



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

(11) PI 1006007-3 B1



(22) Data do Depósito: 22/01/2010

(45) Data de Concessão: 26/11/2019

(54) Título: SISTEMA DE SUPORTE DE PRESSÃO

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

(30) Prioridade Unionista: 25/02/2009 US 61/155,358.

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

(72) Inventor(es): MICHAEL T. KANE; GREGORY MATTHEWS; BENJAMIN IRWIN SHELLY; HEATHER DAWN RESSLER.

(86) Pedido PCT: PCT IB2010050292 de 22/01/2010

(87) Publicação PCT: WO 2010/097716 de 02/09/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 22/08/2011

(57) Resumo: SISTEMA DE SUPORTE DE PRESSÃO Um método para operar um ventilador ou sistema de suporte de pressão que automaticamente determina uma taxa de apoio programada para o paciente com base nos padrões de respiração espontânea do paciente. A agressividade da taxa determinada aumenta conforme o paciente respira menos espontaneamente. Ainda, um método caracterizado em que um ou mais mecanismos são utilizados para determinar se a respiração por aparelho deve ser emitida. Cada mecanismo consiste em um elemento de cronometragem básico acoplado com um ou mais permissões lógicas. O elemento de cronometragem e cada uma das permissões lógicas devem ser satisfatórios para permitir que o mecanismo de cronometragem acione uma respiração por aparelho.

SISTEMA DE SUPORTE DE PRESSÃO

[001] A presente invenção refere-se aos sistemas de suporte de vias respiratórias de pressão positiva, e, mais particularmente, aos sistemas e métodos para prover respirações por aparelho a um paciente utilizando um sistema de suporte de pressão, incluindo determinar quando uma respiração por aparelho, que também é conhecida como respiração programada ou uma respiração de apoio, deve ser provida a um paciente e determinar as taxas mínimas de respiração para utilizar na provisão da terapia do suporte de pressão com as respirações automáticas de apoio.

[002] É conhecido utilizar um sistema de suporte de pressão, como um ventilador convencional, para administrar um fluido, como oxigênio, ar ou outra mistura de oxigênio ou gás respiratório, às vias respiratórias do paciente para aumentar ou substituir o próprio esforço ventilatório do paciente. Uma forma básica da terapia do suporte de pressão que pode ser provida por um ventilador é uma terapia de pressão positiva de dois níveis em que a pressão de gás administrada ao paciente varia com o ciclo respiratório do paciente. Em um sistema de suporte de pressão de dois níveis, uma pressão positiva inspiratória das vias respiratórias (IPAP) é provida durante uma fase de inspiração do paciente do ciclo respiratório e uma pressão positiva expiratória das vias respiratórias (EPAP) é provida durante a fase expiratória. A EPAP é inferior à IPAP para aumentar a ventilação do paciente e assim o paciente exala contra uma pressão relativamente baixa conforme comparado à pressão IPAP, aumentando assim o conforto ao paciente. A família BiPAP® dos dispositivos de suporte de pressão fabricados pela

Respironics, Inc. de Murrysville, Pa., são exemplos de dispositivo de suporte de pressão que provê esta forma de dois níveis de terapia do suporte de pressão. Além disso, muitos pedidos norte-americanos descrevem este sistema de suporte de pressão de dois níveis detalhadamente, incluindo o Pedido Norte-Americano Nos. 5.433.193; 5.313.937; 5.239.995; 5.148.802; 6.532.960; e 6.640.806, todos são expressamente aqui incorporados por referência como se apresentados em sua totalidade. WO92/11054 divulga um aparelho e método para o tratamento da apneia do sono mista e obstrutiva.

[003] Também é conhecido operar um ventilador convencional em uma variedade de modos para controlar as quatro operações básicas de um ventilador, que são: 1) o ponto de acionamento, que é a transição da fase expiratória para a inspiratória do ciclo ventilatório; 2) a fase inspiratória, onde o ventilador administra o fluxo de gás respiratório; 3) o ponto do ciclo, que é a transição da fase inspiratória para a fase expiratória, e 4) a fase expiratória onde o paciente exala o gás administrado. Há quatro variáveis ou parâmetros principais que são tipicamente monitorados e utilizados para controlar como um ventilador realiza uma ou mais destas quatro operações. Estas variáveis são o volume, pressão, fluxo do fluido ou do paciente, e tempo.

[004] Em uma típica situação de apoio de vida, onde substancialmente não há esforço respiratório espontâneo pelo paciente, um modo controlado de ventilação é provido, onde o ventilador assume total responsabilidade pela ventilação do paciente. Neste modo de ventilação, o ponto de acionamento e o ponto do ciclo do ventilador são determinados com base no tempo. Em outras situações, onde o paciente exhibe

certo grau de esforço respiratório espontâneo, um modo auxiliar ou um modo de ventilação de apoio é tipicamente provido. Ambos os modos de ventilação fazem com que o ventilador aumente ou auxilie nos próprios esforços respiratórios do paciente. No modo auxiliar, a determinação do ponto de acionamento do ventilador tem como base a ação do paciente e a determinação do ponto do ciclo é determinada com base no tempo. No modo de apoio, ambos os pontos, ponto de acionamento e de ciclo, tem o paciente como base e não o tempo.

[005] Alguns pacientes que podem respirar espontaneamente podem, entretanto, às vezes parar de acionar o fluxo de ar por vários segundos; a causa disso pode tomar várias formas. Um episódio conhecido como uma apneia central ocorre quando o cérebro falha em instruir o corpo para respirar. Um episódio conhecido como uma apneia obstrutiva ocorre quando as vias respiratórias do paciente colapsam devido à tonalidade reduzida nos músculos dilatadores das vias respiratórias superiores. A fim de direcionar tais situações, também é conhecido para utilizar uma combinação dos modos auxiliar e de controle, referidos como um modo de ventilação auxiliar/de controle ou como E/P ou modo de ventilação Espontâneo/Programada. Neste modo de ventilação, o ventilador liga um fluxo inspiratório (conhecido diferentemente como uma respiração de apoio, uma respiração programada ou respiração por aparelho) se o paciente falhar para iniciar espontaneamente um esforço respiratório por um período de tempo. Assim, em um modo de ventilação auxiliar/de controle, o ponto de acionamento tem como base uma ação do paciente ou o tempo (se não houver ação do paciente dentro de

certo período de tempo). Em outras palavras, durante a apnéia, o ventilador reconhece a ausência de atividade respiratória espontânea e administra uma respiração por aparelho a fim de acionar um volume corrente no paciente. Esta respiração por aparelho permitirá que a troca de gás ocorra e os efeitos danosos da apnéia serão reduzidos.

[006] Em muitos pacientes, a apnéia existe somente durante um período da noite; caso contrário, o paciente demonstra padrões de respiração espontânea normal. Conforme observado acima, os ventiladores atualmente disponíveis podem ser configurados pelo médico para administrar uma respiração programada sempre que a taxa espontânea do paciente cair abaixo de um ajuste predeterminado e configurado no ventilador. Estes aparelhos são tipicamente projetados para prover uma taxa mínima programada com um tempo fixo de inspiração. O dispositivo monitora a taxa de respiração espontânea do paciente e se a taxa espontânea do paciente ficar abaixo da configuração da taxa programada, o aparelho começa a administrar as respirações programadas na configuração da taxa. O ventilador administra uma respiração por aparelho com tempo fixo de inspiração igual ao ajuste inspiratório que o médico selecionou.

[007] Um problema com os ventiladores atuais é que determinar as configurações da taxa de respiração programada ótima para cada paciente requer um técnico treinado. Geralmente, um estudo de sono durante a noite é necessário e os ajustes resultantes se aplicam apenas aos mecanismos metabólicos e pulmonares atuais do paciente. Como a necessidades do paciente muda, as configurações podem ser

alteradas apenas ajustando as configurações do ventilador.

[008] Outro problema com os ventiladores atuais é que eles podem administrar uma respiração programada mesmo enquanto o paciente ainda está exalando a respiração prévia. Por exemplo, se a lógica do ventilador monitora as transições de expiração para inspiração (transições E para I) e o tempo de cada taxa espontânea caiu abaixo da configuração do ventilador, uma respiração por aparelho pode ser emitida mesmo enquanto o paciente está ativamente exalando, cuja condição é tipicamente desconfortável para o paciente e causa *breath-stacking*, uma condição que aumenta o volume corrente residual dos pulmões e reduz a capacidade vital para as novas respirações. Aumentar o volume corrente residual também achata o diafragma que reduz a eficiência do esforço muscular do paciente para respirar.

