



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0709575-9 A2**



* B R P I 0 7 0 9 5 7 5 A 2 *

(22) Data de Depósito: 02/03/2007
(43) Data da Publicação: 19/07/2011
(RPI 2115)

(51) *Int.Cl.:*
B65B 31/04 2006.01

(54) Título: **MÉTODO E SISTEMA DE OPERAR UM DISPOSITIVO DE TRANS-PREENCHIMENTO**

(30) Prioridade Unionista: 16/03/2006 US 11/377,065

(73) Titular(es): Acoba, L.L.C, Respirationics, INC.

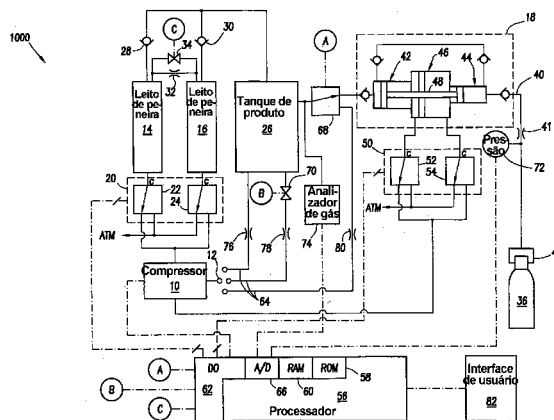
(72) Inventor(es): Alonzo C. Aylsworth, Charles R. Aylsworth, Kevin G. McCulloh

(74) Procurador(es): Nellie Anne Daniel Shores

(86) Pedido Internacional: PCT US2007063127 de 02/03/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/109404 de 27/09/2007

(57) **Resumo:** MÉTODO E SISTEMA DE OPERAR UM DISPOSITIVO DE TRANS-PREENCHIMENTO. Método e sistema de operar um dispositivo de trans-preenchimento. Pelo menos alguns dos recursos ilustrativos são métodos compreendendo gerar uma corrente de gás enriquecido a partir de ar atmosférico, e operar um intensificador que, quando provido da corrente de gás enriquecido, produz uma corrente de gás de preenchimento de cilindro. A operação continua na ausência da corrente de gás enriquecido sendo provido para o intensificador.



“MÉTODO E SISTEMA DE OPERAR UM DISPOSITIVO DE TRANS-PREENCHIMENTO”

ANTECEDENTES

Muitos pacientes com problemas de pulmão e/ou cardiovasculares podem precisar respirar gás terapêutico a fim de obter oxigênio dissolvido suficiente em sua corrente sanguínea. De modo que estes pacientes podem ser ambulatorios, o gás terapêutico pode ser distribuído a partir de um cilindro portátil. Um cilindro portátil pode, no entanto, fornecer somente volume limitado, e portanto precisa periodicamente ser reabastecido. Enquanto é possível ter estes cilindros trocados ou reabastecidos por meio de serviços de saúde domiciliar comerciais, alguns pacientes têm sistemas dentro de suas casas que geram gás terapêutico e enchem cilindros portáteis com o gás terapêutico. Sistemas tais como estes vêm a ser conhecidos como sistemas de enchimento de transferência ou “trans-preenchimento”. No entanto, os sistemas trans-preenchimento da técnica relacionada enchem os cilindros portáteis muito lentamente, e são proibitivamente dispendiosos para a maioria dos pacientes.

SUMÁRIO

Os problemas indicados acima são solucionados em grande parte por um método e sistema de operar um dispositivo de trans-preenchimento. Pelo menos algumas das modalidades ilustrativas são métodos compreendendo gerar uma corrente de gás enriquecido a partir do ar atmosférico, e operar um intensificador que, quando fornecida corrente de gás enriquecido, produz uma corrente de gás de enchimento de cilindro.

