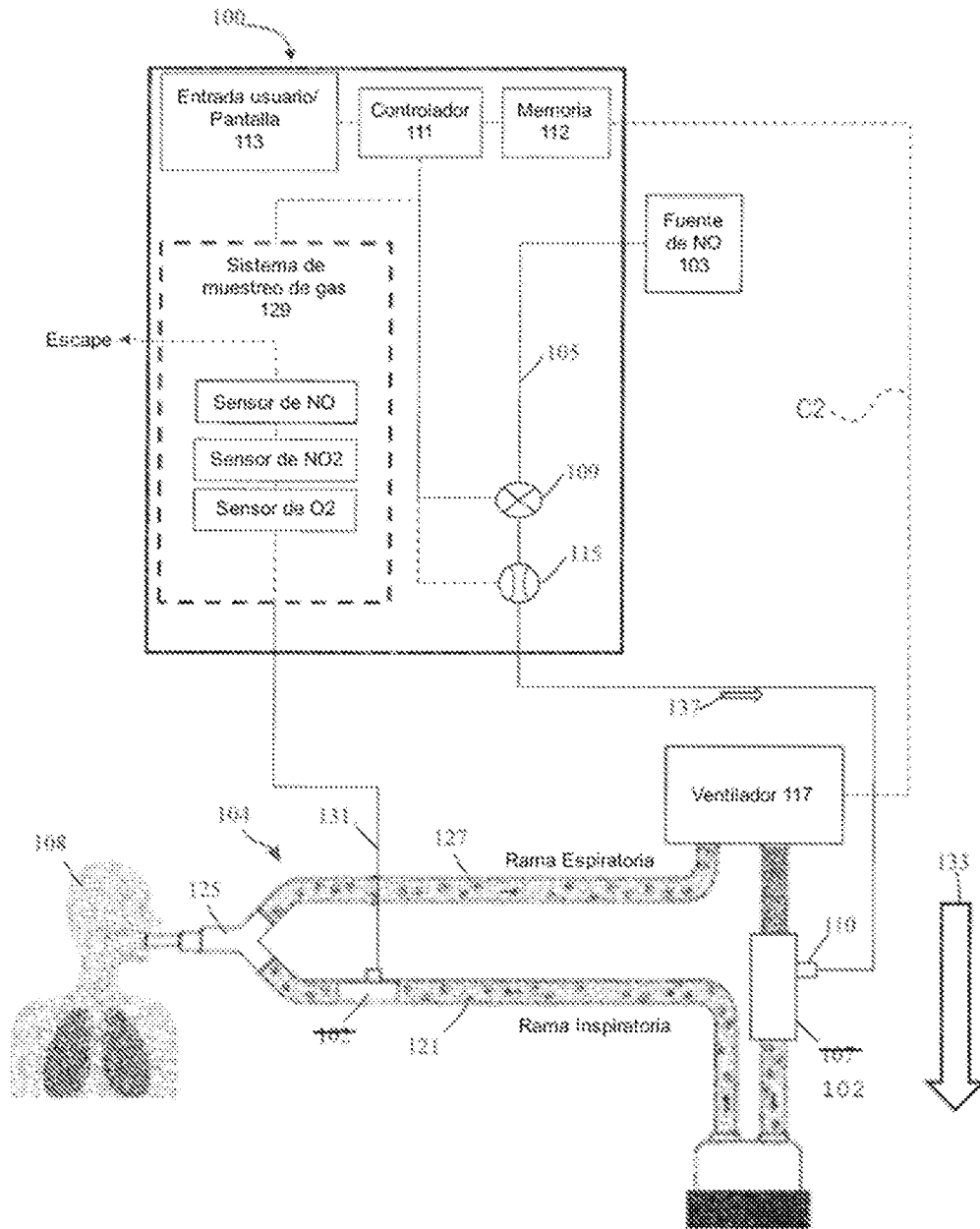


FIG. 2

