



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) BR 112015016799-3 B1**



**(22) Data do Depósito: 09/01/2014**

**(45) Data de Concessão: 08/02/2022**

**(54) Título:** SISTEMA DE VENTILAÇÃO DE PRESSÃO POSITIVA DE ALTA FREQUÊNCIA

**(51) Int.Cl.:** A61M 16/00.

**(30) Prioridade Unionista:** 17/01/2013 US 61/753,554.

**(73) Titular(es):** KONINKLIJKE PHILIPS N.V..

**(72) Inventor(es):** SMITA GARDE; SAMIR AHMAD.

**(86) Pedido PCT:** PCT IB2014058141 de 09/01/2014

**(87) Publicação PCT:** WO 2014/111832 de 24/07/2014

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 14/07/2015

**(57) Resumo:** SISTEMA DE VENTILAÇÃO DE PRESSÃO POSITIVA DE ALTA FREQUÊNCIA; E MÉTODO PARA OPERAR UM SISTEMA DE VENTILAÇÃO DE PRESSÃO POSITIVA DE ALTA FREQUÊNCIA. A presente revelação refere-se a um sistema de ventilação de pressão positiva de alta frequência. O sistema pode ser configurado para manter um nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo em um nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo pretendido e/ou uma diferença de pressão de pico a pico em uma diferença de pressão de pico a pico pretendida. Em algumas modalidades, o sistema é configurado para controlar o subsistema inspiratório, o gerador de fluxo expiratório e a válvula de exalação de acordo com um regime de terapia de ventilação de pressão positiva de alta frequência.

## SISTEMA DE VENTILAÇÃO DE PRESSÃO POSITIVA DE ALTA FREQUÊNCIA

### 1. CAMPO

[001] A presente revelação refere-se a um sistema de ventilação de pressão positiva de alta frequência. O sistema pode ser configurado para manter um nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo em um nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo pretendido e/ou uma diferença de pressão de pico a pico em uma diferença de pressão de pico a pico pretendida.

### 2. DESCRIÇÃO DA TÉCNICA RELACIONADA

[002] Os ventiladores de alta frequência são conhecidos. Os ventiladores de alta frequência são usados para aplicação de volumes tidais baixos de gás respirável. A ventilação em alta frequência por oscilação (HFOV) é um tipo amplamente usado de ventilação de alta frequência que usa um sistema à base de pistão para gerar oscilações de pressão positiva e negativa. Além de selecionar manualmente a frequência da ventilação de alta frequência, um usuário, tipicamente, seleciona manualmente uma pressão de pico a pico e uma pressão média das vias respiratórias. A pressão de pico a pico e a pressão média das vias respiratórias determinam um volume tidal aplicado e uma oxigenação dos pulmões do paciente. Na ventilação em alta frequência por oscilação, a pressão de pico a pico é controlada por configurações de pistão e a pressão média das vias respiratórias é controlada por uma válvula do balão no membro expiratório. O usuário ajusta manualmente as

configurações dessa válvula na medida em que as condições nos pulmões do paciente mudam.

#### SUMÁRIO

[003] Consequentemente, um ou mais aspectos da presente revelação se referem a um sistema de ventilação de pressão positiva de alta frequência. O sistema compreende um subsistema inspiratório, um gerador de fluxo expiratório, um ou mais sensores, uma válvula de exalação, e um ou mais processadores. O subsistema inspiratório é configurado para fornecer um fluxo pressurizado de gás para aplicação nas vias respiratórias do indivíduo. O gerador de fluxo expiratório é configurado para extrair gás a partir das vias respiratórias de um indivíduo para uma saída do sistema. O um ou mais sensores são configurados para gerar sinais de emissão que transportam informações relacionadas a um ou mais parâmetros de gás nas ou próximo às vias respiratórias do indivíduo. A válvula de exalação é configurada para controlar de forma seletiva o fluxo a partir das vias respiratórias do indivíduo através do gerador de fluxo expiratório. O um ou mais processadores são configurados para executar módulos de programa de computador. Os módulos de programa de computador incluem um módulo de parâmetro, um módulo-alvo, e um módulo de controle. O módulo de parâmetro é configurado para determinar o um ou mais parâmetros de gás nas ou próximo às vias respiratórias do indivíduo com base nos sinais de emissão, sendo que o módulo de parâmetro é configurado para determinar um nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo. O módulo-alvo é configurado para obter valores alvo para o um ou mais parâmetros de gás, sendo que o módulo-alvo é configurado para obter um nível de pressão das vias

respiratórias ponderado no tempo pretendido. O módulo de controle é configurado para controlar o gerador de fluxo expiratório e a válvula de exalação para manter o nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo no nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo pretendido ao longo de uma série de ciclos de pressão de alta frequência.

[004] Ainda outro aspecto da presente revelação se refere a um método para aplicar a ventilação de pressão positiva de alta frequência a um indivíduo com um sistema de ventilação de pressão positiva de alta frequência, sendo que o sistema compreende um subsistema inspiratório, um gerador de fluxo expiratório, um ou mais sensores, uma válvula de exalação, e um ou mais processadores, sendo que o um ou mais processadores é configurado para executar módulos de programa de computador, sendo que os módulos de programa de computador compreendem um módulo de parâmetro, um módulo-alvo, e um módulo de controle. O método compreende extrair gás das vias respiratórias do indivíduo para uma saída de sistema com o gerador de fluxo expiratório; gerar sinais de emissão que transportam informações relacionadas a um ou mais parâmetros de gás na ou próximo às vias respiratórias do indivíduo com o um ou mais sensores; controlar de forma seletiva, com a válvula de exalação, o fluxo de gás extraído a partir das vias respiratórias do indivíduo pelo gerador de fluxo expiratório; determinar o um ou mais parâmetros de gás nas ou próximo às vias respiratórias do indivíduo com base nos sinais de emissão com o módulo de parâmetro, sendo que o um ou mais parâmetros de gás incluem um nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo; obter valores alvo para o um ou mais parâmetros de gás com o módulo-alvo, sendo

que os valores alvo incluem um nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo pretendido; controlar o subsistema inspiratório, o gerador de fluxo expiratório e a válvula de exalação com o módulo de controle para aplicar uma série de ciclos de pressão de acordo com um regime de terapia de ventilação de pressão positiva de alta frequência; e controlar de forma seletiva a válvula de exalação e o gerador de fluxo expiratório com o módulo de controle para manter o nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo no nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo pretendido ao longo de uma série de ciclos de pressão.