Outras modalidades ilustrativas são sistemas que compreende um compressor, um concentrador acoplado de modo fluido no compressor (o concentrador cria uma corrente de gás enriquecido), um intensificador com uma parte motora e uma parte compressora (a parte motora acoplada de modo fluido no compressor e a parte compressora acoplada de modo fluido na corrente de gás enriquecido em um lado e configurada para acoplar em um cilindro de gás portátil em um segundo lado, em que a parte de compressão comprime a corrente de ar enriquecido para criar uma corrente de gás enriquecido de alta pressão), e uma válvula de controle acoplada de modo fluido entre o concentrador e o intensificador (a valva bloqueia seletivamente o fluxo de gás enriquecido para o intensificador). A parte motora do intensificador continua a retirar ar comprimido do compressor quando a válvula de controle bloqueia o fluxo de gás enriquecido para a parte de compressão do intensificador.

Os dispositivos e métodos descritos compreendem uma combinação de aspectos e vantagens que permitem superar as deficiências dos dispositivos da técnica anterior. As várias características descritas acima, bem como outros aspectos, serão facilmente evidentes para aqueles versados na técnica, na leitura da descrição detalhada seguinte, e se referindo aos desenhos anexos.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Para uma descrição detalhada das modalidades preferidas da invenção, seta feita referência agora aos desenhos anexos em que:

5 a Figura 1 ilustra um sistema de trans-preenchimento de acordo com as modalidades da invenção;

a Figura 2A ilustra um diagrama de sincronização de acordo com as modalidades da invenção;

a Figura 2B ilustra um diagrama de sincronização de acordo com as modalidades da invenção; e

10 a Figura 3 ilustra um diagrama de fluxo de acordo com as modalidades da invenção.

ANOTAÇÃO E NOMENCLATURA

Certos termos são usados em toda a descrição seguinte e reivindicações para se referir a componentes de sistema particulares. Este documento não pretende distinguir entre os componentes que diferem em nome mas não em função.

Na discussão seguinte e nas reivindicações, os termos “incluindo” e “compreendendo” são usados em uma maneira aberta, e assim devem ser interpretados para significar “incluindo, mas não limitado a...”. Também, o termo “acoplar” ou “acopla” é pretendido para significar tanto uma conexão indireta quanto direta. Assim, se um primeiro dispositivo acopla em um segundo dispositivo, esta conexão pode ser através de uma conexão direta, ou através de uma conexão indireta por meio de outros dispositivos e conexões.

Adicionalmente, quando se descreve “pressão” neste relatório, e nas reivindicações, a referência de pressão deve ser a pressão manométrica em vez da pressão absoluta.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES PREFERIDAS

25 A Figura 1 ilustra um sistema de trans-preenchimento 1000 para encher os cilindros portáteis de acordo com as modalidades da invenção. Dispositivos tais como os ilustrados na Figura 1 podem ser usados, por exemplo, na casa de um paciente para encher cilindros de oxigênio portáteis para uso ambulatorio. Os sistemas de trans-preenchimento de acordo com modalidades da invenção compreendem componentes elétricos e componentes mecânicos. A fim de diferenciar entre as conexões elétricas e as conexões fluidas, a Figura 1 ilustra as conexões elétricas entre dispositivos com linhas de traço-ponto-traço, e a conexão fluida, (por exemplo, conexões de tubulação entre os dispositivos), com linhas sólidas.

A Figura 1 ilustra que um sistema de trans-preenchimento 1000 de acordo com as modalidades da invenção, compreende um compressor 10. O compressor 10 retira ar através da entrada 12, comprime o ar (em algumas modalidades para aproximadamente 2,1 kg/cm²), e fornece o ar para outros dispositivos do sistema de trans-preenchimento 100, particularmente os leitos de peneira 14 e 16 e o intensificador 18. De acordo com pelo menos

algumas modalidades, o compressor 10 é um compressor acionado por motor elétrico tendo um número de modelo 2680CE56-XXX disponível em Thomas Compressor (A Gardner Denver Product) de Quincy, Illinois.