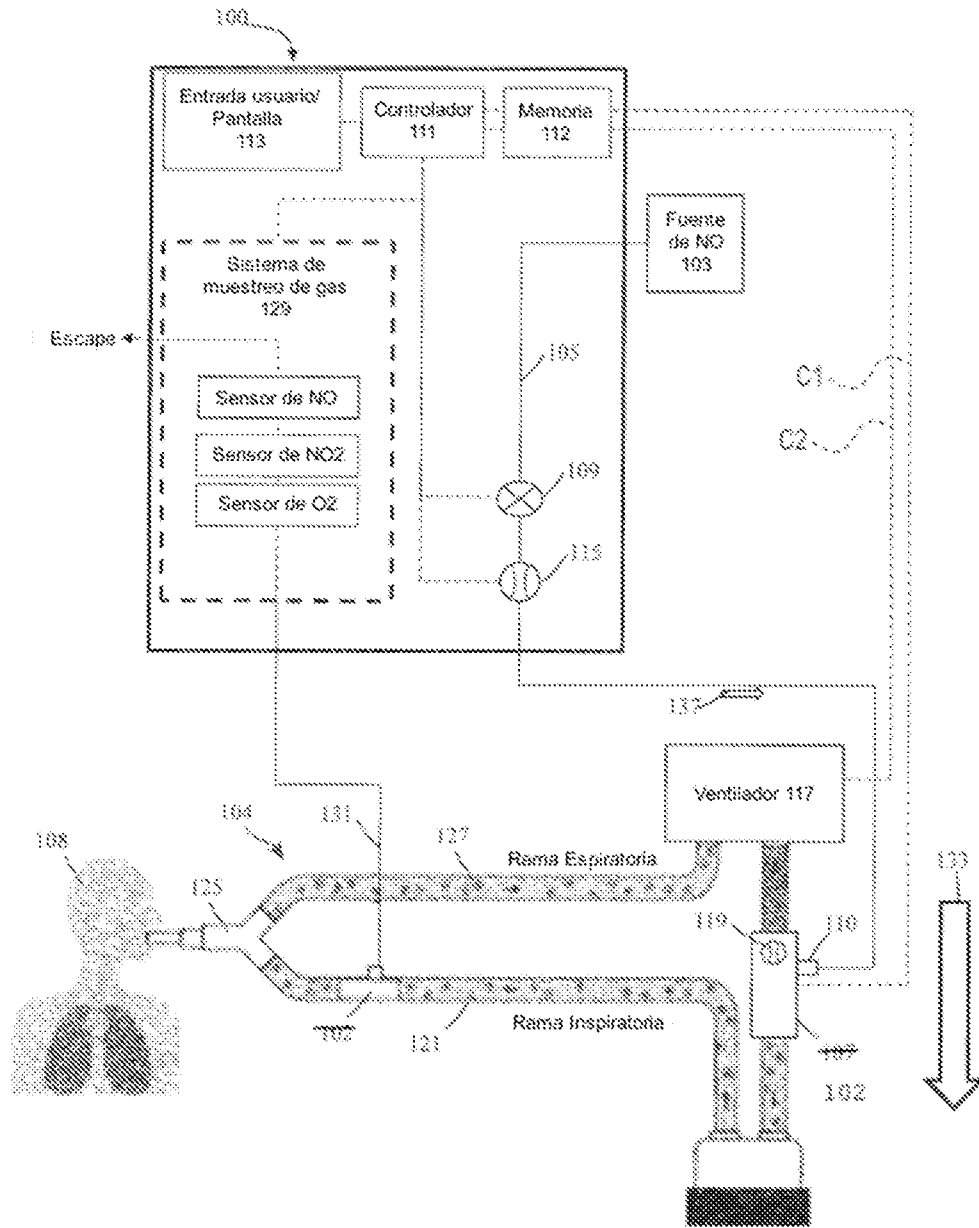


FIG. 3

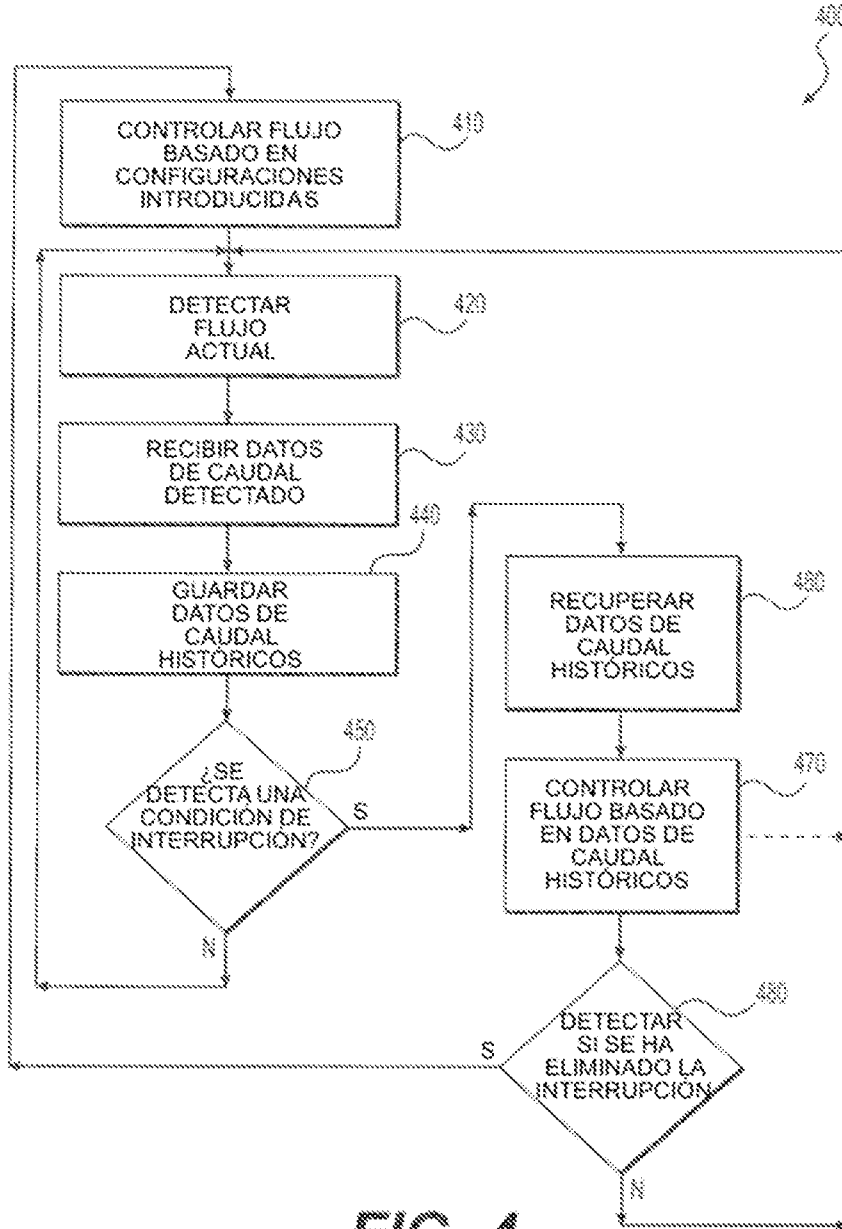