[005] Ainda outro aspecto da presente revelação se refere a um sistema de ventilação de pressão positiva de alta frequência. O sistema compreende meios para gerar um fluxo pressurizado do gás respirável para aplicação às vias respiratórias do indivíduo; meios para extrair gás a partir das vias respiratórias do indivíduo; meios para gerar sinais de emissão que transportam informações relacionadas a um ou mais parâmetros de gás nas ou próximo às vias respiratória do indivíduo; meios para regular a taxa na qual o gás é extraído das vias respiratórias do indivíduo; meios para determinar o um ou mais parâmetros de gás nas ou próximo às vias respiratórias do indivíduo, sendo que os meios para determinar o um ou mais parâmetros de gás são configurados para determinar um nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo pretendido; meios para obter valores pretendidos para o um ou mais parâmetros de gás, sendo que os meios para obter valores pretendidos são configurados para obter um nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo pretendido; e meios para controlar os meios de extração

e os meios para regular a fim de aplicar uma série de ciclos de pressão de acordo com um regime de terapia de ventilação de pressão positiva de alta frequência de modo que o nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo seja mantido no nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo no nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo pretendido ao longo de uma série de ciclos de pressão.

[006] Esse e outros objetos, recursos e características da presente revelação, assim como os métodos de operação e funções dos elementos relacionados da estrutura e da combinação de partes e economias de fabricação, tornar-se-ão mais evidentes mediante a consideração da seguinte descrição e das reivindicações em anexo com referência aos desenhos anexos, todos os quais formam uma parte deste relatório descritivo, sendo que os números de referência semelhantes denominam partes correspondentes nas diversas Figuras. Deve-se entender expressamente, entretanto, que os desenhos são para o propósito de ilustração e descrição e não se destinam a definirem os limites da revelação.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[007] A Figura 1 é uma ilustração esquemática de um sistema de ventilação de pressão positiva de alta frequência;

[008] A Figura 2 é uma ilustração esquemática de uma porção de um sistema de ventilação de pressão positiva de alta frequência;

[009] A Figura 3 é um método para aplicar ventilação de pressão positiva de alta frequência a um

indivíduo com um sistema de ventilação de pressão positiva de alta frequência.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES EXEMPLIFICADORAS

[010] Como usado aqui, a forma singular de "um", "uma", "o" e "a" inclui referências no plural a menos que o contexto claramente determine de outro modo. Conforme usado neste documento, a declaração de que duas ou mais partes ou componentes estão "acoplados" deve significar que as partes estão unidas ou operam em conjunto, tanto diretamente quanto indiretamente, isto é, através de uma ou mais partes ou componentes intermediários, contanto que uma ligação ocorra. Conforme usado neste documento, "diretamente acoplado" significa que dois elementos estão diretamente em contato um com o outro. Conforme usado neste documento, "fixamente acoplado" ou "fixo" significa que dois componentes estão acoplados de modo a se moverem como um enquanto mantêm uma orientação constante entre si.

[011] Conforme usado neste documento, a palavra "unitário" significa que um componente é criado como uma peça única ou unidade. Ou seja, um componente que inclui peças que são criadas separadamente e, em seguida, acopladas em conjunto como uma unidade não é um componente ou corpo "unitário". Conforme empregado neste documento, a declaração de que duas ou mais partes ou componentes são "engatados" um ao outro significa que as partes exercem uma força de uma oposta à outra, tanto diretamente quanto através de uma ou mais partes ou componentes intermediários. Como empregado no presente documento, o termo "número" significará um ou um número inteiro maior do que um (isto é, uma pluralidade).

[012] As frases direcionais usadas neste documento, tais como, por exemplo e sem limitações, topo, fundo, esquerdo, direito, superior, inferior, frontal, traseiro e derivados dos mesmos, se referem à orientação dos elementos mostrados nos desenhos e não são limitadores mediante as reivindicações, exceto quanto referidos explicitamente nas mesmas.

[013] A Figura 1 ilustra, esquematicamente, um sistema de ventilação de pressão positiva de alta frequência 10. Em algumas modalidades, o sistema 10 compreende um ou mais dentre um ventilador 12 que inclui um subsistema inspiratório 14, um subsistema expiratório 16, um circuito respiratório 18, um processador 20, armazenamento eletrônico (não mostrado), e/ou outros componentes. Em algumas modalidades, o sistema 10 é configurado para fornecer a um indivíduo 22 a ventilação de acordo com um regime de terapia de ventilação de pressão positiva de alta frequência. O sistema 10 é configurado para manter um nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo (por exemplo, pressão média das vias respiratórias) e/ou um nível de pressão de pico a pico nos níveis pretendidos ao longo de uma série de inalações e/ou exalações. O sistema 10 é configurado para manter automaticamente o nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo e/ou o nível de pressão de pico a pico, reduzindo e/ou eliminando a necessidade de ajustes manuais durante a ventilação de pressão positiva de alta frequência. O controle automático fornece ajustes de parâmetro em tempo hábil na medida em que as condições respiratórias e do pulmão se alteram durante o tratamento.

[014] O circuito respiratório 18 é configurado para aplicar um fluxo pressurizado do gás respirável às vias

respiratórias do indivíduo a fim de ventilar o indivíduo 22. O circuito respiratório 18 inclui um ou mais de um conduto inspiratório 24, um circuito expiratório 26, uma interface de indivíduo 28, e/ou outros componentes. O conduto inspiratório 24 é configurado para aplicar gás para inspiração do subsistema inspiratório 14 para a interface de indivíduo 28. O conduto expiratório é configurado para comunicar gás expirado para o subsistema expiratório 16 a partir da interface de indivíduo 28. Os condutos 24 e/ou 26 podem ser flexíveis, e/ou podem ser seletivamente removíveis da interface de indivíduo 28, subsistema inspiratório 14, e/ou subsistema expiratório 16. A interface de indivíduo 28 inclui um aparelho de interface de indivíduo 30 que se comunica com as vias respiratórias do indivíduo 22. O aparelho de interface de indivíduo 30 pode incluir um aparelho invasivo, como um tubo endotraqueal ou outro aparelho invasivo, ou um aparelho não invasivo, como uma máscara ou outro aparelho não invasivo.

[015] O subsistema inspiratório 14 é configurado para fornecer um fluxo pressurizado do gás respirável para aplicação às vias respiratórias do indivíduo 22 durante a inspiração. O subsistema inspiratório 14 é configurado de modo que um ou mais parâmetros de gás do fluxo pressurizado do gás respirável sejam controlados de acordo com um regime de terapia. Os um ou mais parâmetros de gás podem incluir, por exemplo, um ou mais dentre fluxo, pressão, umidade, velocidade, aceleração, e/ou outros parâmetros. Em algumas modalidades, o sistema 10 é um dispositivo dedicado à ventilação de pressão positiva de alta frequência. Em algumas modalidades, o subsistema inspiratório 14 é um ventilador e/ou dispositivo de pressão positiva de vias respiratórias,

configurado para fornecer terapia além da e/ou em adição à ventilação de pressão positiva de alta frequência. O subsistema inspiratório 14 pode incluir qualquer dispositivo, como, por exemplo, uma bomba, fonte de gás comprimido, soprador, pistão, ou fole, que tem a capacidade de fornecer um fluxo de gás em uma pressão elevada. A presente revelação também contempla que o gás, além do ar atmosférico do ambiente (por exemplo, gás enriquecido com oxigênio, medicamento, e/ou outros gases), pode ser introduzido no sistema 10 para aplicação ao indivíduo 22.