Os leitos de peneira 14 e 16 formam pelo menos uma parte de um concentrador de oxigênio, e em particular um sistema de absorção de oscilação de pressão (PSA). Cada leito de peneira 14 e 16 é uma vasilha que é enchida no todo ou em parte com um material de peneira molecular, tal como OXY-SIEVE 5 disponível em UOP, LLC de Chicago, Illinois. De acordo com algumas modalidades, cada um dos leitos de peneira 14 e 16 mantém aproximadamente 681 gramas de material de peneira molecular, mas quantidades maiores ou menores de material de peneira podem ser equivalentemente usadas. Considerar, para propósitos de explicação, o leito de peneira 14, com o entendimento que a descrição é igualmente aplicável ao leito de peneira 16. O ar atmosférico é forçado através do leito de peneira 14 pelo compressor 10. Quando o ar se move através do material de peneira molecular, o fluxo de nitrogênio é impedido enquanto o oxigênio e argônio se movem através menos impedido. A corrente de gás que sai do leito de peneira 14 tem um conteúdo de oxigênio aumentado (por exemplo, 90% de conteúdo de oxigênio ou maior), e pode ser referido como gás enriquecido ou como uma corrente de ar enriquecido. Forçar o ar atmosférico dentro do leito de peneira pode também ser referido como “encher” o leito de peneira, e o período de tempo em que o ar é forçado através pode ser referido como o “ciclo de enchimento”.

No entanto, o ar atmosférico não pode ser forçado através do leito de peneira 14 indefinidamente na medida em que o leito eventualmente se torna carregado com nitrogênio. Assim, a geração de corrente de gás enriquecido pelo leito de peneira 14 é periodicamente interrompida e o nitrogênio capturado no leito de peneira é purgado, tal como ventilando o leito de peneira 15 para a atmosfera e/ou fluir de volta o gás enriquecido. O período de tempo em que um leito de peneira é ventilado e/ou purgado pode ser referido como o “ciclo de purga”. Considerar agora ambos os leitos de peneira 14 e 16, enquanto um leito de peneira gera a corrente de gás enriquecido, o segundo leito de peneira purga, tal que pelo menos um dos leitos de peneira produz a corrente de gás enriquecido em qualquer momento.

O sistema de válvulas 20 controla os ciclos de enchimento e os ciclos de purga dos leitos de peneira 14 e 16. O sistema de válvulas 20 pode assumir várias formas. Em algumas modalidades, o sistema de válvulas 20 pode ser uma única válvula tendo uma pluralidade de orifícios para realizar o controle. Em outras modalidades, e como ilustrado, o sistema de válvulas 20 compreende duas válvulas 22 e 24. Nestas modalidades, cada válvula 22 e 24 é uma válvula de três orifícios operada por solenóide que acopla seletivamente de modo fluido um dos dois orifícios em um orifício comum (marcado “C” nos desenhos, e a direção da seta não indica necessariamente a direção de fluxo). As válvulas de três orifícios 22 e 24 podem ser Humphrey Mini-Mizers tendo número de peça D3061A, disponível por John

Henry Company de St. Louis, Missouri. Nas posições de válvula ilustradas na Figura 1, a válvula de três orifícios 22 acopla de modo fluido o compressor 10 no leito de peneira 14, e assim implementa o ciclo de enchimento do leito de peneira 14. Igualmente, a válvula de três orifícios 24 acopla de modo fluido o leito de peneira 16 a uma ventilação atmosférica, e assim implementa o ciclo de purga do leito de peneira 16. Em algum tempo anterior ou posterior, estas desempenha papel inverso, com a válvula de três orifícios 22 acoplando o leito de peneira 14 à ventilação atmosférica, e a calcula de três orifícios 24 acoplando o compressor 10 no leito de peneira 16.