[009] Em uma realização, um método para prover suporte de pressão a um paciente é provido que inclui etapas de monitoramento de dados referentes à atividade respiratória do paciente, monitoramento de um temporizador, e determinando que o temporizador expirou. Após determinar que o temporizador expirou, o método também inclui determinar se todas de uma ou mais permissões lógicas são satisfatórias com base nos dados referentes à atividade respiratória do paciente, e prover uma respiração por aparelho ao paciente se for determinado que todas de uma ou mais permissões lógicas são satisfatórias.

[010] Em uma realização particular, uma ou mais permissões lógicas inclui uma primeira permissão lógica referente à expiração do paciente, onde a primeira permissão lógica será determinada como satisfatória se a expiração do

paciente for considerada completa. Em outra realização, o temporizador é um temporizador conservador que é acionado quando uma transição de inspiração para expiração for detectada, onde uma ou mais permissões lógicas nesta realização inclui apenas a primeira permissão lógica.

[011] Ainda em outra realização particular, o temporizador é um temporizador ativo que é acionado quando uma transição de expiração para inspiração é detectada, onde uma ou mais permissões lógicas nesta realização são uma pluralidade de permissões lógicas. A pluralidade de permissões lógicas pode incluir uma segunda permissão lógica referente a uma porcentagem de respirações programadas sobre um número predeterminado de respirações prévias, como as últimas 12 respirações, onde a segunda permissão lógica será determinada como satisfatória se a porcentagem de respirações programadas sobre o número predeterminado de respirações prévias for menor do que uma quantidade predeterminada, como 50%. Alternadamente, a pluralidade de permissões lógicas pode incluir uma segunda permissão lógica referente à ventilação por minuto, onde a segunda permissão lógica será determinada como satisfatória se uma ventilação por minuto de período curto medida sobre um primeiro período de tempo (por exemplo, 30 segundos) for menor do que uma ventilação por minuto de período longo medida sobre um segundo período de tempo (por exemplo, 120 segundos) mais longo do que o primeiro período de tempo.

[012] Em outra alternativa, a pluralidade de permissões lógicas inclui uma segunda permissão lógica referente ao desvio padrão dos períodos de respiração prévia sobre um período predeterminado, onde a segunda permissão

lógica será determinada como satisfatória se o desvio padrão for menor do que um valor predeterminado, como 0,25. Ainda em outra alternativa, uma pluralidade de permissões lógicas inclui uma segunda permissão lógica que será determinada como satisfatória se um sinal for definido para VERDADEIRO, onde o sinal é definido para verdadeiro quando uma respiração programada for provida ao paciente, e é definido para FALSO apenas se três respirações programadas consecutivas são administradas ao paciente. O sinal de permissão pode ser definido para VERDADEIRO novamente, apenas após uma respiração espontânea ter ocorrido.

[013] Ainda em outra realização, um método de provisão do suporte de pressão a um paciente é provido que inclui etapas de monitoramento de um primeiro temporizador, determinando se o primeiro temporizador expirou, e se for determinado que o primeiro temporizador expirou: (i) determinar se uma primeira permissão lógica referente à expiração do paciente é satisfatória, onde a primeira permissão lógica será determinada como satisfatória se a expiração do paciente for considerada completa, e (ii) prover uma respiração por aparelho ao paciente se for determinado que a primeira permissão lógica é satisfatória. O método também inclui etapas de monitoramento de um segundo temporizador, determinar se o segundo temporizador expirou, e se for determinado que o segundo temporizador expirou: (i) determinar se todas as permissões lógicas de uma pluralidade são satisfatórias, onde a pluralidade de permissões lógicas inclui a primeira permissão lógica, e (ii) prover uma respiração por aparelho ao paciente se for determinado que todas as permissões lógicas de uma pluralidade são

satisfatórias.

[014] Em uma implementação particular deste método, o primeiro temporizador é um temporizador conservador que é acionado quando uma transição de inspiração para expiração for detectada, e o método adicionalmente compreende ajustar o primeiro temporizador para um primeiro valor do temporizador sempre que uma transição de inspiração para expiração é detectada, o primeiro valor do temporizador sendo inferior de: (i) um tempo médio de expiração do paciente multiplicado por uma primeira constante, e (ii) uma parte de um período mínimo de respiração predeterminado, e o segundo temporizador é um temporizador ativo que é acionado quando uma transição de expiração para inspiração é detectada, e o método adicionalmente compreende ajustar o segundo temporizador para um segundo valor do temporizador sempre que uma transição de expiração para inspiração é detectada, o segundo valor do temporizador sendo inferior de: (i) um período médio de respiração do paciente multiplicado por uma segunda constante, e (ii) um período mínimo de respiração predeterminado.

[015] Ainda em outra realização, um método para prover o suporte de pressão a um paciente é provido que inclui determinar uma taxa de respiração mínima com base nos dados referentes à respiração prévia espontânea do paciente, onde a taxa de respiração mínima determinada é uma função de uma quantidade da respiração prévia espontânea do paciente relativa ao total de respirações do paciente, e utilizar a taxa de respiração mínima determinada para determinar se uma respiração será provida por aparelho ao paciente.

[016] Em uma realização específica do método, a

taxa de respiração mínima determinada aumenta conforme a quantidade da respiração prévia espontânea do paciente relativa ao total de respirações do paciente diminuir. Em uma implementação específica, os dados referentes à respiração prévia espontânea do paciente compreendem uma porcentagem de respirações prévias acionadas pelo paciente, onde a taxa de respiração mínima determinada aumenta conforme a porcentagem de respirações prévias acionadas pelo paciente diminui. Em uma implementação mais específica, a taxa de respiração mínima determinada é uma primeira taxa se a porcentagem de respirações prévias acionadas pelo paciente for menor do que uma primeira porcentagem, onde a taxa de respiração mínima determinada é uma segunda taxa se a porcentagem de respirações prévias acionadas pelo paciente for maior ou igual a primeira porcentagem, mas for menor do que uma segunda porcentagem, e onde a taxa de respiração mínima determinada for uma terceira taxa se a porcentagem de respirações prévias acionadas pelo paciente for maior ou igual a segunda porcentagem. A primeira taxa pode ser 10 RPM e a primeira porcentagem pode ser 20%, a segunda taxa pode ser 9 RPM e a segunda porcentagem pode ser 40%, e a terceira taxa pode ser 8 RPM.

[017] Uma realização exemplar da presente invenção considera que a taxa de respiração mínima determinada é utilizada para determinar um valor do temporizador para um temporizador, onde o temporizador é utilizado para determinar se a respiração será provida por aparelho ao paciente.

[018] A presente invenção também considera implementar as técnicas discutidas acima em um ventilador ou

sistema de suporte de pressão. Por exemplo, em uma realização, a presente invenção considera prover um sistema de suporte de pressão que inclui um meio para monitorar os dados referentes à atividade respiratória do paciente, um meio de cronometragem para determinar que um período de tempo esgotado expirou, e um meio, responsivo para determinar que o período de tempo esgotado expirou, para determinar se todas de uma ou mais permissões lógicas são satisfatórias com base nos dados referentes à atividade respiratória do paciente. O sistema também inclui um meio para prover uma respiração por aparelho ao paciente se for determinado que todas de uma ou mais permissões lógicas são satisfatórias.

[019] Em uma realização adicional, o ventilador ou sistema de suporte de pressão inclui um primeiro meio de cronometragem para determinar se um primeiro período de tempo expirou, e um meio, responsivo a uma determinação que o primeiro período decorreu, para (a) determinar se uma primeira permissão lógica referente à expiração do paciente é satisfatória, onde a primeira permissão lógica será determinada como satisfatória se a expiração do paciente for considerada completa, e para (b) prover uma respiração por aparelho ao paciente se for determinado que a primeira permissão lógica é satisfatória. Um segundo e meio de cronometragem é provido para determinar se um segundo período de tempo expirou, bem como um meio, responsivo à determinação que o segundo período decorreu, para (a) determinar se todas as permissões lógicas de uma pluralidade são satisfatórias, onde a pluralidade de permissões lógicas inclui a primeira permissão lógica, e para (b) prover uma respiração por aparelho ao paciente se for determinado que todas as

permissões lógicas de uma pluralidade são satisfatórias.

[020] Ainda em outra realização, o sistema inclui um meio para determinar uma taxa de respiração mínima com base nos dados referentes à respiração prévia espontânea do paciente, onde a taxa de respiração mínima determinada é uma função de uma quantidade da respiração prévia espontânea do paciente relativa ao total de respirações do paciente, e um meio para determinar se uma respiração será provida por aparelho ao paciente com base em uma taxa de respiração mínima determinada.