[016] O subsistema expiratório 16 é configurado para expirar o gás das vias respiratórias do indivíduo 22 e/ou circuito respiratório 18 para efetuar a expiração do gás. O subsistema expiratório 16 pode incluir um ou mais dentre uma saída 32, um gerador de fluxo expiratório 34, uma válvula de exalação 36, e/ou outros componentes. A saída 32 é configurada para liberar gás expirado do sistema 10. Isso pode incluir liberar o gás diretamente no interior da atmosfera ambiente, ou liberar o gás no interior de um filtro ou outro componente de tratamento para tratar o gás antes da liberação. O gerador de fluxo expiratório 34 é configurado para extrair gás através do conduto de expiração 26 e pela saída 32. O gerador de fluxo expiratório 34 pode incluir, por exemplo, um soprador, um fole, e/ou outros dispositivos ou mecanismos adequados para gerar um fluxo de gás a partir do conduto de expiração 26 para fora através da saída 32. A taxa na qual o gerador de fluxo expiratório 34 cria o fluxo pode ser ajustável mediante o ajuste da operação do gerador de fluxo expiratório 34. Por exemplo, uma velocidade giratória

de um soprador pode ser ajustada para extrair mais ou menos gás para fora através da saída 32.

[017] A válvula de exalação 36 é configurada para posicionar de forma seletiva o conduto expiratório 26 em comunicação com o gerador de fluxo expiratório 34. Em uma primeira posição (mostrada na Figura 1), a válvula de exalação 36 pode inibir ou encerrar completamente a comunicação entre o conduto expiratório 26 e o gerador de fluxo expiratório 34. Na primeira posição, a pressão nas vias respiratórias do indivíduo 22 tenderá a se elevar na medida em que o gás do subsistema inspiratório 14 for aplicado ao indivíduo 22, enquanto permite-se que pouco ou nenhum gás seja exaustado através do subsistema expiratório 14. A Figura 2 ilustra a válvula de exalação 36 em uma segunda posição na qual o conduto expiratório 26 se comunica com o gerador de fluxo expiratório 34 através da válvula de exalação 36. Isso pode causar uma queda de pressão nas vias respiratórias do indivíduo 22, na medida em que o gás das vias respiratórias do indivíduo 22 é extraído para fora através do conduto expiratório 26 e da saída 32.

[018] Retornando à Figura 1, quando a válvula de exalação 36 está na primeira posição mostrada na Figura 1, e o gerador de fluxo expiratório 34 está funcionando para empurrar um fluxo para fora através da saída 32, uma porta de vazamento 38 pode agir como uma entrada através da qual o gás é extraído para o interior do gerador de fluxo expiratório 34. A porta de vazamento 38 pode simplesmente ser uma porta passiva (*por exemplo, uma abertura, uma válvula de charneira, e/ou outras portas passivas*), ou pode ser aberta de forma ativa na medida em que a válvula de exalação 36 é fechada, e vice-versa. Em

algumas modalidades, a válvula de exalação 36 não é meramente aberta e fechada, mas pode ser aberta e fechada de forma incremental para permitir que relativamente mais ou menos gás flua a partir do conduto expiratório 26 para a saída 32.

[019] Deve-se compreender, a partir do supracitado, que mediante o controle da válvula de exalação 36 e/ou do gerador de fluxo expiratório 34, a pressão nas vias respiratórias do indivíduo 22 pode ser controlada, enquanto o gás é aplicado às vias respiratórias do indivíduo 22 a partir do subsistema inspiratório 14. Os parâmetros (*por exemplo, pressão, fluxo, etc.*) do gás aplicado a partir do subsistema inspiratório 14 podem ser controlados dinamicamente em coordenação com a válvula de exalação 36 e/ou o gerador de fluxo expiratório 34 para controlar a pressão das vias respiratórias, ou o gás inspiratório pode ser aplicado de forma substancialmente contínua e a pressão das vias respiratórias controlada totalmente ou de forma substancialmente total, ajustando-se a operação da válvula de exalação 36 e/ou o gerador de fluxo expiratório 34.

[020] Como, em um exemplo não-limitador, o gerador de fluxo expiratório 34 e/ou a válvula de exalação 36 podem ser configurados para ajustar a pressão das vias respiratórias de acordo com um regime de ventilação de alta frequência. Em algumas modalidades, o regime de terapia pode ditar que a pressão das vias respiratórias flutuam ao longo de uma série de ciclos de pressão nos quais uma pressão média das vias respiratórias é mantida. Durante esses ciclos de pressão, os parâmetros como frequência, pressão ou amplitude de fluxo, pressão média, volume tidal, fluxo de pico, e/ou outros parâmetros podem ser controlados através da operação do

gerador de fluxo expiratório 34 e/ou da válvula de exalação 36.

[021] O sistema 10 pode incluir um ou mais sensores 40 configurados para gerar sinais de emissão que transportam informações relacionadas a um ou mais parâmetros de gás dentro do sistema 10. O um ou mais parâmetros de gás podem compreender fluxo, volume, pressão, uma composição (por exemplo, concentração(ões) de um ou mais constituintes), temperatura, umidade, aceleração, velocidade, acústica, alterações em um parâmetro indicativo da respiração, e/ou outros parâmetros de gás. Os sensores 40 podem compreender um ou mais sensores que medem esses parâmetros diretamente. Os sensores 40 podem compreender um ou mais sensores que geram sinais de emissão relacionados a um ou mais parâmetros do fluxo de gás de forma indireta. Por exemplo, um ou mais dos sensores 40 podem gerar uma emissão com base em um parâmetro de funcionamento do gerador de fluxo expiratório 34 (por exemplo, corrente de motor, tensão, velocidade rotacional, e/ou outros parâmetros de funcionamento), e/ou outros parâmetros. Embora os sensores 40 sejam ilustrados em um único local dentro do circuito respiratório 18, isso não se destina a limitar. Os sensores 40 podem incluir sensores dispostos em uma pluralidade de locais, como por exemplo, dentro do gerador de fluxo expiratório 34, dentro do (ou em comunicação com) subsistema inspiratório 14, e/ou outros locais.

