



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

(11) BR 112013015388-1 B1



(22) Data do Depósito: 09/12/2011

(45) Data de Concessão: 12/01/2021

(54) Título: SISTEMA DE VENTILAÇÃO

(51) Int.Cl.: A61M 16/20; A62B 9/02; F16K 31/08.

(30) Prioridade Unionista: 21/12/2010 US 61/425,515.

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

(72) Inventor(es): MABINI ARCILLA; SAMIR AHMAD; EAMONN KELLY.

(86) Pedido PCT: PCT IB2011055574 de 09/12/2011

(87) Publicação PCT: WO 2012/085740 de 28/06/2012

(85) Data do Início da Fase Nacional: 18/06/2013

(57) Resumo: VÁLVULA, SISTEMA DE VENTILAÇÃO E MÉTODO PARA O CONTROLE DE UMA VÁLVULA PARA PROVER UM ALÍVIO DE PRESSÃO E REGULAGEM DE PRESSÃO EM UM SISTEMA DE VENTILAÇÃO Um equipamento para o controle de um ventilador compreende um controlador configurado para receber dados e para determinar o sono de um paciente com base nos dados, e com base no estado determinado de sono para determinar um ajuste do ventilador.

SISTEMA DE VENTILAÇÃO

HISTÓRICO

Ventiladores são usados em várias aplicações para proporcionar ventilação não invasiva (por exemplo, por meio de uma máscara) e invasiva (por exemplo, por meio de um tubo endotraqueal) de um paciente.

Uma Válvula de Segurança, Válvula de Alívio de Pressão Positiva (PPRV - *Positive Pressure Relief Valve*) e Válvula de Alívio de Pressão Negativa (NPRV - *Negative Pressure Relief Valve*) são componentes de um ventilador e são geralmente exigidas pelos padrões aplicáveis a ventiladores. Normalmente nos ventiladores conhecidos, a válvula de segurança, a PPRV e a NPRV são três partes separadas e cada qual proporciona uma função específica. Notavelmente, a válvula de segurança garante que a pressão no circuito de paciente não ultrapasse um determinado nível; a PPRV permite a inalação em uma pressão predeterminada (positiva); e a NPRV permite que o ar do ambiente seja aplicado ao paciente quando a pressão negativa no circuito de paciente ultrapassar uma pressão predeterminada (negativa) (por exemplo, durante a falha do sistema de ventilação).

As válvulas de segurança conhecidas, PPRVs e NPRVs existem normalmente e somente na forma mecânica na natureza. Assim, é estabelecida uma pressão limite (por exemplo, por meio de um mecanismo de mola) e não pode variar para acomodar diferentes exigências do paciente durante a ventilação. Por exemplo, a válvula de segurança somente pode ser ajustada em um valor específico para o alívio da pressão acima do maior nível de pressão no ventilador, e a NPRV pode ser ajustada em um em um nível específico de pressão negativa para o alívio da pressão abaixo do menor nível de pressão no ventilador.

Além disso, com o tempo atuando nos atuadoras conhecidos, a precisão da válvula pode ser reduzida.

O necessário é um equipamento e método para uso em um ventilador que supere pelo menos as desvantagens dos
5 equipamentos conhecidos acima descritos.

SUMÁRIO

Em uma realização representativa, uma válvula para o controle da pressão em um sistema de ventilação compreende: um eletroímã; um eixo conectado ao eletroímã; e um diafragma
10 conectado ao eixo. O eletroímã aplica uma força ao diafragma com base em um sinal.

Em outra realização representativa, um sistema de ventilação compreende um ventilador conectado a um circuito de paciente; uma válvula configurada para controlar a pressão
15 no sistema de ventilação, a válvula compreendendo: um eletroímã; um eixo conectado ao eletroímã; e um diafragma conectado ao eixo. O sistema de ventilação compreende um controlador conectado à válvula e configurado para prover um sinal para uma válvula. O eletroímã aplica uma força ao
20 diafragma com base em um sinal.

De acordo com outra realização representativa, um meio de leitura por computador tem integrado um código de programa de leitura por computador. O código de programa de leitura por computador é adaptado para ser executado de
25 maneira a implementar um método para o controle da ventilação de uma pessoa. O método compreende: prover um limite de pressão de inalação; determinar quando a pressão for maior que o limite da pressão de inalação; e abrir uma válvula quando a pressão for maior que o limite da pressão de
30 inalação.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

As realizações representativas são mais bem entendidas a partir da seguinte descrição detalhada quando

lidas com relação às figuras de acompanhamento. As dimensões das características nas figuras dos desenhos podem ser aumentadas ou reduzidas de forma arbitrária para haver clareza na discussão. Sempre que aplicável e prático, 5 numerais semelhantes de referência se referem a elementos semelhantes.

A FIGURA 1A é uma vista em perspectiva de uma válvula de acordo com uma realização representativa.

A FIGURA 1B é uma vista explodida de uma válvula 10 mostrada na Figura 1A.

A FIGURA 2 é um diagrama simplificado de blocos de um sistema de ventilação de acordo com a realização representativa.

A FIGURA 3 é um fluxograma de um método para o 15 controle da ventilação de uma pessoa de acordo com a realização representativa.