[021] Estes e outros objetivos, recursos e características da presente invenção, bem como os métodos de operação e funções dos elementos relacionados de estrutura e a combinação de peças e economias de fabricação, tornarão mais aparentes sob consideração de a descrição a seguir e as reivindicações anexas com referência aos desenhos anexos, todos os que fazem parte desta especificação, onde prováveis numerais de referência designam partes correspondentes nas várias figuras. Deve ser expressamente entendido, entretanto, que os desenhos são para finalidade de ilustração e descrição apenas e não são destinadas como uma definição dos limites da invenção. Conforme utilizado na especificação e nas reivindicações, a forma singular de "um", "uma", "o" e "a" inclui referências no plural a menos que o contexto imponha claramente.

[022] A figura 1 é um diagrama esquemático do sistema de suporte de pressão de acordo com uma realização particular e não limitativa da invenção;

[023] A figura 2 é um fluxograma que ilustra a determinação de uma taxa de respiração mínima de acordo com

uma realização particular da invenção;

[024] A figura 3 é um fluxograma que ilustra um primeiro mecanismo para determinar se a respiração por aparelho deve ser provida ao paciente de acordo com uma realização particular da invenção; e

[025] A figura 4 é um fluxograma que ilustra um segundo mecanismo para determinar se a respiração por aparelho deve ser provida ao paciente de acordo com outra realização particular da invenção.

[026] As frases direcionais utilizadas aqui, como, por exemplo, e sem limitação, para cima, para baixo, esquerda, direita, superior, inferior, frente, trás e derivados destes, referem-se a orientação dos elementos mostrados nos desenhos e não são limitativas sob as reivindicações, a menos que expressamente declaradas.

[027] Conforme empregado, aqui, a declaração que duas ou mais peças ou componentes são "acoplados" deve significar que as partes são unidas ou operadas juntas diretamente ou através de uma ou mais peças ou componentes imediatas. Conforme aqui empregado, a declaração que duas ou mais peças ou componentes "engatam" um ao outro deve significar que as peças exercem uma força uma contra outra diretamente ou através de uma ou mais peças ou componentes imediatos. Conforme aqui empregado, o termo "número" deve significar um ou mais número inteiro maior do que um (ou seja, uma pluralidade).

[028] Conforme descrito detalhadamente aqui (ou seja, seguindo a descrição do sistema de suporte de pressão 50 em conexão com a figura 1), a presente invenção, em uma realização particular, provê um ventilador e um método para

operar um ventilador que automaticamente determina uma taxa de apoio programada para o paciente. Mais especificamente, os padrões de respiração espontânea do paciente são analisados pelo ventilador e uma taxa de respiração programada ótima é calculada. Adicionalmente, as técnicas de processamento do sinal são aplicadas para determinar se realmente a respiração por aparelho deve ser administrada ao paciente.

[029] Conforme também descrito detalhadamente aqui, (ou seja, seguindo a descrição do sistema de suporte de pressão 50 em conexão com a figura 1), na realização exemplar há dois mecanismos que são utilizados para determinar se uma respiração por aparelho deve ser emitida. Ambos os mecanismos são avaliados simultaneamente, e qualquer mecanismo pode independentemente acionar uma respiração por aparelho. Cada mecanismo consiste em um elemento básico de cronometragem acoplado a uma ou mais permissões lógicas. O elemento de cronometragem e cada uma ou mais permissões lógicas deve ser satisfatória para permitir que o mecanismo de cronometragem ligue a respiração por aparelho. Os dois mecanismos são únicos um para o outro em que um é conservador em sua cronometragem da respiração por aparelho e o outro é ativo em sua cronometragem da respiração por aparelho. Na realização exemplar, o mecanismo conservador tem um elemento de cronometragem de longa duração e apenas um único elemento lógico, e o mecanismo ativo tem um elemento de cronometragem de curta duração e um conjunto mais complexo de várias permissões lógicas.

[030] A figura 1 é um diagrama esquemático do sistema de suporte de pressão 50 de acordo com uma realização particular não limitativa da invenção, que será utilizada

aqui para ilustrar uma presente invenção em suas várias realizações. Com relação à figura 1, o sistema de suporte de pressão 50 inclui um gerador do fluxo de gás 52, como uma ventoinha utilizada em um dispositivo de suporte de pressão de CPAP convencional ou de dois níveis, que recebe o gás respiratório, geralmente indicado pela seta C, de qualquer fonte adequada, por exemplo, um tanque pressurizado de oxigênio ou outro gás ou mistura de gás, a atmosfera ambiente, ou uma combinação destes. O gerador do fluxo de gás 52 gera um fluxo de gás respiratório, como ar, oxigênio, ou uma mistura destes, for administrar às vias respiratórias do paciente 54 em pressões relativamente superiores ou inferiores, ou seja, geralmente igual ou acima da pressão atmosférica ambiente.

[031] O fluxo pressurizado de gás respiratório, geralmente indicado pela seta D a partir do gerador do fluxo de gás 52, é administrado através do canal de distribuição 56 para a máscara respiratória ou interface do paciente 58 de qualquer construção conhecida, que é tipicamente desgastado, ou, caso contrário, preso ao paciente 54 para comunicar o fluxo de gás respiratório às vias respiratórias do paciente 54. O canal de distribuição 56 e o dispositivo da interface do paciente 58 são tipicamente referidos em conjunto como um circuito do paciente. Em uma realização particular, a interface do paciente 58 inclui um sensor de pressão acoplado de forma operacional ao controlador 64 para medir a pressão de gás que é administrada ao paciente.

[032] O sistema de suporte de pressão 50 mostrado na figura 1 é o que é conhecido como um sistema de único membro, significando que o circuito do paciente inclui

apenas o canal de distribuição 56 conectando o paciente 54 ao sistema de suporte de pressão 50. Desta forma, saída de escape 57 é provida no canal de distribuição 56 para ventilar os gases exalados a partir do sistema conforme indicado pela seta E. Deve ser observado que saída de escape 57 pode ser provida em outras localizações além de, ou em vez de, no canal de distribuição 56, como no dispositivo da interface do paciente 58. Ainda, deve ser entendido que saída de escape 57 pode ter uma ampla variedade de configurações dependendo da maneira desejada na qual o gás será ventilado a partir do sistema de suporte de pressão 50.

[033] A presente invenção ainda considera que o sistema de suporte de pressão 50 pode ser um sistema de dois membros, tendo um canal de distribuição e um canal de escape conectado ao paciente 54. Em um sistema de dois membros (ainda referido como um sistema de membro duplo), o canal de escape carrega o gás de escape do paciente 54 e inclui uma válvula de escape na extremidade distal do paciente 54. A válvula de escape em tal realização é tipicamente controlada de forma ativa para manter um nível desejado ou pressão desejada no sistema, que é geralmente conhecida como pressão expiratória positiva final (PEEP).

[034] Além disso, na realização exemplar ilustrada mostrada na figura 1, a interface do paciente 58 é uma máscara nasal. Deve ser entendido, entretanto, que a interface do paciente 58 pode incluir uma máscara nasal/oral, máscara de rosto todo, cânula nasal, almofadas nasais, tubo traqueal, tubo endotraqueal, ou qualquer outro dispositivo que provê uma função de comunicação do fluxo de gás adequado. Ainda, para finalidades da presente invenção, a frase

"interface do paciente" pode incluir o canal de distribuição 56 e quaisquer outras estruturas que conectam a fonte de gás respiratório pressurizado ao paciente 54.

[035] Na realização ilustrada, o sistema de suporte de pressão 50 inclui um controlador de pressão na forma de válvula 60 provido no canal de distribuição 56. A válvula 60 controla a pressão do fluxo de gás respiratório do gerador de fluxo 52 administrado ao paciente 54. Para as finalidades presentes, o gerador de fluxo 52 e a válvula 60 são referidos em conjunto como sistema gerador de pressão, pois agem em conjunto para controlar a pressão e/ou o fluxo de gás administrado ao paciente 54. Entretanto, deve estar aparente que outras técnicas para controlar a pressão do gás administrado ao paciente 54, como variar a velocidade da ventoinha do gerador de fluxo 52, sozinho ou com uma válvula de controle de pressão, são consideradas pela presente invenção. Assim, a válvula 60 é opcional dependendo da técnica utilizada para controlar a pressão do fluxo de gás respiratório administrado ao paciente 54. Se a válvula 60 for eliminada, o sistema gerador de pressão corresponde ao gerador de fluxo 52 sozinho, e a pressão de gás no circuito do paciente são controlados, por exemplo, controlando a velocidade do motor do gerador de fluxo 52.