[022] O processador 20 é configurado para fornecer capacidades de processamento de informações no sistema 10. Como tal, o processador 20 pode compreender um ou mais dentre um processador digital, um processador analógico, um circuito digital projetado para processar informações, um

círcuito analógico projetado para processar informações, uma máquina de estado, e/ou outros mecanismos para processar eletronicamente as informações. Embora o processador 20 seja mostrado na Figura 1 como uma entidade única, isso tem um propósito apenas ilustrativo. Em algumas implementações, o processador 20 pode compreender uma pluralidade de unidades de processamento. Essas unidades de processamento podem estar fisicamente localizadas dentro do dispositivo, ou o processador 20 pode representar a funcionalidade de processamento de uma pluralidade de dispositivos que funcionam em coordenação.

[023] Conforme mostrado na Figura 1, o processador 20 é configurado para executar um ou mais módulos de programa de computador. O um ou mais módulos de programa de computador pode compreender um ou mais dentre um módulo de parâmetro 42, um módulo-alvo 44, um módulo de controle 46, e/ou outros módulos. O processador 20 pode ser configurado para executar os módulos 42, 44, e/ou 46 por software; hardware; firmware; alguma combinação de software, hardware, e/ou firmware; e/ou outros mecanismos para configurar as capacidades de processamento no processador 24.

[024] Deve-se compreender que, embora os módulos 42, 44, e/ou 46 sejam ilustrados na Figura 1 como estando co-localizados dentro de uma única unidade de processamento, em algumas implementações em que o processador 20 compreende múltiplas unidades de processamento, um ou mais dos módulos 42, 44, e/ou 46 podem estar situados remotamente dos outros módulos. A descrição da funcionalidade fornecida pelos diferentes módulos 42, 44, e/ou 46 descritos a seguir tem propósito ilustrativo, e não se destina a limitar, já que

quaisquer dos módulos 42, 44, e/ou 46 podem fornecer mais ou menos funcionalidade do que é descrito. Por exemplo, um ou mais dos módulos 42, 44, e/ou 46 podem ser eliminados, e uma porção ou toda a sua funcionalidade pode ser fornecida por outros módulos 42, 44, e/ou 46. Como outro exemplo, o processador 20 pode ser configurado para executar um ou mais módulos adicionais que podem realizar uma porção ou toda a sua funcionalidade atribuída abaixo a um dos módulos 42, 44, e/ou 46.

[025] O módulo de parâmetro 42 é configurado para determinar um ou mais parâmetros no sistema 10. O um ou mais parâmetros no sistema 10 podem compreender parâmetros de gás relacionados ao fluxo do gás respirável nas ou próximo às vias respiratórias do indivíduo 22, e/ou outros parâmetros. O módulo de parâmetro 42 é configurado para determinar o um ou mais parâmetros com base nos sinais de emissão dos sensores 40, e/ou outras informações. As informações determinadas pelo módulo de parâmetro 42 podem ser usadas para controlar o gerador de fluxo expiratório 34, controlar a válvula de exalação 36, armazenadas no armazenamento eletrônico, e/ou usadas para outros usos. O um ou mais parâmetros de gás do fluxo pressurizado do gás respirável podem compreender, por exemplo, um ou mais dentre uma vazão, um volume, uma pressão, umidade, temperatura, aceleração, velocidade, e/ou outros parâmetros de gás.

[026] Em algumas modalidades, o módulo de parâmetro 42 pode ser configurado para determinar a fase respiratória (por exemplo, inalação, exalação) e/ou ciclos de pressão de alta frequência durante a ventilação do indivíduo 12. A fase respiratória pode incluir a fase das

determinações feitas pelo módulo de parâmetro 25 e são baseadas nos sinais de emissão dos ciclos de pressão gerados através do controle do subsistema inspiratório 14, gerador de fluxo expiratório 34 e/ou válvula de exalação 36. O módulo de parâmetro 42 pode ser configurado para determinar os parâmetros respiratórios adicionais relacionados à respiração do indivíduo 22. Os parâmetros respiratórios adicionais relacionados à respiração do indivíduo 22 podem compreender um volume tidal, uma temporização (por exemplo, início e/ou fim da inalação, início e/ou fim da exalação, etc.), uma taxa de respiração, uma duração (por exemplo, da inalação, da exalação, de um único ciclo de respiração, etc.), frequência de respiração, a frequência de ciclos de pressão de alta frequência, pressão média das vias respiratórias e/ou outros parâmetros respiratórios. As determinações da fase respiratória podem ser usadas pelo módulo de controle 46 para controlar o gerador de fluxo expiratório 34 e/ou a válvula de exalação 36 para controlar a pressão das vias respiratórias do indivíduo 22, podem ser armazenadas no armazenamento eletrônico, e/ou usadas para outros usos. Em algumas modalidades, o módulo de parâmetro 42 é configurado para determinar a fase respiratória (por exemplo, inalação, exalação) com base nas mudanças na pressão, vazão, e/ou outros parâmetros determinados pelo módulo de parâmetro 42.

[027] O módulo de parâmetro 42 pode ser configurado para determinar um nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo. O nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo pode ser a pressão média das vias respiratórias, por exemplo. Em algumas

modalidades, o nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo pode ser ponderado continuamente durante uma sessão de terapia. Um nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo atual pode ser determinado com base em um nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo determinado anteriormente e os sinais de emissão atuais dos sensores 40. Em algumas modalidades, o nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo pode ser determinado durante uma janela de terapia. Por exemplo, o nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo pode ser ponderado ao longo de uma janela de terapia dos dois (ou mais) ciclos de ventilação de alta frequência mais recentes. Em algumas modalidades a ponderação pode ser ao longo de uma quantidade predeterminada de tempo logo antes do ciclo ventilação de alta frequência atual.

[028] O módulo de parâmetro 42 pode ser configurado para determinar uma diferença de pressão de pico a pico com base nos sinais de emissão. Em algumas modalidades, a diferença de pressão de pico a pico pode ser relacionada a diferenças entre duas ou mais pressões máximas consecutivas em uma onda de pressão cíclica gerada pela operação do subsistema inspiratório 14, gerador de fluxo expiratório 34 e/ou válvula de exalação 36 de acordo com o regime de terapia de ventilação de pressão positiva de alta frequência. Em algumas modalidades, a diferença de pressão de pico a pico pode ser determinada continuamente durante uma sessão de terapia. Uma diferença de pressão de pico a pico atual pode ser determinada com base em um nível de pressão de pico determinado anteriormente e um nível de

pressão de pico atual indicado pelos sinais de emissão dos sensores 40.

[029] Em algumas modalidades, uma frequência das determinações, algoritmos usados para determinar os parâmetros, e/ou outros fatores relacionados à determinação dos parâmetros de gás pelo módulo de parâmetro 25 podem ser determinados na fabricação, determinados com base em uma entrada de usuário por meio de uma interface de usuário, determinados com base na respiração anterior e/ou atual pelo indivíduo, determinados com base no regime de terapia, e/ou determinados de outras formas.