A corrente de gás enriquecido que sai de um leito de peneira no ciclo de enchimento flui através de uma válvula de segurança 28, e então no tanque de produto 26. Igualmente, quando o leito de peneira 16 está no ciclo de enchimento, a corrente de gás enriquecido passa através da válvula de segurança 30 e então flui para o tanque de produto 26. Embora as válvulas de segurança 28 e 30, e as válvulas de segurança restantes da figura, são ilustradas para serem válvulas de segurança esféricas, qualquer válvula de segurança adequada pode ser equivalentemente usada. As válvulas de segurança 28 e 30 impedem o refluxo do tanque de produto através do leito de peneira purgando. No entanto, a fim de ajudar a purgar, uma parte controlada da corrente de gás enriquecida é fornecida a partir do leito de peneira no ciclo de enchimento para o leito de peneira no ciclo de purga por meio de uma conexão fluida através do orifício 32. De acordo com pelo menos algumas modalidades, o orifício 32 tem um diâmetro de abertura de aproximadamente 0,76 mm, um comprimento de aproximadamente 19,05 mm, e permite o fluxo de gás enriquecido em cada direção. A parte da corrente de gás enriquecido que flui do leito de peneira no ciclo de enchimento para o leito de peneira no ciclo de purga, ajuda a purgar enxaguando com gás enriquecido. O sistema de trans-preenchimento 100 ilustrado na Figura 1 ainda compreende uma válvula de purga 34. Muito similar ao orifício 32, a válvula de purga 34 fornece uma parte da corrente de gás enriquecido do leito de peneira no ciclo de enchimento para o leito de peneira no ciclo de purga, mas de acordo com as modalidades da invenção a válvula de purga 34 opera perto do fim do ciclo de purga para “pré-carregar” o leito de peneira com gás enriquecido para o ciclo de enchimento seguinte. O tempo de uso da válvula de purga 34 é discutido abaixo com respeito às Figuras 2A e 2B. De acordo com algumas modalidades, a válvula de purga é uma válvula de dois orifícios operada por solenóide, tal como as válvulas de dois orifícios Humphrey tendo o número de peça D2048 disponível em John Henry Foster Company.

Em pelo menos algumas modalidades, o compressor 10 gera uma corrente de ar comprimido tendo uma pressão de aproximadamente $1,4 \text{ kg/cm}^2$ a aproximadamente $2,45 \text{ kg/cm}^2$. Assim, a corrente de gás enriquecido acumula no tanque de produto com uma pressão de aproximadamente $1,4 \text{ kg/cm}^2$ a $2,45 \text{ kg/cm}^2$. No entanto, a fim de encher um cilindro

portátil, tal como o cilindro 36, a pressão d corrente de gás enriquecido precisa ser aumentada. A fim de aumentar a pressão d corrente de gás enriquecido, o sistema de trans-
preenchimento 1000 ainda compreende um intensificador 18. O intensificador 18 se acopla
de modo fluido ao tanque de produto 26 através da válvula 68. O propósito e a operação de
5 válvula 68 são discutidos mais abaixo. O intensificador aumenta a pressão da corrente de
gás enriquecido a uma pressão suficiente para encher um cilindro. Por exemplo, se a pres-
são “cheia” do cilindro 36 é 154 kg/cm^2 , o intensificador 18 gera uma pressão de pico em
sua saída 40 de aproximadamente 189 kg/cm^2 . Outras pressões “cheias” e pressões de pico
podem ser equivalentemente usadas.

10 O termo “intensificador” neste relatório e nas reivindicações refere-se a uma classe
de dispositivos compressores que comprime em estágios usando pistões, e onde a força
motora para a compressão é também suprida por um pistão. Assim, o intensificador 18 tem
um primeiro estágio 42 compreendendo um pistão e cilindro, e também tem o segundo está-
gio 44 compreendendo um pistão e cilindro. O primeiro estágio 42 e o segundo estágio 44
15 formam a parte de compressão ou compressora do intensificador. A força motora para a
compressão vem de uma parte motora 46 compreendendo um pistão e cilindro acoplado ao
primeiro estágio e ao segundo estágio 44 por meio de uma haste 48. Na orientação da Figu-
ra 1, quando o pistão do primeiro estágio 42 se move em vaivém para a direita, o pistão reti-
ra o gás enriquecido de baixa pressão do tanque de produto 26. A parte motora 46 então
20 força o pistão de segundo estágio 44 a se mover em vaivém para a esquerda, que comprime
o gás enriquecido no primeiro estágio 42 e retira o gás enriquecido parcialmente comprimido
para o segundo estágio 44. Quando o segundo estágio 44 comprime o gás enriquecido para
produzir um gás enriquecido de alta pressão suprido no cilindro 36 através do conector de
enchimento de cilindro 49, o primeiro estágio novamente retira o gás enriquecido do tanque
25 de produto 26. O intensificador 18 pode ser um intensificador de número de peça 200336-1
produzido através de Chad Therapeutics, Inc., de Chatsworth, Califórnia.