DESCRIÇÃO DETALHADA

Na seguinte descrição detalhada, para propósitos de explicação e não de limitação, são apresentadas realizações 20 representativas revelando detalhes específicos para prover uma completa compreensão das realizações de acordo com os presentes ensinamentos. Entretanto, ficará aparente para aqueles que tiveram o benefício de conhecer a presente revelação, que outras realizações de acordo com os presentes 25 ensinamentos que se desviam dos detalhes específicos revelados na presente permanecem dentro do escopo das reivindicações anexas. Além disso, podem ser omitidas as descrições de dispositivos e métodos bem conhecidos, de maneira a não obscurecerem a descrição das realizações 30 exemplares. Esses métodos e dispositivos permanecem dentro do escopo dos presentes ensinamentos.

A menos que observado de outra forma, quando um primeiro dispositivo é dito estar conectado a um segundo

dispositivo, isto inclui casos onde um ou mais dispositivos intermediários podem ser empregados para a conexão dos dois dispositivos entre si. Entretanto, quando um primeiro dispositivo é dito estar diretamente conectado ao segundo dispositivo, isto inclui somente casos em que os dois dispositivos estejam conectados entre si, sem quaisquer dispositivos intermediários ou intervenientes.

De acordo com as realizações representativas abaixo descritas, é descrita uma válvula para uso em um sistema de ventilação de paciente. A válvula funciona como uma válvula de segurança, uma PPRV e uma NPRV e provê essas funções como componente simples. As válvulas das realizações representativas são contempladas para uso em sistemas não invasivos de ventilação e em sistemas invasivos de ventilação.

A Figura 1A é uma vista em perspectiva de uma válvula 100 de acordo com a realização representativa. A válvula 100 é montada em uma conexão 101 para um circuito de paciente (não mostrado na Figura 1A), e provê alívio de pressão nas formas descritas abaixo em conexão com as realizações representativas. A válvula 100 compreende um alojamento inferior 102, que é fixado na conexão 101. Um alojamento intermediário 103 é conectado entre o alojamento inferior 102 e o alojamento superior 104. Como descrito em maiores detalhes abaixo, o alojamento superior 104 contém um eletroímã, que compreende uma bobina 105.

A FIGURA 1B é uma vista explodida da válvula mostrada na Figura 1A. A bobina 105 é montada à volta de um ímã 106. Juntos, a bobina 105 e o ímã 106 compreendem um eletroímã. É montado um eixo 107 na bobina 105 através do ímã 106 e que se prolonga pelo alojamento intermediário 103. O eixo 107 é conectado a um êmbolo 109 por meio de um conector 108, como mostrado. O êmbolo 109 assenta-se em um diafragma

110 e o diafragma 110 é assentado sobre uma abertura (não mostrada) na conexão 101. Como descrito mais completamente abaixo, a bobina 105 é acionada na direção z positiva e negativa do sistema de coordenadas mostrado na Figura 1B pela aplicação de corrente à bobina 105. O movimento da bobina 105 resulta no movimento do eixo 107 na mesma direção z, que por sua vez eleva (+ direção z) ou abaixa (- direção z) o êmbolo 109 e por sua vez eleva (+ direção z) ou abaixa (- direção z) o diafragma 110.

10 O diafragma 110 é feito ilustrativamente de borracha, ou de um material polimérico, ou outro material adequado. O diafragma 110 compreende paredes laterais 111 que permitem ao diafragma 110 ser elevado ou abaixado como resposta às forças aplicadas ao êmbolo 109 pelo eletroímã. De acordo com realizações representativas, o eletroímã provê uma força através do êmbolo 109 para o diafragma 110, que está de acordo com a pressão desejada na conexão 101 e, portanto, no circuito de paciente.

20 Como descrito mais completamente abaixo, a magnitude e a direção (+direção z) da força provida pelo diafragma 110 são determinada pela magnitude e direção da corrente na bobina 105 determinadas por um controlador (não mostrado na Figura 1B). Em certas realizações, a pressão limite é estabelecida no controlador. Com base no feedback de um transdutor de pressão (não mostrado na Figura 1B), o controlador muda a direção da corrente na bobina 105 para elevar o êmbolo 109 e o diafragma 110 pelo eixo 107. A elevação do diafragma 110 permite que o ar seja liberado da conexão 101 para o ambiente por meio de uma abertura (não mostrada) no alojamento inferior 102, ou permite que o ar seja provido na conexão 101 pelo ambiente pela abertura no alojamento inferior 102. Em outras realizações, o diafragma 110 é seletivamente elevado ou abaixado para manter a pressão

no circuito de paciente em um nível predeterminado estabelecido no controlador. O controlador recebe dados de pressão do transdutor de pressão e eleva o diafragma 110, caso a pressão no circuito de paciente subir acima de um nível predeterminado e abaixa o diafragma 110 caso a pressão no circuito de paciente cair abaixo de um nível predeterminado. A elevação e o abaixamento seletivos do diafragma 110 são feitos em respostas às mudanças na direção da corrente na bobina 105 com base nos sinais do controlador.

De forma benéfica, quando operar como uma válvula de segurança, com base nas forças aplicadas ao diafragma 110, a válvula 100 pode ser ajustada para aliviar a pressão positiva ou a pressão negativa com base em um limite de pressão positiva ou um limite de pressão negativa, respectivamente, estabelecido no controlador. Quando operador como um regulador de pressão, a válvula 100 pode manter a pressão no circuito de paciente em um nível predeterminado por meio da elevação e do abaixamento seletivos do diafragma 110 para prover o alívio de pressão. A capacidade para estabelecer os limites de pressão positiva e negativa e para regular a pressão no circuito de paciente, permite a um único componente, a válvula 100, exercer as funções da válvula de segurança, de uma PPRV, e uma NPRV. Além disso, a capacidade para estabelecer os limites de pressão positiva e negativa e para regular a pressão no circuito de paciente permite à válvula 100 ser implementada em uma variedade de aplicações (por exemplo, ventilação neonatal, ventilação pediátrica e ventilação para adultos).