[036] O sistema de suporte de pressão 50 adicionalmente inclui o sensor de fluxo 62 que mede o fluxo do gás respiratório dentro do canal de distribuição 56. Na realização particular mostrada da figura 1, o sensor de fluxo 62 é interposto em linha com o canal de distribuição 56, tipicamente abaixo da válvula 60. O sensor de fluxo 62 gera um sinal de fluxo Q_{MEDIDO} que é provido ao controlador 64 e é

utilizado pelo controlador 64 para determinar o fluxo de gás no paciente 54, referido como Q_{PACIENTE} . Certamente, outras técnicas para medir o fluxo respiratório do paciente 54 são consideradas pela presente invenção, como, sem limitação, medir o fluxo diretamente no paciente 54 ou em outras localizações com o canal de distribuição 56, medir o fluxo do paciente com base na operação do gerador de fluxo 52, e medir o fluxo do paciente utilizando um sensor de fluxo acima da válvula 60.

[037] O controlador 64 pode ser, por exemplo, um microprocessador, um microcontrolador ou qualquer outro dispositivo de processamento adequado, que inclui ou é acoplado de forma operacional em uma memória (não mostrado) que provê um meio de armazenamento para dados e software executável por controlador 64 para controlar a operação do sistema de suporte de pressão 50, incluindo determinar automaticamente uma taxa de apoio programada para o paciente 54 e determinar se realmente uma respiração por aparelho deve ser administrada ao paciente 54, conforme descrito detalhadamente abaixo. Finalmente, o dispositivo de entrada/saída 66 é provido para ajustar vários parâmetros utilizados pelo sistema de suporte de pressão 50, bem como para exibir e emitir informações e dados para um usuário, como um clínico ou cuidador. A presente invenção também considera que as funções de cronometragem e controle das respirações de apoio podem ser implementados por dispositivos separados, ou seja, processadores separados ou outros componentes separadamente dedicados.

[038] Em uma realização exemplar não limitativa da presente invenção, o sistema de suporte de pressão 50

essencialmente funciona como um sistema de suporte de pressão de dois níveis, e, assim, inclui todas as habilidades necessárias nestes sistemas a fim de prover níveis separados de IPAP e EPAP ao paciente 54. Isto inclui receber os parâmetros necessários, através dos comandos de entrada, sinais, instruções ou outras informações, para prover uma pressão de dois níveis, como os ajustes mínimo e máximo de IPAP e EPAP. O sinal de fluxo Q_{MEDIDO} do sensor de fluxo 62 também é provido ao controlador 64, que controla o sistema gerador de pressão 50 para emitir as formas de onda inspiratória e expiratória desejadas. Tipicamente, executar a operação do suporte de pressão inclui estimar ou determinar o fluxo do paciente atual ($Q_{PACIENTE}$) com base no sinal de fluxo Q_{MEDIDO} , determinando se o paciente 54 está na fase inspiratória ou expiratória do ciclo respiratório e prover um sinal do estado I/E (binário na forma) indicativo do estado respiratório percebido do paciente 54 (I representando a fase inspiratória e E representando a fase expiratória), e ligando e colocando o sistema de suporte de pressão 50 em ciclo.

[039] Alternadamente, uma forma não binária do estado I/E pode ser empregada (por exemplo, uma relação da fase de inspiração e expiração e o dispositivo podem determinar a rapidez com que é colocado em ciclo e se avançar a própria fase provendo uma respiração programada (Veja o Pedido Norte-Americano No. 6.532.959, figura 3 e Col 9, linha 33 para Col 10, linha 54). Além disso, em uma realização exemplar, o sistema de suporte de pressão 50 é adaptado para implementar um processo de apoio automático para prover respirações por aparelho ao paciente 54 de acordo com a metodologia aqui descrita. Assim, o sistema de suporte de

pressão 50 pode prover modos de controle, auxílio, suporte, e auxílio/controle de ventilação.

[040] Em uma realização da presente invenção, que é um sistema de único membro, o controlador 64 estima o vazamento de gás a partir do sistema de suporte de pressão utilizando qualquer técnica convencional e incorporar esta estimativa de vazamento na determinação do fluxo atual do paciente. Esta estimativa de vazamento é necessária em um sistema de único membro, pois um sistema de único membro inclui um vazamento conhecido através da saída de escape bem como outros vazamentos desconhecidos, como os vazamentos no local de contato da interface do paciente e em vários acoplamentos do canal no circuito do paciente. Em um sistema de dois membros, a estimativa de vazamento pode não ser necessária, pois um sensor de fluxo é tipicamente provido na saída de escape para medir, diretamente, o fluxo do gás de escape. Neste sistema, o fluxo do paciente pode ser determinado subtraindo o fluxo de escape medido a partir do fluxo medido administrado ao paciente. Pode ser observado que a detecção de vazamento pode ser realizada em um sistema de dois membros para aumentar a precisão da determinação do fluxo do paciente.

[041] A Patente Norte-Americana No. 5.148.802 para Sanders et al., Patente Norte-Americana No. 5.313.937 para Zdrojowski et al., Patente Norte-Americana No. 5.433.193 para Sanders et al., Patente Norte-Americana No. 5.632.269 para Zdrojowski et al., Patente Norte-Americana No. 5.803.065 para Zdrojowski et al., Patente Norte-Americana No. 6.029.664 para Zdrojowski et al., e Patente Norte-Americana No. 6.920.875 para Hill et al., os conteúdos

de cada um são incorporados aqui por referência, são exemplos de patentes que descrevem como realizar as funções utilizadas para prover os níveis separados de IPAP e EPAP ao paciente. Estas funções incluem técnicas para detector e estimar vazamento, e técnicas para detectar o estado respiratório de um paciente (I/E), e gerenciar, por exemplo, acionamento e ciclo, a administração de dois níveis de gás respiratório ao paciente na presença de vazamentos. Assim, uma discussão detalhada destas funções é omitida do pedido presente por causa da simplicidade e brevidade.

[042] Conforme descrito detalhadamente abaixo, a metodologia da presente invenção emprega certos parâmetros que são determinados/atualizados com base nos dados referentes à respiração espontânea do paciente 54 que é unido pelo controlador 64. Para esclarecimento e facilidade da descrição, estes parâmetros são primeiro descritos abaixo, e a finalidade e função de cada parâmetro serão compreendidas mais claramente a partir da descrição da metodologia que segue.

[043] Especificamente, o controlador 64 mantém um valor de execução para o tempo médio de expiração, $E_{T-méd}$, que é o tempo médio de expiração (com base no sinal I/E descrito acima gerado pelo controlador 64) em um número predeterminado de respirações espontâneas prévias, como as últimas 12 respirações espontâneas. O $E_{T-méd}$ é atualizado com cada respiração. Com base no $E_{T-méd}$, o controlador 64 também mantém e atualiza com cada respiração um tempo médio de expiração proporcional, E_{prop} , que é igual a alguma proporção de E_{T-avg} (ou seja, $E_{T-méd}$ multiplicado por uma constante). Em uma realização não limitativa, $E_{prop} = E_{T-méd} * 1,66$ (a

constante = 1,66). O controlador 64 também mantém um valor de execução para o período médio de respiração, $P_{\text{méd}}$, que é o tempo médio total da respiração (com base no sinal I/E descrito acima gerado pelo controlador 64) em um número predeterminado de respirações espontâneas prévias, por exemplo, as últimas 12 respirações espontâneas. O $P_{\text{méd}}$ é atualizado com cada respiração. Com base no $P_{\text{méd}}$, o controlador 64 também mantém e atualiza um período médio de respiração proporcional, P_{prop} , que é igual a uma proporção de $P_{\text{méd}}$ (ou seja, $P_{\text{méd}}$ multiplicado por uma constante). Em uma realização não limitativa exemplar, $P_{\text{prop}} = P_{\text{méd}} * 1,33$ ($P_{\text{méd}}$ a constante = 1,33).