Como ilustrado na figura 1, a parte motor 46 do intensificador 18 é de preferência
acionado por ar comprimido suprido pelo compressor 10. O sistema de válvula 50 controla o
movimento de vaivém do intensificador 18, e podem assumir várias formas. Em algumas
30 modalidades, o sistema de válvulas 50 pode ser uma válvula única tendo uma pluralidade de
orifícios para aplicar apropriadamente o ar comprimido para realizar o movimento de vaivém
do intensificador. Em outras modalidades, e como ilustrado, o sistema de válvulas 50 com-
preende duas válvulas 52 e 54. Nestas modalidades, cada válvula 52 e 54 é uma válvula de
três orifícios operada por solenóide que acopla seletivamente de modo fluido um dos dois
35 orifícios em um orifício comum (marcado “C” nos desenhos, e a seta não necessariamente
indica a direção de fluxo). Como as válvulas de três orifícios 22 e 24, as válvulas de três
orifícios 52 e 54 podem ser Humphrey Mini-Mizers disponíveis em John Henry Foster Com-

pany. Nas posições de válvula ilustradas na Figura 1, a válvula de três orifícios 52 acopla de modo fluido o compressor 10 na parte motora 46 para realizar o curso de alta pressão do segundo estágio 44, e simultaneamente a válvula 54 ventila seu lado da parte motora 46. Depois disto, a válvula de três orifícios 54 acopla de modo fluido o compressor 10 na parte motora 46 para realizar o curso de baixa pressão do primeiro estágio 42, e simultaneamente a válvula de três orifícios 54 ventila seu lado da parte motora 46. Em algumas modalidades, o movimento de vaivém do intensificador 18 é coordenado para o ciclo de enchimento e o ciclo de purga dos leitos de peneira 14 e 16.

O sistema de trans-preenchimento 1000 de acordo com as modalidades da invenção também compreende um processador 56. O processador 56 pode ser um microcontrolador, e portanto o microcontrolador pode ser integral com a memória de leitura (ROM) 58, memória de acesso randômico (RAM) 60, um módulo de saída digital (DO) 62 e um conversor analógico/digital (A/D) 66. Em modalidades alternativas, o processador 56 pode ser implementado como uma unidade de processamento central independente em combinação com dispositivos ROM, RAM, DO e A/D individuais.

A ROM 58 armazena instruções executáveis pelo processador 54. Em particular, a ROM 58 compreende programas de software que coordenam o controle dos leitos de peneira e do intensificador controlando as várias válvulas de dois orifícios e três orifícios no sistema de trans-preenchimento 1000. A RAM 60 é a memória de trabalho para o processador 56, onde os dados são temporariamente armazenados, e a partir da qual as instruções são executadas. O processador 54 acopla-se a outros dispositivos dentro do sistema de trans-preenchimento por meio do módulo de saída digital 62 e módulo A/D 66. Em particular, o processador 54 acopla-se eletricamente a e controla as válvulas de três orifícios 22 e 24 do sistema de válvulas 20, e as válvulas 52 e 54 do sistema de válvulas 50, por meio do módulo de saída digital 62. O processador 56 também acopla eletricamente e controla a válvula de três orifícios 68, bem como as válvulas de dois orifícios 34 e 70, por meio do módulo de saída digital 62. Finalmente, com respeito ao módulo de saída digital 62, o processador se acopla a e implementa o controle liga/desliga do compressor 10.