A FIGURA 2 é um diagrama esquemático simplificado de um ventilador 200 de acordo com a realização representativa. O ventilador 200 pode ser configurado para prover ventilação não invasiva ou ventilação invasiva. O ventilador 200 compreende um sistema de aplicação de inalação

201 e um sistema de exalação 202, que são conectados ao paciente 203 por um circuito de paciente 204 compreendendo uma interface de paciente (não mostrada). São conhecidos certos aspectos do sistema de aplicação de inalação 201, do sistema de exalação 202, do circuito de paciente 204 e da interface de paciente do ventilador 200. Por exemplo, podem ser encontrados o sistema de aplicação de inalação 201, o sistema de exalação 202, o circuito de paciente 204 e a interface de paciente do ventilador 200 do ventilador 200, por exemplo, em uma variedade de ventiladores disponíveis comercialmente na Koninklijke Philips Electronics N.V., Eindhoven, Países Baixos.

O ventilador 200 compreende uma válvula 100 provida de forma ilustrativa entre o sistema de aplicação de inalação 201 e o paciente 203. Um transdutor de pressão 205 é conectado ao circuito de paciente 204 entre o paciente 203 e a válvula 100. O transdutor de pressão 205 provê um sinal elétrico indicativo da pressão (leituras de pressão) no circuito de paciente 204 entre o paciente 203 e a válvula 100. Como descrito mais completamente abaixo, essas leituras de pressão são usadas para elevar o diafragma 110 (abrindo a válvula 100), ou para abaixar o diafragma (fechando a válvula 100), ou para manter o diafragma 110 em sua posição atual.

O ventilador 200 compreende um controlador 206, que recebe as leituras de pressão do transdutor de pressão 205, e envia comandos a um acionador de válvula 207. O acionador de válvula 207 é ilustrativamente um amplificador/controlador de corrente que fornece uma corrente em uma determinada direção e de uma determinada magnitude para a bobina 105 da válvula 100 com base nos comandos do controlador 206. Como acima descrito, a magnitude e a direção da corrente na bobina 105 dita a magnitude e a direção da força aplicada ao êmbolo 109 e, portanto ao diafragma 110. Como mais completamente

descrito abaixo, o movimento do diafragma 110 e a força aplicada pelo diafragma 110 proporcionam o alívio de pressão ou a regulagem de pressão do ar no circuito de paciente 204 entre o paciente 203 e a válvula 100.

5 O controlador 206 pode ser um de uma variedade de dispositivos de processamento, como o processador, microprocessador, ou unidade central de processamento (CPU), circuitos integrados específicos de aplicação (ASICs), conjuntos de portas programáveis no campo (FPGAs), ou suas
10 combinações, usando software, firmware, circuitos lógicos com fios ou suas combinações. Em uma realização representativa, o controlador 206 é um controlador (por exemplo, microprocessador) do ventilador 200. Em outra realização, o controlador 206 é um componente em separado do ventilador
15 200. Nessa realização, o controlador 206, o transdutor de pressão 205 e a válvula 100 compreendem um dispositivo *stand-alone* que está conectado ao circuito de paciente 204.

Uma memória (não mostrada) está incluída para a armazenagem de software/firmware executável e/ou código
20 executável para o controlador 206. O software/firmware executável e/ou o código executável permitem a determinação da pressão no circuito de paciente 204 entre a válvula 100 e o paciente 203 com base nos dados recebidos do transdutor de pressão. O software/firmware executável e/ou o código
25 executável permitem a determinação pelo controlador 206 da necessária magnitude e direção da corrente a ser fornecida pelo acionador de válvula 207 para a bobina 105 da válvula 100. A memória pode ser qualquer número, tipo e combinação da memória não volátil somente de leitura (ROM) e memória
30 volátil de acesso randômico (RAM), e pode armazenar vários tipos de informações, como programas de computador e algoritmos de software executáveis pelo processador ou CPU. A memória pode incluir qualquer número, tipo e combinação de

mídia tangível de armazenagem de leitura por computador, como um drive de disco, uma memória de somente leitura eletricamente programável (EPROM), uma memória de somente leitura eletricamente apagada (EEPROM), um CD, um DVD, um
5 drive de barramento universal serial (USB) e similares.