[044] Além disso, o controlador 64 determina e atualiza uma taxa de respiração mínima, R_{min} , que tem como base a atividade respiratória recente do paciente. Em particular, em uma realização exemplar não limitativa, R_{min} tem como base a porcentagem recente das respirações acionadas pelo paciente (respirações espontâneas) conforme monitorado e determinado pelo controlador 64. Especificamente, a porcentagem das respirações acionadas pelo paciente é calculada como o número de respirações espontâneas (ou seja, respirações que não seja por aparelho) dividida pelo número total de todas as respirações (espontânea e aparelho) sobre certo período de tempo, multiplicado por 100. Uma janela móvel de tempo é utilizada para observar duas variáveis. Um período de tempo típico é aproximadamente um minuto. A R_{min} do sistema de suporte de pressão 50 é ajustada de acordo com quanto o paciente 54 depende do sistema de suporte de pressão 50 para o suporte de respiração, e R_{min} é aumentada conforme o paciente 54 se torna mais dependente do sistema de suporte de

pressão 50.

[045] Em uma realização particular não limitativa, $R_{\min}$ é determinada como segue: (i) Porcentagem de Respirações acionadas pelo paciente $< 20\%$, $R_{\min} = 10$ respirações por minuto (RPM); (ii) Porcentagem de Respirações acionadas pelo paciente $< 40\%$, $R_{\min} = 9$ respirações por minuto (RPM); (iii) Caso contrário, $R_{\min} = 8$ respirações por minuto (RPM). Assim, se o paciente 54 está respirando 100% das respirações espontâneas, $R_{\min}$ será 8 RPM. Conforme o paciente 54 começa a ter apnéia e a porcentagem de respirações acionadas pelo paciente diminui entre 40 e 20 por cento, $R_{\min}$ será aumentada para 9 RPM. Finalmente, se a porcentagem de respirações acionadas pelo paciente para o paciente 54 cair abaixo de 20%, $R_{\min}$ será aumentada para 10 RPM.

[046] A figura 2 é um fluxograma que ilustra a determinação de $R_{\min}$ de acordo com esta realização particular. Na etapa 100, a rotina no controlador 64 que determinar a $R_{\min}$ recebe as últimas informações do acionador de respiração que indica se a última respiração foi uma respiração acionada pelo paciente ou é uma respiração por aparelho. Na etapa 102, o controlador 64 determina a porcentagem atual de respirações acionadas pelo paciente, por exemplo, utilizando a abordagem da janela móvel descrita acima. Na etapa 104, uma determinação é feita se a porcentagem atual de respirações acionadas pelo paciente for menor do que 20%. Se a resposta for sim, então, na etapa 106, a $R_{\min}$ atual é definida para 10 RPM, que iguala a um período de respiração de 6 segundos. Se uma resposta na etapa 104 for não, então, na etapa 108, uma determinação é feita se a porcentagem atual de respirações acionadas pelo paciente for menor do que 40%. Se a resposta

for sim, então, na etapa 110, a $R_{\min}$ atual é definida para 9 RPM, que iguala a um período de respiração de aproximadamente 6,66 segundos. Se a resposta na etapa 108 for não, então, na etapa 112, a $R_{\min}$ atual é definida para 8 RPM, que iguala a um período de respiração de 7,5 segundos. O período de respiração correspondente a cada $R_{\min}$ deve ser referido como $P_{\min}$. É entendido que as porcentagens particulares e as taxas particulares mostradas na figura 2 são apenas uma realização particular, e que outras porcentagens e/ou taxas também podem ser empregadas.

[047] Conforme observado aqui em outro lugar, em uma realização exemplar há dois mecanismos que são utilizados para determinar se uma respiração por aparelho deve ser emitida. Ambos os mecanismos são implementados no controlador 64 e são avaliados simultaneamente; qualquer mecanismo pode acionar independentemente uma respiração por aparelho. Cada mecanismo consiste em um elemento de cronometragem básico acoplado com uma ou mais permissões lógicas. O elemento de cronometragem e uma ou mais permissões lógicas devem ser satisfatórias para permitir o mecanismo de cronometragem para acionar a respiração por aparelho.

[048] O primeiro mecanismo, a realização particular da qual é mostrada no fluxograma da figura 3, é um mecanismo conservador com base no tempo de exalação. O elemento de cronometragem do primeiro mecanismo referido como temporizador conservador, tem uma duração igual ao inferior de: (i) E_{prop} atual descrito acima, e (ii) dois terços (2/3) do $P_{\min}$ atual e redefine/reinicia (acionar) na transição I para E (ou seja, o começo da fase expiratória). Além disso, o primeiro mecanismo emprega somente uma única permissão lógica

(chamada, permissão da Expiração Completa, descrita abaixo) que deve ser satisfatória para permitir que o primeiro mecanismo acione uma respiração por aparelho. Desde que o primeiro mecanismo avalie o tempo de exalação apenas, o tempo longo de inspiração não afeta o desempenho. Mais especificamente, os benefícios são de dois tipos. As respirações inspiratórias curtas causam pequeno atraso antes deste mecanismo iniciar uma respiração programada para um paciente que precisa de um, e períodos inspiratórios longos prolongam a ativação deste mecanismo para pacientes que não precisam de um.

[049] O segundo mecanismo, uma realização particular da qual é mostrada no fluxograma da figura 4, é um mecanismo ativo (relativo ao primeiro mecanismo conservador desde que seja sintonizado para ser levemente mais rápido) com base no período de tempo da respiração. O elemento de cronometragem do segundo mecanismo, aqui referido como temporizador ativo, tem uma duração igual ao inferior de: (i) P_{prop} atual, descrita acima, e (ii) P_{min} atual, e redefine/reinicia (aciona) na transição E para I (ou seja, o início da fase inspiratória). Ainda, o segundo mecanismo emprega várias permissões lógicas descritas abaixo que devem ser satisfatórias para permitir que o segundo mecanismo acione uma respiração por aparelho.

[050] Antes de descrever o primeiro (conservador) e o segundo (ativo) mecanismos detalhadamente com as figuras 3 e 4, respectivamente, cada uma das permissões lógicas empregadas em uma realização exemplar da presente metodologia será descrita abaixo.

[051] A primeira permissão lógica é referida

aqui como a permissão de Expiração Completa. Esta permissão lógica é uma única permissão lógica utilizando o primeiro mecanismo (conservador) (é ainda utilizado como uma das permissões múltiplas do segundo mecanismo (ativo)). Na realização exemplar, a permissão de Expiração Completa analisa o sinal do fluxo do paciente Q_{paciente} , que tem como base o sinal Q_{MEDIDO} descrito aqui, sobre vários segundos para observar um momento quando o derivado do fluxo e o valor absoluto do fluxo são zero. Na realização exemplar, o fluxo do paciente é integrado no volume corrente e um segundo volume corrente "pacotes" dos dados da soma do volume corrente são criados. Uma função derivada examina a diferença no volume corrente sobre os dois últimos "pacotes". Uma função do fluxo estático observa um volume corrente inspirado absoluto dentro do último segundo. Para a exalação ser considerada completa, ambas as medidas devem ser simultaneamente menores, então 100 ml. Assim, um sinal de permissão da Expiração Completa será definido para VERDADEIRO sempre que esta condição for cumprida e FALSO sempre que esta condição não for cumprida. Deve ser observado que uma abordagem da janela móvel também pode ser utilizada para esta permissão. Em uma configuração alternativa, um volume é integrado por toda a respiração (a partir do sinal do fluxo do paciente), e a exalação é realmente completa onde o volume expirado combina o volume da inspiração precedente imediata.

[052] A segunda permissão lógica é referida aqui como a permissão de Respirações de Apoio recentemente emitidas. Um sinal de permissão das Respirações de apoio recentemente emitidas é definido para VERDADEIRO quando qualquer respiração programada (respiração por aparelho) é

dispensada, e é definido para FALSO sempre que 3 respirações programadas (respirações por aparelho) ocorrerem. O sinal de permissão das Respirações de apoio recentemente emitidas pode ser definido para VERDADEIRO novamente apenas após a respiração espontânea ocorrer.

[053] A terceira permissão lógica é referida como respirações acionadas graduais por porcentagem menor do que 50%. Na implementação exemplar desta permissão lógica, um *boxcar* de doze posições é utilizado para monitorar a porcentagem das respirações programadas sobre as últimas 12 respirações. Sempre que a porcentagem de respirações programadas sobre as 12 últimas respirações for menor do que 50%, um sinal de permissão Respirações acionadas graduais por porcentagem menores do que 50% é definido para VERDADEIRO. Caso contrário, o sinal é definido para FALSO.

[054] A quarta permissão lógica é referida aqui como permissão da Ventilação por minuto de período curto menor do que Ventilação por minuto de período longo. Isto examina duas janelas móveis de ventilação por minuto, uma para ventilação por minuto de período curto medida utilizando uma janela com uma primeira extensão e um para a ventilação por minuto de período longo medida utilizando uma janela com uma segunda extensão. Em uma realização exemplar não limitativa a primeira extensão é 30 segundos e a segunda extensão é 120 segundos. Um sinal de permissão da ventilação por minuto de período curto menor do que a ventilação por minuto de período longo é definido para VERDADEIRO sempre que a ventilação por minuto de período curto for menor do que a ventilação por minuto de período longo. Caso contrário, o sinal é definido para FALSO.