FIG. 4

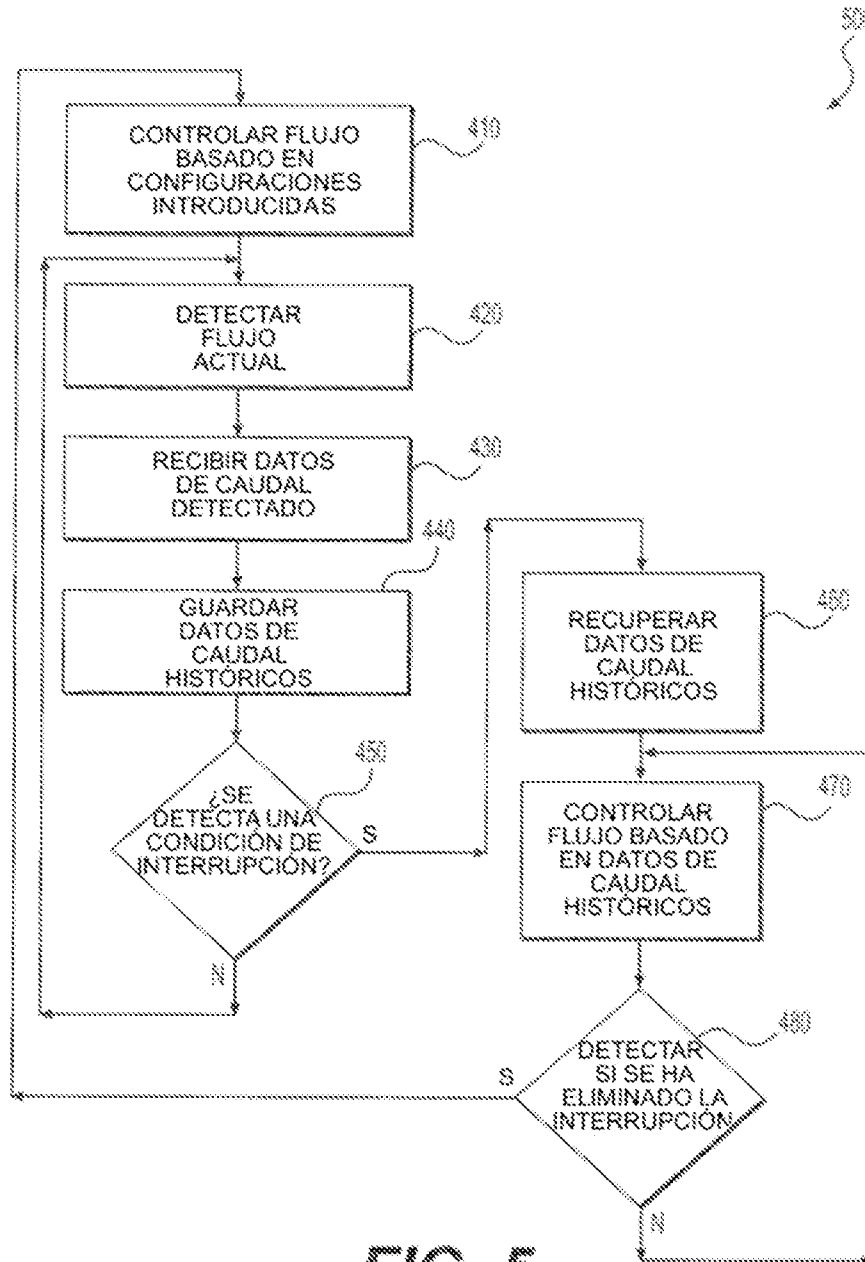


FIG. 5