Como acima descrito, o controlador 206 provê comandos para um acionador de válvula 207 referente à direção e magnitude da corrente a ser fornecida à bobina com base nas leituras de pressão do transdutor de pressão 205. Em
10 resposta, a válvula 100 é configurada para prover alívio de pressão ou regulagem de pressão com base nas leituras de pressão recebidas do transdutor de pressão 205. Em um exemplo, um limite de entrada (positivo ou negativo) é estabelecido para a pressão no circuito de paciente 204. O
15 limite de entrada é a pressão máxima (positiva ou negativa) que pode ser fornecida com segurança ao paciente 203. Os valores de pressão acima do limite de entrada podem ser perigosos para o paciente. Por exemplo, se a pressão medida pelo transdutor de pressão 205 ultrapassar o limite de
20 entrada, após a recepção desses dados do transdutor de pressão 205, o controlador 206 envia um comando a um acionador de válvula 207 para reverter a direção do fluxo da corrente na bobina 105 da válvula 100. A reversão do fluxo de corrente faz o diafragma 110 elevar (direção +z no sistema de
25 coordenadas mostrado na Figura 1B). Se o limite de entrada for uma pressão positiva, a elevação do diafragma libera o ar para o ambiente pela abertura no alojamento inferior 102. Em outra realização, ao invés de reverter a direção do fluxo da corrente, a corrente para a bobina 105 de um acionador de
30 válvula 207 é encerrada com base nos comandos do controlador 206. Sem corrente na bobina 105, nenhuma força é aplicada pelo êmbolo 109 no diafragma 110. Isso provoca a elevação do diafragma 110 e a liberação do ar para o ambiente pela

abertura no alojamento inferior 102. Como deve ser visto, neste exemplo, a válvula 100 opera como uma válvula de segurança.

Em outro exemplo, é estabelecida a desejada pressão no circuito de paciente 204 entre o paciente 203 e a válvula 100 no controlador 206. Se a leitura de pressão recebida pelo controlador 206 do transdutor de pressão 205 indicar que a pressão é maior que a pressão desejada (mas menor que a pressão positiva limite), o controlador 206 envia comandos a um acionador de válvula 207 para encerrar o fluxo de corrente na bobina 105 ou para reverter o fluxo de corrente na bobina 105 fazendo o diafragma 110 elevar-se (direção +z no sistema de coordenadas mostrado na Figura 1B) e o ar ser liberado para o ambiente pela abertura no alojamento inferior 102. Se os próximos dados de medição do transdutor de pressão 205 indicarem que a pressão no circuito de paciente 204 entre a válvula 100 e o paciente 203 estiver na pressão desejada ou abaixo dela, o controlador 206 envia comandos ao acionador de válvula 207 para prover corrente tendo uma determinada magnitude e direção para fazer com que o diafragma 110 seja abaixado (- direção -z no sistema de coordenadas mostrado na Figura 1B) e para prover uma força adequada na abertura (não mostrada) para manter a vedação entre o diafragma 110 e a abertura na conexão 101. Como descrito abaixo, na conexão com a realização representativa, o processo de tomar leituras de pressão e elevar e abaixar o diafragma 110 como necessário para regular a pressão no circuito de paciente 204 entre a válvula 100 e o paciente 203 é interativo. Como deve ser visto, neste exemplo, a válvula 100 funciona como uma válvula de alívio de pressão positiva (PPRV).

Em outro exemplo, é estabelecida uma pressão desejada no circuito de paciente 204 entre o paciente 203 e a válvula 100 no controlador 206. Se os dados recebidos pelo

controlador 206 do transdutor de pressão 205 indicarem que uma pressão é uma pressão negativa (mas não igual a um limite pressão de negativa), o controlador 206 envia comandos para finalizar o fluxo de corrente na bobina 105 ou para reverter o fluxo de corrente na bobina 105 fazendo o diafragma 110 ser elevado (direção +z no sistema de coordenadas mostrado na Figura 1B) e o ar ser fornecido ao circuito de paciente 204 pelo ambiente por meio da abertura no alojamento inferior 102. Se os próximos dados de medição do transdutor de pressão 205 indicarem que a pressão no circuito de paciente 204 entre a válvula 100 e o paciente 203 não está mais na pressão negativa, o controlador 206 envia comandos para prosseguir o fluxo de corrente e fazer o diafragma 110 ser abaixado (direção -z no sistema de coordenadas mostrado na Figura 1B) e prover uma força na abertura (não mostrada) suficiente para manter a vedação entre o diafragma 110 e a abertura na conexão 101. Como descrito abaixo em conexão com a realização representativa, o processo de tomar medições de pressão e elevar e abaixar o diafragma 110 como necessário para regular a pressão no circuito de paciente 204 entre a válvula 100 e o paciente 203 é interativa. Como deve ser visto, neste exemplo, a válvula 100 funciona como uma válvula de alívio de pressão negativa (NPRV).

Como ilustração, o uso da válvula 100 como uma NPRV, considerar o caso em que um paciente 203 toma uma "profunda respiração" com uma magnitude tão grande, que um soprador (não mostrado) ou outra fonte de ar (não mostrada) no sistema de aplicação de inalação 201 do ventilador 200 não pudesse prover um surto de ar para o paciente de maneira a completar a respiração exigida pelo paciente. Nesse caso, o paciente 203 criará uma pressão negativa no circuito de paciente 204 entre o paciente 203 e a válvula 100. Essa pressão negativa é detectada pelo transdutor de pressão 205 e

a leitura de pressão é enviada ao controlador 206. Com base na leitura de pressão, o controlador 206 envia um comando ao acionador de válvula 207 para fornecer uma corrente de magnitude e direção suficientes para elevar o diafragma, e
5 válvula 100 se abre para o ambiente pela abertura no alojamento inferior 102. O transdutor de pressão 205 fornece uma subsequente leitura de pressão ao controlador 206 e a pressão no circuito de paciente 204 entre o paciente 203 e a válvula 100 é mantida em um nível desejado por meio do
10 controle do diafragma 110 da válvula 100.