[030] O módulo-alvo 44 é configurado para obter valores pretendidos para o um ou mais parâmetros de gás. O módulo-alvo 44 é configurado para obter um nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo pretendido. Em algumas modalidades, o nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo pretendido pode ser um nível de pressão médio das vias respiratórias. O módulo-alvo 44 é configurado para obter uma diferença de pressão de pico a pico pretendido. Em algumas modalidades, o módulo-alvo 44 é configurado para determinar os valores pretendidos para os parâmetros de gás com base na respiração anterior do indivíduo. Em algumas modalidades, os valores pretendidos para os parâmetros de gás podem ser determinados na fabricação. Em algumas modalidades, o módulo-alvo 44 pode obter os valores pretendidos para os parâmetros de gás com base em informações inseridas pelo indivíduo e/ou outros usuários (*por exemplo, um tratador, um doutor*) por meio de uma interface de usuário. Em algumas modalidades, o módulo-alvo 27 pode obter os valores pretendidos por meio de outros métodos.

[031] O módulo de controle 46 é configurado para controlar o subsistema inspiratório 14, o gerador de fluxo expiratório 34 e/ou a válvula de exalação 36 para fornecer uma pressão das vias respiratórias de acordo com um regime de terapia de ventilação de pressão positiva de alta frequência. O módulo de controle 46 é configurado para controlar o subsistema inspiratório 14, o gerador de fluxo expiratório 34 e/ou a válvula de exalação 36 de acordo com o regime de terapia de ventilação de pressão positiva de alta frequência com base nos sinais de emissão dos sensores 40. O módulo de controle 46 é configurado para controlar o subsistema inspiratório 14, o gerador de fluxo expiratório 34 e/ou a válvula de exalação para causar os ciclos de pressão das vias respiratórias em uma frequência entre cerca de 3 Hz e cerca de 25 Hz. O módulo de controle 46 é configurado para controlar o subsistema inspiratório 14, o gerador de fluxo expiratório 34 e/ou a válvula de exalação 36, de modo que um volume tidal do fluxo pressurizado do gás respirável seja cerca de 6 ml/kg para um paciente.

[032] Em algumas modalidades, o módulo de controle 46 é configurado para controlar de forma seletiva o subsistema inspiratório 14, o gerador de fluxo expiratório 34 e/ou a válvula de exalação 36 para manter o nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo no nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo pretendido ao longo vários ciclos de pressão. Os ciclos individuais podem corresponder a uma inalação e exalação pelo indivíduo. Em algumas modalidades, o nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo pode ser a pressão média das vias respiratórias. O módulo de controle 46 é

configurado para controlar de forma seletiva o subsistema inspiratório 14, o gerador de fluxo expiratório 34 e/ou a válvula de exalação 36 para manter o nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo no nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo pretendido, com base nos sinais de emissão, nas informações determinadas pelo módulo de parâmetro 42, nas informações obtidas pelo módulo-alvo 44, e/ou outras informações.

[033] Como, em um exemplo não-limitador, uma pressão das vias respiratórias pode ser determinada e ponderada ao longo de alguns ciclos de pressão positiva de alta frequência pelo módulo de parâmetro 42. A quantidade de ciclos de pressão nos quais a pressão é ponderada pode depender da frequência da ventilação de alta frequência. A diferença (ou erro, por exemplo) entre uma pressão média das vias respiratórias pretendida (obtida pelo módulo-alvo 44) e uma pressão média atual das vias respiratórias pode ser determinada pelo módulo de controle 46. Com base na diferença determinada, o módulo de controle 46 pode controlar simultaneamente 1) um ponto até o qual a válvula de exalação 36 é aberta e/ou fechada, aumenta e/ou diminui a corrente/velocidade de um soprador do gerador de fluxo expiratório 34, e/ou controla outros aspectos da operação do sistema 10 para impactar a pressão das vias respiratórias. Se, por exemplo, a pressão média atual das vias respiratórias for maior do que a pressão média pretendida das vias respiratórias, o módulo de controle 46 pode controlar a velocidade do soprador para aumentar de modo que a pressão negativa seja maior durante a expiração. Além disso, o módulo de controle 46 pode controlar a válvula de exalação 36 para

abrir parcialmente de modo a facilitar as alterações mais rápidas à pressão negativa durante exalação.

[034] Em algumas modalidades, o módulo de controle 46 é configurado para controlar de forma seletiva o gerador de fluxo expiratório 34 e/ou a válvula de exalação 36 para manter a diferença de pressão de pico a pico na diferença de pressão de pico a pico pretendida ao longo dos ciclos de pressão. O módulo de controle 46 é configurado para controlar de forma seletiva o gerador de fluxo expiratório 34 e/ou válvula de exalação 36 para manter a diferença de pressão de pico a pico na diferença de pressão de pico a pico pretendida com base nos sinais de emissão, nas informações determinadas pelo módulo de parâmetro 42, nas informações obtidas pelo módulo-alvo 44, e/ou outras informações. Em algumas modalidades, o módulo de controle 46 pode ser configurado para comparar uma diferença de pressão de pico a pico atual à diferença de pressão de pico a pico pretendida, gerador de fluxo expiratório 34, a válvula de exalação 36, e/ou outros componentes do sistema 10 com base na comparação. O módulo de controle 29 pode ser configurado para controlar a válvula 18, válvula 20, e/ou gerador de fluxo inspiratório 14 de maneira substancialmente simultânea para manter a pressão de pico a pico na pressão de pico a pico pretendida.

[035] Em algumas modalidades, o módulo de controle 46 é configurado para manter o nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo no nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo pretendido, e a diferença de pressão de pico a pico na diferença de pressão de pico a pico pretendida, durante a mesma série de ciclos de pressão.

[036] Em algumas modalidades, o módulo de controle 46 é configurado para controlar o subsistema inspiratório 14, gerador de fluxo expiratório 34, a válvula de exalação 36, e/ou outros dispositivos para gerar o fluxo de gás de acordo com um regime de ventilador, um regime de terapia de pressão das vias respiratórias positiva, e/ou outros regimes de terapia além do e/ou em vez do regime de terapia de apoio de pressão positiva de alta frequência.

[037] A Figura 3 ilustra um método 300 para aplicar ventilação de pressão positiva de alta frequência a um indivíduo com um sistema de ventilação de pressão positiva de alta frequência. O sistema compreende um subsistema inspiratório, um gerador de fluxo expiratório, um ou mais sensores, uma válvula de exalação, e um ou mais processadores, e/ou outros componentes. O um ou mais processadores são configurados para executar módulos de programa de computador. Os módulos de programa de computador compreendem um módulo de parâmetro, um módulo-alvo, e um módulo de controle. As operações do método 300 apresentado abaixo são destinadas a serem ilustrativas. Em algumas modalidades, o método 300 pode ser realizado com uma ou mais operações adicionais não descritas, e/ou sem uma ou mais das operações discutidas. Adicionalmente, a ordem na qual as operações do método 300 são ilustradas na Figura 3 e descritas a seguir não é destinada a ser limitadora.