[055] A quinta permissão lógica é referida aqui como permissão de nenhum rompimento de respiração recente. A permissão de nenhum rompimento de respiração recente examina uma janela de dois minutos de dados e compara o desvio padrão dos períodos de respiração de certas respirações aceitas (ou seja, apenas respirações que cumprem com os critérios específicos descritos abaixo) para um limiar, e se o desvio padrão for menor do que o limiar, então o sinal de permissão de nenhum rompimento de respiração recente é definido para VERDADEIRO, e caso contrário, é definido para FALSO. Em uma realização exemplar, se o desvio padrão medido for menor do que um valor do limiar de 25 segundos, o sinal de permissão de nenhum rompimento de respiração recente é definido para VERDADEIRO, caso contrário é FALSO.

[056] Conforme observado acima, antes de uma respiração particular poder ser utilizada no cálculo do desvio padrão, ela deve cumprir certos critérios. Em particular, há dois critérios de teste utilizados para examinar cada respiração em particular, e pelo menos um dos critérios deve passar para a respiração ser aceita. Um primeiro teste é conduzido para determinar se a respiração é normal. Para uma respiração ser considerada normal, todos os testes de aceitação a seguir devem ser Verdadeiros: (i) o pico do fluxo deve ser maior do que 0; (ii) o período de respiração deve ser maior do que 2 segundos; (iii) tempo de inspiração deve ser maior do que 0,5 segundos; (iv) volume corrente inalado e exalado deve estar dentro de 65% um do outro; e (v) volume corrente inalado deve ser maior do que 150 ml. Se todos os critérios acima forem cumpridos, a respiração é considerada normal e aceita e um valor de

Verdadeiro é passado no segundo teste como uma entrada. Se qualquer um dos testes acima falhar, então um valor de Falso é passado no segundo teste como uma entrada. O segundo teste passa os resultados do primeiro teste. Ou seja, estes valores de Verdadeiro e Falso são passados no segundo teste. O segundo teste monitora as ocorrências de Verdadeiro e Falso para identificar períodos quando grandes números de valores Falsos estão sendo passados. Se 5 das últimas 10 respirações tiverem valores Falsos do primeiro teste, então o segundo teste passa a respiração atual e zera o mecanismo de contagem interna.

[057] A figura 3 é um fluxograma demonstrando a operação do primeiro mecanismo (conservador) (implementado no controlador 64) com base no tempo na exalação. Conforme observado acima, o elemento de cronometragem do primeiro mecanismo (o temporizador conservador) redefine/inicia sempre que uma transição I para E (ou seja, o início da fase expiratória) conforme determinado pelo controlador 64. Assim, a operação começa na etapa 120, onde uma determinação é feita se uma transição I para E for detectada. Se a resposta for não, a operação retorna à etapa 120. Se a resposta for sim, significa que uma transição I para E foi detectada, então a operação procede para a etapa 122, onde o temporizador conservador é ajustado igual ao inferior da E_{prop} atual e dois terços ($2/3$) da P_{min} atual. Então, na etapa 124 o temporizador conservador é iniciado (inicia a contagem regressiva). Na etapa 126, uma determinação é feita se o temporizador conservador expirou. Se a resposta for não, então, na etapa 128 uma determinação é feita se uma transição E para I for detectada (ou seja, o início da inspiração para uma

respiração (espontânea ou por aparelho)). Se a resposta for sim, a operação retorna à etapa 120 (aguardando uma transição I para E), e se a resposta for não, a operação retorna à etapa 126 (monitorar a expiração do temporizador conservador).

[058] Se, entretanto, a resposta na etapa 126 for sim, significa que o temporizador conservador expirou, então, na etapa 130, uma determinação é feita se o sinal de permissão Expiração Completa está atualmente definido para VERDADEIRO. Se a resposta for sim, então, na etapa 132, o controlador 64 faz com que a respiração por aparelho seja administrada de acordo com os parâmetros predeterminados para a respiração por aparelho (por exemplo, tempo de inspiração, nível IPAP, nível EPAP). Em uma realização exemplar, o tempo de inspiração utilizado para a respiração por aparelho é automaticamente determinado e é igual à média de execução calculada Tempo de Insp. das respirações espontâneas (tempo de inspiração das respirações espontâneas). Seguindo para a etapa 132, a operação retorna à etapa 120. Se a resposta na etapa 130 for não, então, na etapa 134, uma determinação é feita se uma transição E para I for detectada (ou seja, o início da inspiração para uma respiração (espontânea ou por aparelho)). Se a resposta for não, então a operação retorna à etapa 130 para monitorar o estado do sinal de permissão Expiração Completa. Se, entretanto, uma resposta na etapa 134 for sim, então a operação retorna à etapa 120 (aguardando uma transição I para E).

[059] A figura 4 é um fluxograma demonstrando a operação do segundo mecanismo (ativo) (implementado no controlador 64) com base no período da respiração. Conforme

observado acima, o elemento de cronometragem do segundo mecanismo (o temporizador ativo) reajusta/inicia sempre que houver uma transição E para I (ou seja, o começo da fase inspiratória) conforme determinado pelo controlador 64. Assim, a operação começa na etapa 150, onde uma determinação é feita o quanto é possível uma transição E para I ser detectada. Se a resposta for não, a operação retorna à etapa 150. Se a resposta for sim, significa que uma transição E para I foi detectada, então a operação procede para a etapa 152, onde o temporizador ativo é ajustado igual ao inferior do atual P_{prop} e do atual P_{min} . Então, na etapa 154, o temporizador ativo é iniciado (a contagem regressiva começa). Na etapa 156, uma determinação é feita se é possível o temporizador ativo ter expirado. Se a resposta for não, então, na etapa 158, uma determinação é feita se uma transição E para I for detectada (ou seja, o início da inspiração para uma respiração (espontânea ou por aparelho)). Se a resposta for sim, a operação retorna à etapa 152 (redefinir temporizador), e se a resposta for não, a operação retorna à etapa 156 (monitorar expiração do temporizador ativo).

[060] Se, entretanto, a resposta na etapa 156 for sim, significando que o temporizador ativo expirou, então, na etapa 160, uma determinação é feita quanto à possibilidade de todos os sinais de permissão descritos acima (o sinal de permissão de expiração completa, sinal de permissão das respirações de apoio recentemente emitidas, sinal de permissão de Respirações Acionadas Graduais em porcentagem menor do que 50%, o sinal de permissão da Ventilação por minuto de período curto menor do que a

ventilação por minuto de período longo, e o sinal de permissão Nenhuma Respiração de Rompimento recente) estiverem atualmente definidos para VERDADEIRO. Se a resposta for sim, então, na etapa 162, o controlador 64 faz com que a respiração por aparelho seja administrada de acordo com os parâmetros predeterminados para respiração por aparelho (por exemplo, tempo de inspiração, nível IPAP, nível EPAP). Em uma realização exemplar, o tempo de inspiração utilizado para a respiração por aparelho é automaticamente determinado e é igual a um tempo médio de execução calculado Tempo de Insp. das respirações espontâneas (tempo de inspiração das respirações espontâneas). Seguindo para a etapa 162, a operação retorna à etapa 152. Se a resposta na etapa 160 for não (um ou mais sinais não VERDADEIROS), então, na etapa 164, uma determinação é feita quanto é possível uma transição E para I ser detectada (ou seja, o início da inspiração para uma respiração (espontânea ou por aparelho)). Se a resposta for não, então a operação retorna à etapa 160 para monitorar o estado dos sinais de permissão. Se, entretanto, a resposta na etapa 164 for sim, então a operação retorna à etapa 152 (redefinir temporizador).

[061] Embora a invenção tenha sido descrita detalhadamente para finalidade de ilustração com base no que é atualmente considerado como mais prático e as realizações preferidas, deve ser entendido que tais detalhes são apenas para esta finalidade e que a invenção não está limitada às realizações reveladas, mas, ao contrário, é destinada para abranger modificações e disposições equivalentes que estão dentro do espírito e escopo das reivindicações anexas. Por exemplo, deve ser entendido que a presente invenção considera

que, à possível extensão, um ou mais recursos de qualquer configuração podem ser combinados com um ou mais recursos de qualquer outra configuração.