A Figura 3 é um fluxograma de um método 300 para o controle da ventilação de uma pessoa de acordo com a realização representativa. Um meio de leitura por computador tendo um código de programa de leitura por computador nele
15 integrado é armazenado na memória acessível pelo controlador 206. O código de programa de leitura por computador é adaptado para ser executado para implementar o método pelo controlador 206.

Em 301, o método compreende o estabelecimento de um
20 limite da pressão de inalação no controlador 206. Em uma realização onde a válvula 100 estiver funcionando como uma válvula de segurança, este limite da pressão de inalação é o limite de pressão positiva para o circuito de paciente 204 entre a válvula 100 e o paciente 203, ou o limite da pressão
25 negativa para o circuito de paciente 204 entre a válvula 100 e o paciente 203. Como deve ser visto, tanto o limite de pressão positiva e como o limite da pressão negativa podem ser ajustados no microprocessador. Em realizações onde a válvula 100 funciona como uma PPRV ou como uma NPRV, o limite
30 da pressão de inalação é a pressão desejada no circuito de paciente 204 entre o paciente 203 e a válvula 100. É enfatizado que a válvula 100 tanto como uma válvula de segurança, uma PPRV ou uma NPRV. Assim, o limite da pressão

de inalação pode ter múltiplos ajustes: o limite de pressão positiva, o limite de pressão negativa e a pressão desejada no circuito de paciente 204 entre o paciente 203 e a válvula 100. Como deve ser visto, os limites positivo e negativo são
5 significativamente maiores em magnitude que a pressão desejada no circuito de paciente 204 entre o paciente 203 e a válvula 100.

De forma benéfica, o limite da pressão de inalação pode ser ajustado para uma determinada aplicação. Por
10 exemplo, o limite da pressão de inalação pode ser ajustado em um valor útil na ventilação neonatal. O limite da pressão de inalação pode ser ajustado em um valor útil na ventilação pediátrica que seja um maior limite de pressão (positiva ou negativa) que o limite da pressão de inalação útil na
15 ventilação neonatal. Além disso, o limite da pressão de inalação pode ser ajustado em um valor útil na ventilação de adultos que seja um maior limite de pressão (positiva ou negativa) que o limite da pressão de inalação útil na ventilação pediátrica. De forma notável, esses limites das
20 pressões de inalação são meramente ilustrativos, sendo enfatizado que uma ampla faixa de limites da pressões de inalação pode ser provida em 301 para o controlador 206.

Em 302, a válvula 100 é fechada abaixando o diafragma 110. Como acima descrito, a corrente do acionador
25 de válvula 207 é enviada para a bobina 105 e tem uma magnitude e direção determinadas pelo controlador 206 com base na pressão desejada no circuito de paciente 204 entre o paciente 203 e a válvula 100.

Em 303, é lida uma pressão de inalação. Em uma
30 realização representativa, é feita uma medição da pressão no circuito de paciente 204 entre a válvula 100 e o paciente 203 pelo transdutor de pressão 205. Esta leitura de pressão é enviada ao controlador 206.

O controlador 206 compara a leitura de pressão do transdutor de pressão 205 com o limite da pressão positiva de inalação armazenado na memória. Se o limite da pressão positiva de inalação for menor ou igual à leitura de pressão pelo transdutor de pressão 205, o método 300 continua em 305. Em 305, o controlador 206 envia um comando para elevar o diafragma 110 da válvula 100. A elevação do diafragma 110 permite que o ar seja liberado para o ambiente pela abertura no alojamento inferior 102.

Em 306, foi feita outra medição de pressão pelo transdutor de pressão 205. O método 300 continua em 302 e a válvula 100 é fechada abaixando o diafragma 110. Como acima descrito, a magnitude e a direção da corrente do acionador de válvula 207 são determinadas pelo controlador 206 com base nas leituras de pressão em 306 para abaixar o diafragma 110 e para garantir que seja aplicada uma força adequada pelo êmbolo 109 no diafragma 110 de maneira a manter o diafragma 110 em uma posição fechada. Quando o limite de inalação é estabelecido na pressão desejada positiva, a válvula 100 opera como uma PPRV.

O método 300 continua em 304. O controlador 206 compara a leitura de pressão do transdutor de pressão 205 em um limite da pressão positiva de inalação. Se o limite da pressão positiva de inalação for maior que a leitura de pressão pelo transdutor de pressão 205, o método 300 continua em 307.

Em 307, o controlador 206 compara a leitura de pressão do transdutor de pressão 205 com um limite da pressão negativa de inalação armazenado na memória. Se o limite da pressão negativa de inalação for menor ou igual (em magnitude) à leitura de pressão pelo transdutor de pressão 205, o método 300 continua em 308.

Em 308, o controlador 206 envia um comando para

elevar o diafragma 110 da válvula 100 para abrir a válvula 100. A elevação do diafragma 110 permite que o ar ambiente seja inalado pelo paciente 203. Como acima descrito, a magnitude e a direção da corrente do acionador de válvula 207 são determinadas pelo controlador 206 com base nas leituras de pressão em 307 para elevar o diafragma 110 com força suficiente para superar a pressão negativa no circuito de paciente 204 entre o paciente 203 e a válvula 100.