[038] Em algumas modalidades, o método 300 pode ser implementado em um ou mais dispositivos de processamento (por exemplo, um processador digital, um processador analógico, um circuito digital projetado para processar informações, um circuito analógico projetado para processar

informações, uma máquina de estado, e/ou outro mecanismos para processar eletronicamente as informações). O um ou mais dispositivos de processamento podem incluir um ou mais dispositivos que executam algumas ou todas as operações do método 300 em resposta a instruções armazenadas eletronicamente em um meio de armazenamento eletrônico. O um ou mais dispositivos de processamento pode incluir um ou mais dispositivos configurados através de hardware, firmware, e/ou software para serem projetados especificamente para a execução de uma ou mais das operações do método 300.

[039] Em uma operação 302, um fluxo pressurizado do gás respirável para aplicação às vias respiratórias do indivíduo é gerado com o subsistema inspiratório similar ao subsistema inspiratório 14 (mostrado na Figura 1 e descrito no presente documento). Em algumas modalidades, a operação 302 é realizada pelo menos em parte por um gerador de fluxo expiratório e/ou uma válvula de exalação, os mesmos ou semelhantes ao gerador de fluxo expiratório 34 e/ou válvula de exalação 36, respectivamente (mostrados na Figura 1 e aqui descritos).

[040] Em uma operação 304, os sinais de emissão que transportam as informações relacionadas a um ou mais parâmetros de gás do fluxo pressurizado do gás respirável são gerados com o um ou mais sensores. Em algumas modalidades, a operação 304 é realizada por um ou mais sensores, os mesmos ou semelhantes aos sensores 40 (mostrados na Figura 1 e aqui descritos).

[041] Em uma operação 306, a pressão das vias respiratórias do indivíduo é controlada de forma seletiva com o subsistema inspiratório, o gerador de fluxo

expiratório e/ou a uma ou mais válvulas. Em algumas modalidades, a operação 306 é realizada pelo menos em parte por um subsistema inspiratório, um gerador de fluxo expiratório e/ou uma válvula de exalação, os mesmos ou semelhantes ao subsistema inspiratório 14, gerador de fluxo expiratório 34 e/ou válvula de exalação 36, respectivamente (mostrados na Figura 1 e aqui descritos).

[042] Em uma operação 308, o um ou mais parâmetros de gás do fluxo pressurizado do gás respirável nas ou próximo às vias respiratórias do indivíduo são determinados com base nos sinais de emissão com o módulo de parâmetro. Em algumas modalidades, o um ou mais parâmetros de gás incluem um nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo. Em algumas modalidades, o um ou mais parâmetros de gás podem incluir uma diferença de pressão de pico a pico. Em algumas modalidades, a operação 308 é realizada por um módulo de processador, o mesmo ou semelhante ao módulo de parâmetro 42 (mostrado na Figura 1 e aqui descrito).

[043] Em uma operação 310, os valores pretendidos para o um ou mais parâmetros de gás são obtidos com o módulo-alvo. Em algumas modalidades, os valores pretendidos incluem um nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo pretendido. Em algumas modalidades, o um ou mais parâmetros de gás podem incluir uma diferença de pressão de pico a pico pretendido. Em algumas modalidades, a operação 310 é realizada por um módulo de processador, o mesmo ou semelhante ao módulo-alvo 44 (mostrado na Figura 1 e aqui descrito).

[044] Em uma operação 312, o subsistema inspiratório, o gerador de fluxo expiratório e/ou a válvula de

exalação podem ser controlados com o módulo de controle para gerar o fluxo pressurizado do gás respirável de acordo com um regime de terapia de ventilação de pressão positiva de alta frequência. Em algumas modalidades, a operação 312 é realizada por um módulo de processador, o mesmo ou semelhante ao módulo de controle 46 (mostrado na Figura 1 e aqui descrito).

[045] Em uma operação 314, o subsistema inspiratório, o gerador de fluxo expiratório e/ou a válvula de exalação podem ser controlados de forma seletiva com o módulo de controle para manter o nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo no nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo pretendido ao longo de uma série de pressões positivas e negativas. Em algumas modalidades, o subsistema inspiratório, o gerador de fluxo expiratório e/ou a válvula de exalação podem ser controlados de forma seletiva com o módulo de controle para manter a diferença de pressão de pico a pico na diferença de pressão de pico a pico pretendida ao longo de uma série de ciclos de pressão. Em algumas modalidades, o nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo e a diferença de pressão de pico a pico podem ser mantidos em seus respectivos níveis alvo nas mesmas fases dos ciclos de pressão. Em algumas modalidades, a operação 314 é realizada por um módulo de processador, o mesmo ou semelhante ao módulo de controle 46 (mostrado na Figura 1 e aqui descrito).

[046] Nas reivindicações, quaisquer sinais de referência colocados entre parêntesis não devem ser considerados limitadores da reivindicação. A palavra "que comprehende" ou "que inclui" não exclui a presença dos elementos ou etapas além dos mencionados em uma

reivindicação. Em uma reivindicação de dispositivo que enumera vários meios, vários de tais meios podem ser incorporados por um e apenas um item de hardware. A palavra "um" ou "uma" antes de um elemento não exclui a presença de uma pluralidade de tais elementos. Em qualquer reivindicação de dispositivo que enumera vários meios, vários de tais meios podem ser incorporados por um e apenas um item de hardware. O mero fato de que tais determinados elementos sejam referidos em reivindicações dependentes mutuamente diferentes não indica que tais elementos não podem ser usados em conjunto.

[047] Embora a descrição fornecida acima forneça detalhes com o propósito de ilustração com base nas que são atualmente consideradas as modalidades mais práticas preferenciais, deve-se entender que tais detalhes têm, apenas, tal propósito e que a revelação não está limitada às modalidades expressamente reveladas, porém, pelo contrário, tem por objetivo cobrir modificações e disposições equivalentes que são abrangidas pelo espírito e escopo das reivindicações anexas. por exemplo, deve-se entender que a presente revelação prevê que, tanto quanto possível, um ou mais recursos de qualquer modalidade podem ser combinados com um ou mais recursos de qualquer outra modalidade.