REIVINDICAÇÕES

1. SISTEMA DE SUPORTE DE PRESSÃO (50), caracterizado por compreender:

meios para monitorar os dados referentes a atividade respiratória de um paciente (54);

meios para determinar uma taxa respiratória mínima com base nos dados relativos à respiração espontânea anterior do paciente, em que a taxa respiratória mínima determinada é uma função de uma quantidade de respiração espontânea anterior do paciente em relação às respirações totais do paciente, em que função da taxa de respiração mínima determinada aumenta à medida que a quantidade de respiração espontânea anterior do paciente em relação à respiração total do paciente diminui;

meios de temporização para determinar que o temporizador expirou após o período predeterminado esgotar, desde o início de uma fase respiratória, sendo o período de tempo decorrido determinado utilizando a taxa mínima de respiração determinada;

meios, responsivo a determinar que o período de tempo decorrido expirou, para determinar se todas as permissões lógicas são satisfatórias com base nos dados referentes a atividade respiratória do paciente; e

meios para prover uma respiração por aparelho ao paciente se for determinado que todas de uma ou mais permissões lógicas são satisfatórias e que o período de tempo decorrido expirou.

2. SISTEMA (50), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por uma ou mais permissões lógicas incluir uma primeira permissão lógica referente a expiração do paciente e

em que a primeira permissão lógica será determinada como satisfatória se a expiração do paciente é considerada ser completo.

3. SISTEMA (50), de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pela expiração do paciente ser considerada completa em resposta à análise do fluxo do paciente sobre um período predeterminado e observar um ponto no momento em que tanto um derivado do fluxo do paciente e um valor absoluto do fluxo do paciente são menores do que um valor predeterminado.

4. SISTEMA (50), de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pela análise compreender integrar o fluxo do paciente em dados de volume periódico, e criar uma pluralidade de grupos de volume periódico, cada um correspondente a uma duração predeterminada dos dados de volume periódico, cada grupo de volume periódico compreendendo a soma dos dados de volume periódico do grupo de volume periódico, em que em qualquer momento particular o derivado é determinado por um valor absoluto de uma diferença entre a soma para o grupo de volume periódico associado ao momento particular e a soma para o grupo de volume periódico imediatamente anterior ao grupo de volume periódico associado ao momento particular, e em que o valor absoluto do fluxo do paciente no momento particular é igual ao valor absoluto da soma para o grupo de volume periódico associado ao momento particular.

5. SISTEMA (50), de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo valor predeterminado ser 100 ml.

6. SISTEMA (50), de acordo com a reivindicação 3, caracterizado por compreender adicionalmente meios para integrar o fluxo do paciente em dados de volume periódico, e

criar uma pluralidade de grupos de volume periódico cada um correspondendo a uma duração predeterminada dos dados de volume periódico, cada grupo de volume periódico compreendendo a soma dos dados de volume periódico do grupo de volume periódico, em que a expiração do paciente é considerada completa em resposta a ambos: (i) determinar que um valor absoluto de uma diferença entre a soma para o grupo de volume periódico associado a um momento particular e a soma para o grupo de volume periódico imediatamente anterior ao grupo de volume periódico associado com um momento particular é menor do que um valor predeterminado, e (ii) determinar que um valor absoluto da soma para o grupo de volume periódico associado com o momento particular é menor do que o valor predeterminado.

7. SISTEMA (50), de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo valor predeterminado ser 100 ml.

8. SISTEMA (50), de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pela expiração do paciente ser considerada completa em resposta à análise de fluxo do paciente sobre uma respiração e o sistema adicionalmente compreende meios para determinar um volume por toda a respiração, onde a exalação é considerada completa em que uma primeira parte o volume associado com a expiração combina com uma segunda parte o volume associado com a inspiração imediatamente anterior a primeira parte.

9. SISTEMA (50), de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo temporizador ser um temporizador conservador que é acionado quando uma transição de inspiração para expiração for detectada, e em que uma ou mais permissões lógicas inclui apenas a primeira permissão lógica.

10. SISTEMA (50), de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por compreender adicionalmente ajustar o temporizador para um valor do temporizador sempre que uma transição de inspiração para expiração for detectada, o valor do temporizador sendo inferior de: (i) um tempo médio de expiração do paciente multiplicado por uma constante, e (ii) uma parte de um período mínimo de respiração predeterminado.

11. SISTEMA (50), de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo temporizador ser um temporizador ativo que é acionado quando uma transição de expiração para inspiração for detectada, e em que uma ou mais permissões lógicas são uma pluralidade de permissões lógicas.

12. SISTEMA (50), de acordo com a reivindicação 11, caracterizado por compreender adicionalmente ajustar o temporizador para um valor do temporizador sempre que uma transição de expiração para inspiração for detectada, o valor do temporizador sendo inferior de: (i) um período médio de respiração do paciente multiplicado por uma constante, e (ii) um período mínimo de respiração predeterminado.

13. SISTEMA (50), de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pela pluralidade de permissões lógicas incluir uma segunda permissão lógica referente a uma porcentagem das respirações programadas sobre um número predeterminado de respirações prévias, e onde a segunda permissão lógica será determinada para ser satisfatória se a porcentagem das respirações programadas sobre o número predeterminado de respirações prévias for menor do que uma quantidade predeterminada.

14. SISTEMA (50), de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pela pluralidade de permissões lógicas

incluir uma segunda permissão lógica referente à ventilação por minuto, e em que a segunda permissão lógica será determinada para ser satisfatória se uma ventilação por minuto de período curto medida sobre um primeiro período for menor do que uma ventilação por minuto de período longo medido sobre um segundo período maior do que o primeiro período.

15. SISTEMA (50), de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pela pluralidade de permissões lógicas incluir uma segunda permissão lógica que será determinada para ser satisfatória se um sinal estiver definido para VERDADEIRO, em que o sinal é definido para verdadeiro quando uma respiração programada é provida ao paciente, e é definido para FALSO apenas se três respirações programadas consecutivas são administradas ao paciente.