Após a válvula 100 ser aberta, o método 300 continua em 306, sendo feita outra medição de pressão pelo transdutor de pressão 205. O método 300 então continua em 302 e a válvula 100 é fechada abaixando o diafragma 110. Como acima descrito, a magnitude e a direção da corrente do acionador de válvula 207 são determinadas pelo controlador 206 com base nas leituras de pressão em 306 para abaixar o diafragma 110 e garantir que uma força adequada seja aplicada pelo êmbolo 109 no diafragma para manter o diafragma 110 em uma posição fechada. Quando o limite de inalação é estabelecido na pressão desejada positiva, a válvula 100 opera como uma PPRV.

Se em 307 o limite da pressão negativa de inalação for maior (em magnitude) que a leitura de pressão pelo transdutor de pressão 205, o método 300 continua em 309 e o método 300 se repete iniciando em 303 com a válvula 100 fechada. Se a pressão desejada for ajustada entre o limite da pressão positiva de inalação e o limite da pressão negativa de inalação, a repetição do método 300 permite a regulagem da pressão no circuito de paciente 204 entre o paciente 203 e a válvula 100.

Em uma realização, o limite da pressão positiva de inalação é estabelecido no limite de pressão positiva. Se a pressão medida pelo transdutor de pressão 205 for maior que o limite da pressão positiva de inalação, em 305 o diafragma

110 é elevado para liberar o ar para o ambiente. Em outra realização, o limite de pressão negativa é estabelecido no limiar de pressão negativa. Se a pressão medida pelo transdutor de pressão 205 for maior (em magnitude) que o limite da pressão negativa de inalação pressão, em 308 o diafragma 110 é elevado para receber ar do ambiente. Em realizações em que o limite da pressão positiva de inalação é ajustado no limite de pressão positiva, ou o limite da pressão negativa de inalação é estabelecido no limiar de pressão negativa, a válvula 100 opera como uma válvula de segurança. Após operar como válvula de segurança (em 305 ou 308), o método 300 continua em 306 e se repete como acima descrito.

Apesar de as realizações representativas serem reveladas na presente, o técnico no assunto aprecia que são possíveis muitas variações que estão de acordo com os presentes ensinamentos e permanecem dentro do escopo das reivindicações anexas. Portanto, a invenção não deve ser restrita, à exceção do escopo das reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. SISTEMA DE VENTILAÇÃO (200), caracterizado por compreender:

uma válvula (100) para o controle de pressão no sistema de ventilação (200) e para prover o alívio de pressão e a regulagem de pressão em um sistema de ventilação (200), a válvula (100) compreendendo:

um eletroímã (105, 106);

um sinal de entrada conectado ao eletroímã, o sinal de entrada compreendendo uma corrente,

um eixo (107) conectado ao eletroímã (105, 106), e

um diafragma (110) conectado ao eixo (107), em que o eletroímã (105, 106) aplica uma força ao diafragma (110) pelo eixo (107) com base em um sinal de entrada para elevar e abaixar o diafragma (110) com relação a uma conexão (101) para um circuito de paciente (204) acoplado ao sistema de ventilação (200), em que

(a) elevar o diafragma (110) (a)(i) permite que o ar seja liberado de maneira controlada da conexão para o ambiente por meio de uma abertura na válvula (100) em resposta ao sinal de entrada com base na pressão no circuito de paciente (204) sendo maior que a pressão desejada mas menor que a pressão limite positiva, e (a)(ii) permite que o ar seja fornecido para a conexão (101) de maneira controlada a partir do ambiente por meio de uma abertura na válvula (100) em resposta ao sinal de entrada com base na pressão negativa no circuito de paciente (204) sendo maior em magnitude que o limite de pressão negativa para funcionar como uma válvula de segurança, e

(b) abaixar o diafragma mantendo a vedação entre o diafragma (110) e a abertura na válvula (100) de maneira controlada em resposta ao sinal de entrada com base na pressão no circuito de paciente (204) na ou abaixo da pressão

desejada; e

um controlador (206) conectado à válvula (100) e configurado para prover o sinal de entrada para a válvula, em que o eletroímã aplica uma força ao diafragma (110) pelo eixo
5 com base no sinal de entrada.

2. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pela válvula compreender adicionalmente um êmbolo (109) conectado entre o diafragma (110) e o eixo (107), em que o êmbolo (109) é configurado para elevar e
10 abaixar o diafragma (110) com base no sinal de entrada.

3. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo eletroímã compreender uma bobina (105) montada à volta de um ímã (106).

4. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo eixo (107) ser acoplado à bobina (105) e
15 se estender pelo ímã (106).

5. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo diafragma (110) ser configurado para liberar pressão do circuito de paciente (204) do sistema de
20 ventilação (200) com base no sinal de entrada quando não fornecer corrente para o eletroímã (105, 106).

6. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo diafragma (110) ser configurado para manter uma pressão selecionada no circuito de paciente (204)
25 do sistema de ventilação (200) com base no sinal de entrada fornecendo corrente, sendo diferente de zero, ao eletroímã (105, 106).

7. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender adicionalmente um transdutor de
30 pressão (205) configurado para determinar a pressão no circuito de paciente (204).

8. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo controlador (206) ser configurado para

mudar o sinal de entrada com base na pressão determinada pelo transdutor de pressão (205).

5 9. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo controlador (206) fornecer nenhuma corrente para o eletroímã (105, 106) de maneira a liberar a pressão do circuito de paciente (204).

10 10. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo controlador (206) ser configurado para prover a corrente para o eletroímã (105, 106), em que a magnitude da corrente é proporcional à força aplicada pelo diafragma (110).