## REIVINDICAÇÕES

1. SISTEMA DE VENTILAÇÃO DE PRESSÃO POSITIVA DE ALTA FREQUÊNCIA (10), caracterizado por compreender:

um subsistema inspiratório (14) para gerar um fluxo pressurizado de gás respirável para aplicação às vias respiratórias do indivíduo;

um gerador de fluxo expiratório (34) configurado para extrair gás a partir das vias respiratórias de um indivíduo para uma saída de sistema;

um ou mais sensores (40) configurados para gerar sinais de emissão que transportam informações relacionadas a um ou mais parâmetros de gás nas ou próximo às vias respiratórias do indivíduo;

uma válvula de exalação (36) configurada para controlar de forma seletiva o fluxo a partir das vias respiratórias do indivíduo através do gerador de fluxo expiratório;

um ou mais processadores (20) configurados para executar módulos de programa de computador, sendo que os módulos de programa de computador compreendem:

um módulo de parâmetro (42) configurado para determinar o um ou mais parâmetros de gás nas ou próximo às vias respiratórias do indivíduo com base nos sinais de emissão, sendo que o módulo de parâmetro é configurado para determinar um nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo;

um módulo-alvo (44) configurado para obter valores pretendidos para o um ou mais parâmetros de gás, sendo que o módulo-alvo é configurado para obter um nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo pretendido; e

um módulo de controle (46) configurado para controlar o subsistema inspiratório, o gerador de fluxo expiratório e a válvula de exalação a fim de manter o nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo no nível de pressão das vias respiratórias ponderado no tempo pretendido ao longo de uma série de ciclos de pressão de alta frequência.

2. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo módulo de parâmetro ser configurado adicionalmente para determinar uma diferença de pressão de pico a pico ao longo de uma série de ciclos de pressão de alta frequência com base nos sinais de emissão;

sendo que o módulo-alvo é configurado adicionalmente para obter uma diferença de pressão de pico a pico alvo; e

que o módulo de controle é configurado adicionalmente para controlar de forma seletiva o subsistema inspiratório, o gerador de fluxo expiratório e a válvula de exalação a fim de manter a diferença de pressão de pico a pico na diferença de pressão de pico a pico pretendida ao longo de uma série de ciclos de pressão de alta frequência.

3. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo módulo de parâmetro ser configurado de modo que a diferença de pressão de pico a pico esteja relacionada a uma diferença entre duas ou mais pressões máximas consecutivas.

4. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo módulo de controle ser configurado para controlar o subsistema inspiratório, o gerador de fluxo expiratório e a válvula de exalação a fim de aplicar a ventilação de pressão positiva e uma frequência entre cerca de 3 Hz e cerca de 25 Hz.

5. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo módulo de controle ser configurado para controlar o subsistema inspiratório, o gerador de fluxo expiratório e a válvula de exalação de modo que um volume tidal do fluxo pressurizado do gás respirável seja cerca de 6 ml/kg.