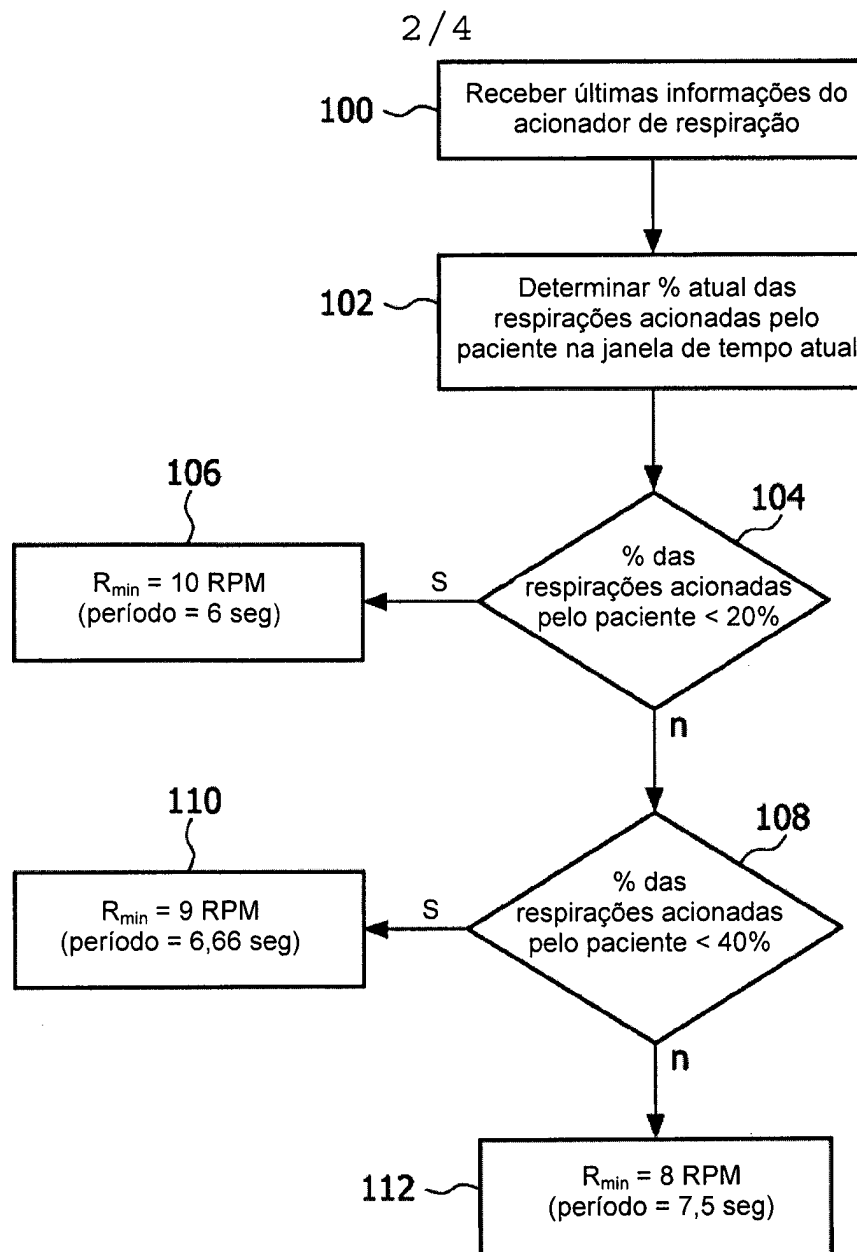


FIG. 2

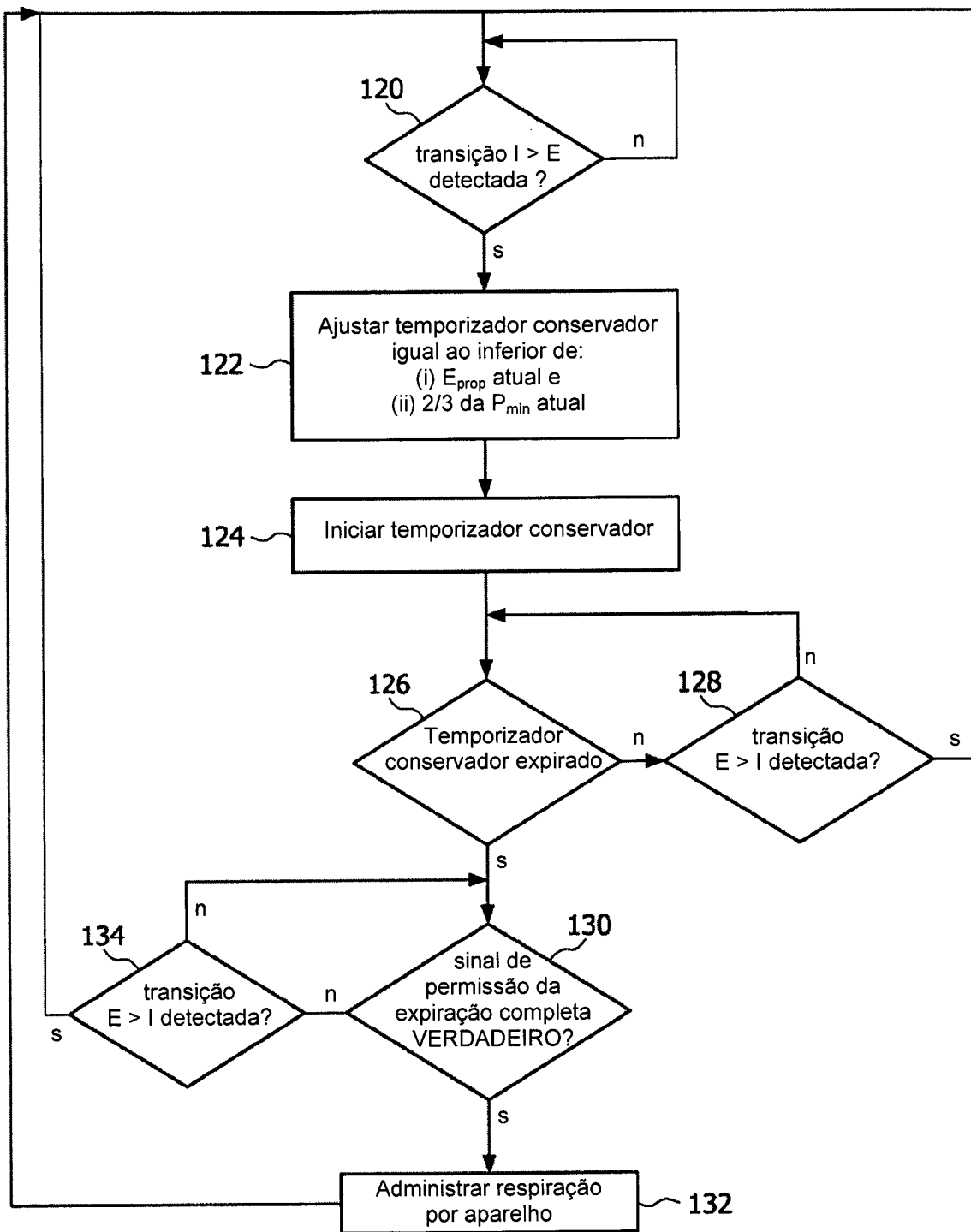


FIG. 3

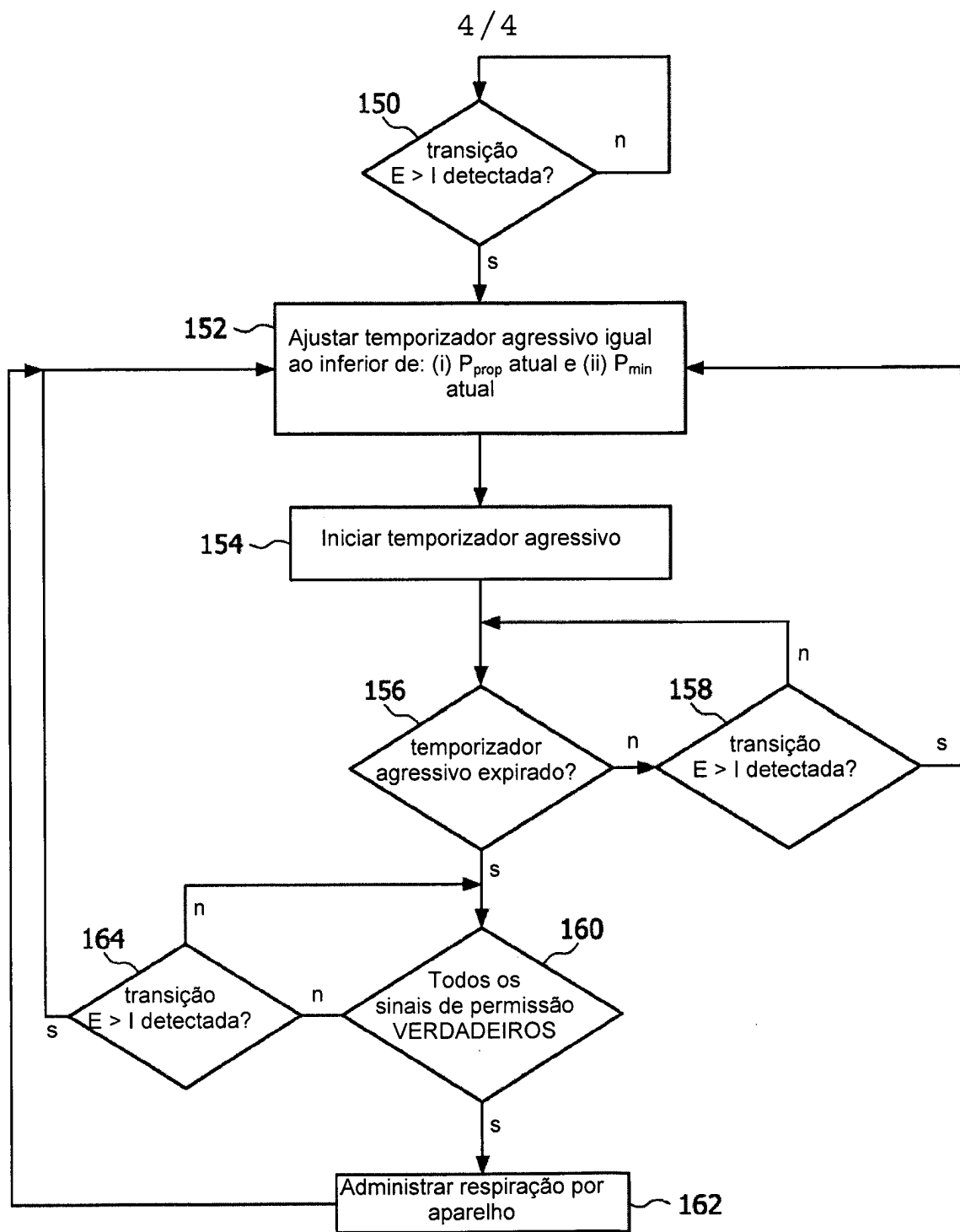


FIG. 4