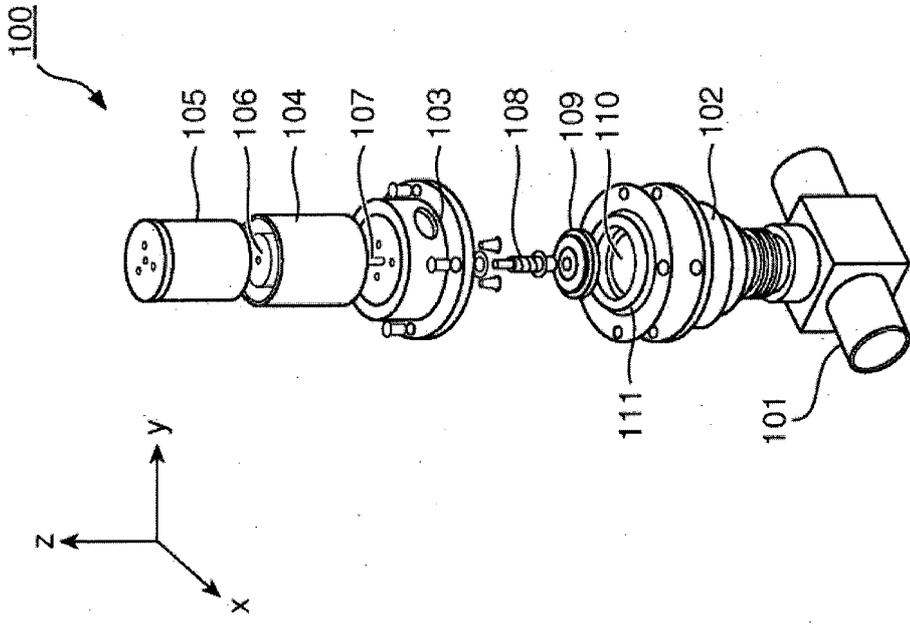


FIG. 1B

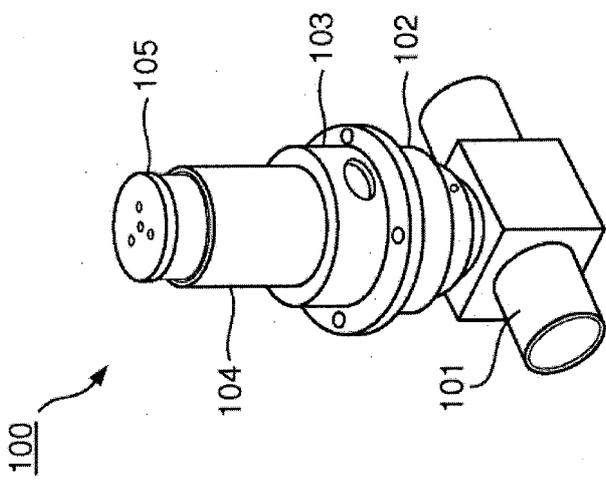


FIG. 1A