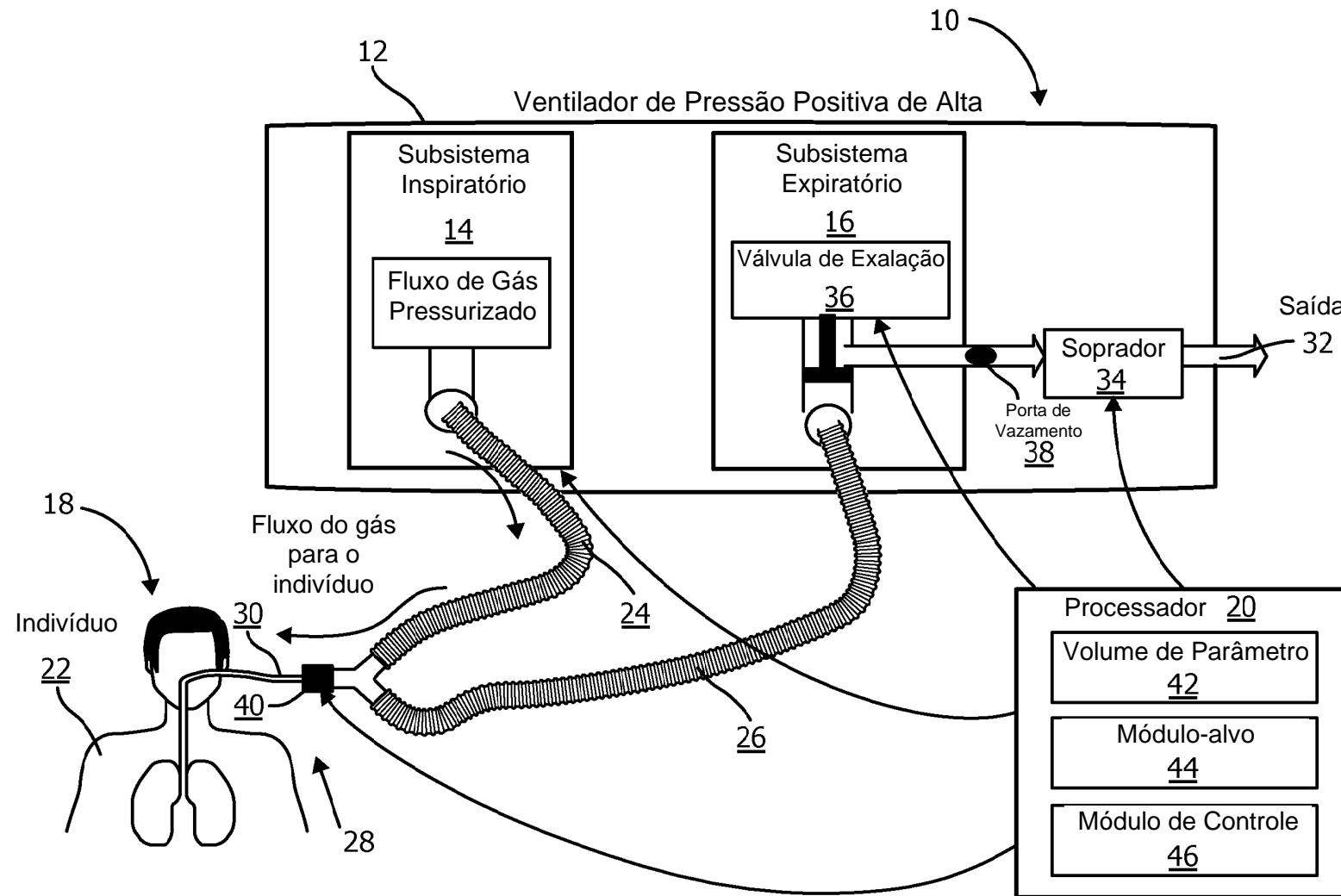


FIG. 1

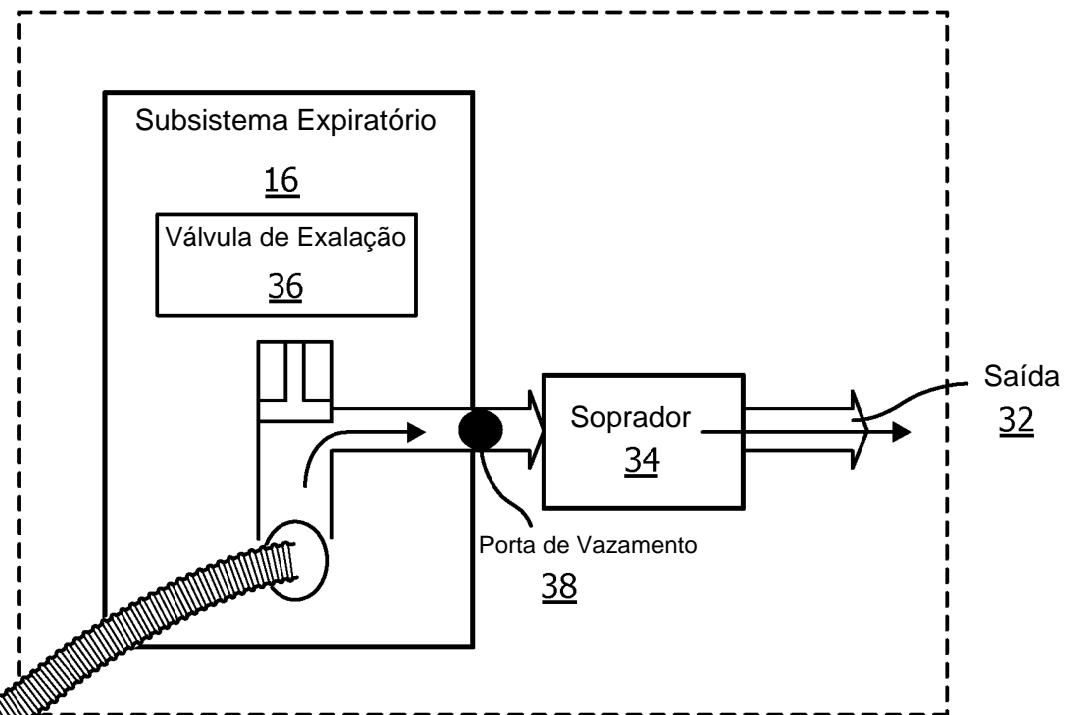
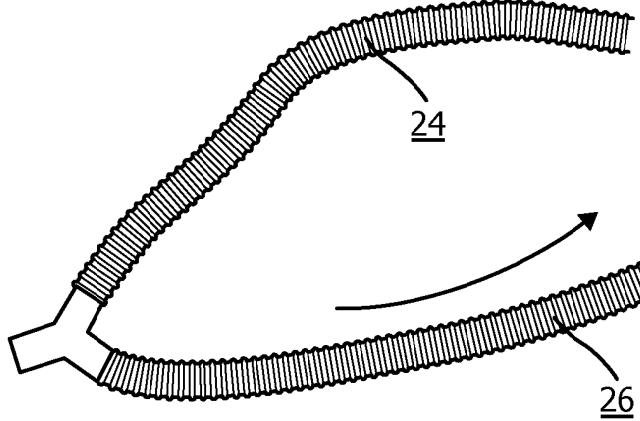


FIG. 2

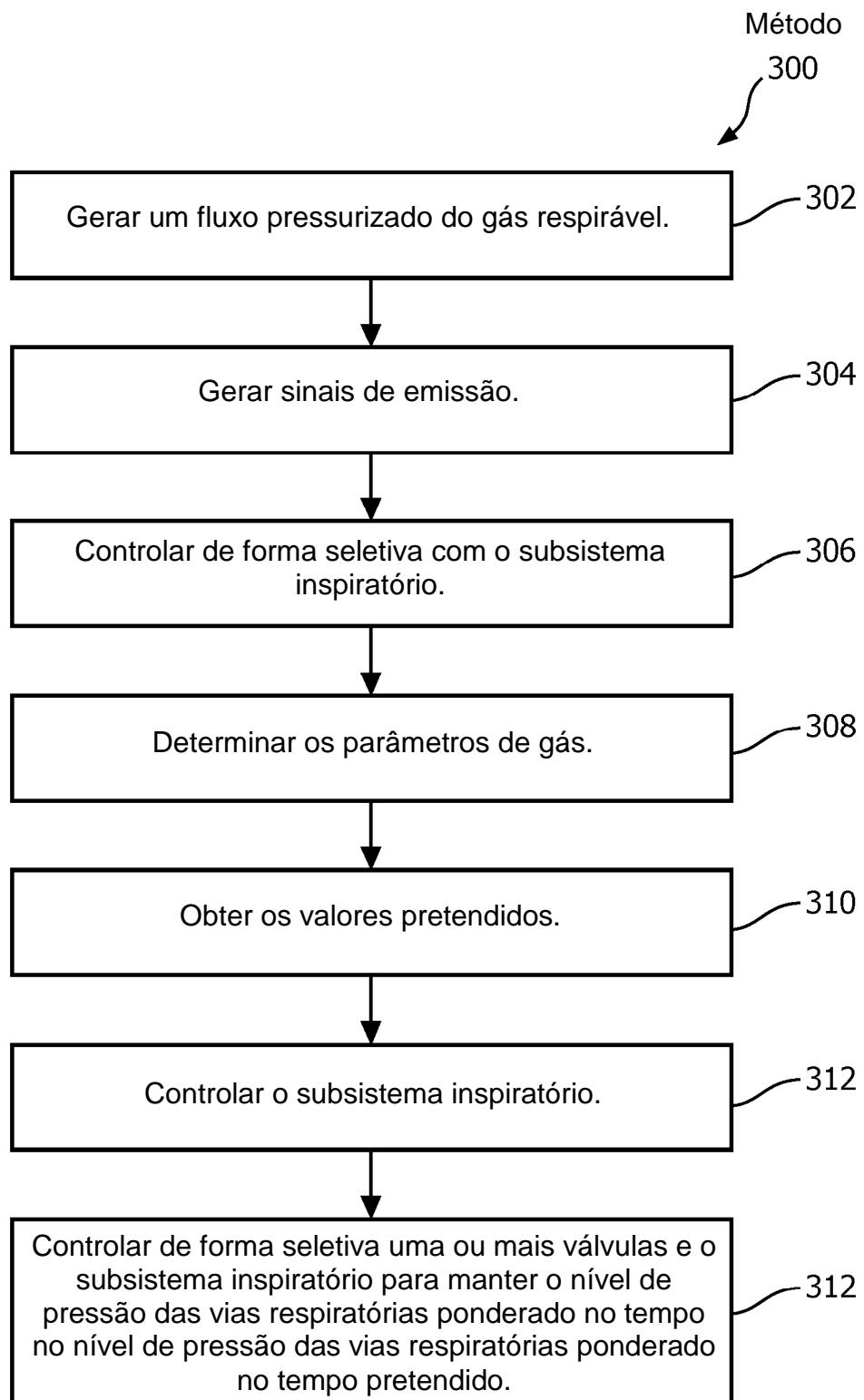


FIG. 3