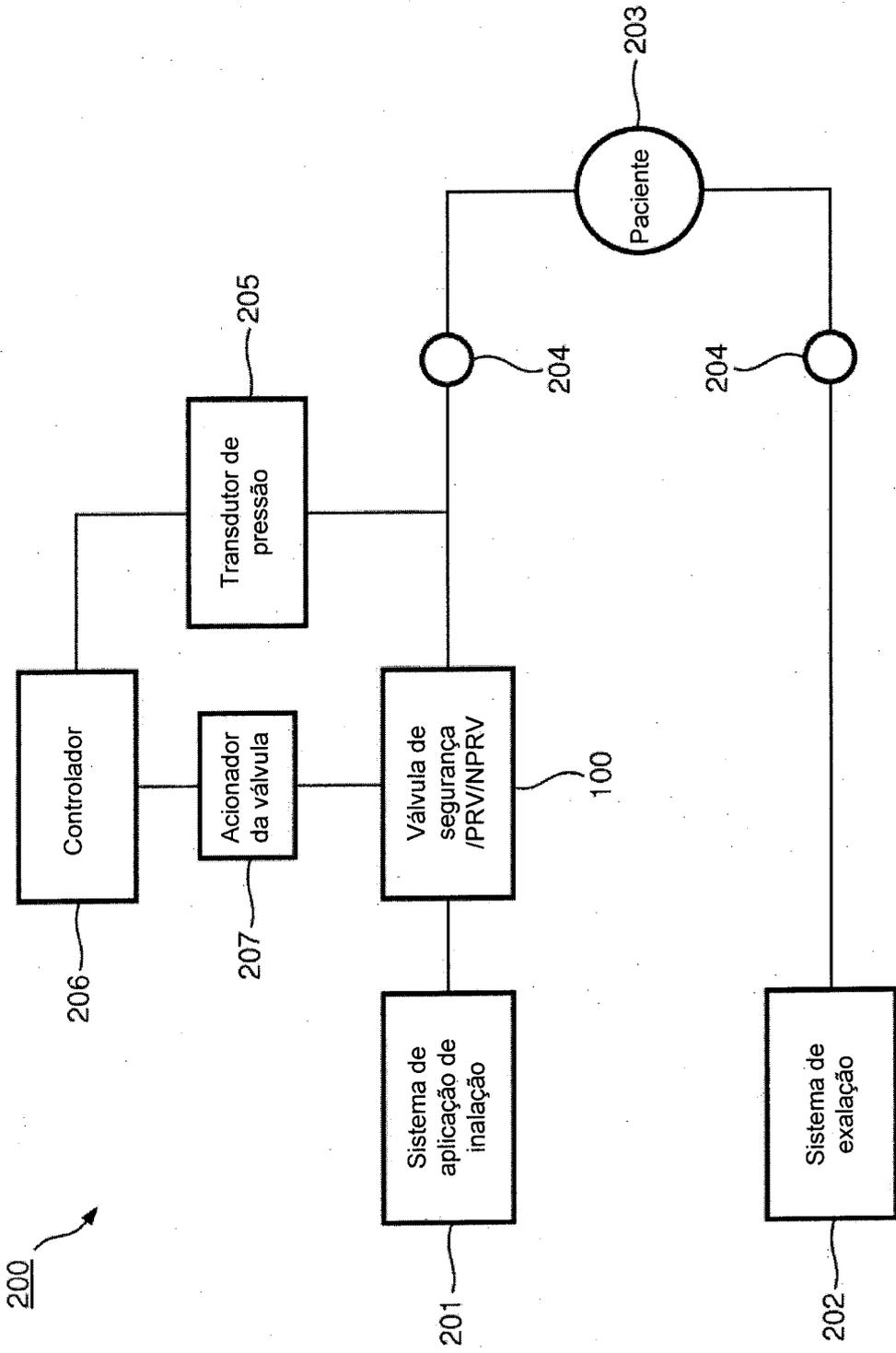


FIG. 2

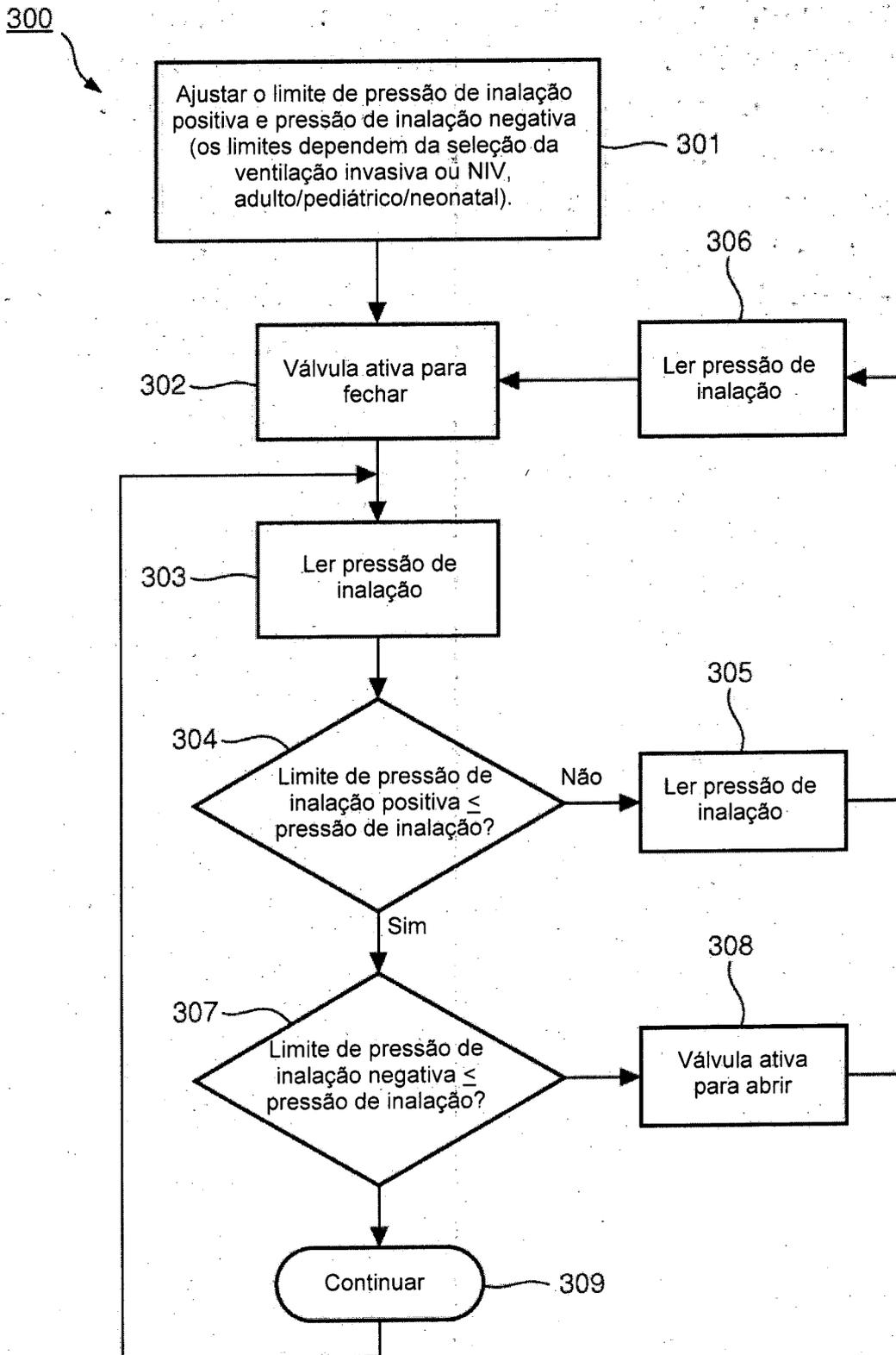


FIG. 3