Um sistema de trans-preenchimento 1000 de acordo com pelo menos algumas modalidades da invenção também tem uma pluralidade de sinais analógicos de interesse dentro do sistema, e assim o processador acopla os dispositivos criando sinais analógicos por meio do conversor A/D 66. Em particular, o processador 56 pode acoplar a um transdutor de pressão 72 e analisador de gás 74 por meio do conversor A/D. O analisador de gás 74 se acopla de modo fluido a e gera amostras da corrente de gás enriquecido quando deixa o tanque de produto 26, mas a corrente de gás enriquecido pode ser amostrada de modo equivalente em outras localizações também. O analisador de gás 74 determina o conteúdo de oxigênio do gás enriquecido. O analisador de gás 74 pode ser por exemplo, um sensor sele-

tivo de oxigênio, tais sensores baseados em tecnologias de óxido de zircônio, galvânicas, ou paramagnéticas. De acordo com modalidades da invenção, se na partida do sistema de trans-preenchimento, o conteúdo de oxigênio da corrente de gás enriquecido está abaixo de um limite predeterminado (por exemplo 90% de oxigênio), ou durante a operação, o conteúdo de oxigênio cai abaixo do limite predeterminado, então a corrente de gás enriquecido de preferência não é fornecida ao cilindro 36.

Na partida inicial do sistema de trans-preenchimento 1000, pode levar vários ciclos de enchimento e ciclos de purga dos leitos de peneira 14 e 16 antes que a corrente de gás enriquecido atinja ou exceda o limite predeterminado de concentração de oxigênio. Em algumas configurações, os leitos de peneira 14 e 16 podem precisar ser operacionais por três a cinco minutos antes que o gás enriquecido atinja ou exceda o limite. Igualmente, durante a operação, quando o conteúdo de oxigênio cai, os leitos de peneira 14 e 16 podem precisar ser operacionais por vários ciclos de enchimento e ciclos de purga antes que o conteúdo de oxigênio do gás enriquecido novamente atinja ou exceda o limite predeterminado. A fim de não fornecer gás enriquecido abaixo do limite predeterminado ao cilindro 36, quando o conteúdo de oxigênio do gás enriquecido cai abaixo do limite predeterminado, a corrente de gás enriquecido é bloqueada do intensificador 18 por meio da válvula 68 sob controle do processador 56. No entanto, existem várias considerações quando cessar o fluxo de gás enriquecido, tal como o que fazer com a corrente de gás enriquecido abaixo do padrão, e como lidar com a operação do intensificador 18 quando a corrente de gás enriquecido é bloqueada. A última é tratada em primeiro lugar.

Ainda referindo-se à Figura 1, o sistema de trans-preenchimento 1000 usa o compressor 10 para suprir ar comprimido em ambos os leitos de peneira 14 e 16, e como a força de acionamento da parte motora 46 do intensificador 18. Assim, o compressor 10 tem capacidade suficiente para suprir ambos os leitos de peneira e o intensificador; no entanto, se o ar comprimido produzido não é consumido, o compressor 10 tende a sobre-pressão, o que pode causar a ativação de válvulas de alívio de pressão do compressor 10. A fim de evitar esta situação, e de acordo com as modalidades da invenção, o intensificador 18 continua a operar mesmo na ausência da corrente de gás enriquecido sendo fornecida ao intensificador. Estabelecido de outro modo, a parte motora 46 do intensificador continua a retirar o ar comprimido do compressor 10 quando a válvula 68 bloqueia o fluxo de gás enriquecido do tanque de produto.

A outra consideração quando cessa o fluxo de gás enriquecido para o intensificador 18 é que os leitos de peneira 14 e 16 ainda precisam gerar a corrente de gás enriquecida, embora abaixo do padrão, de modo que a concentração de oxigênio pode ser aperfeiçoada. Assim, o gás enriquecido no tanque de produto precisa ser liberado. Liberar o gás enriquecido do tanque de produto 26 pode assumir muitas formas. Em algumas modalidades, o

tanque de produto 26 libera continuamente uma parte do gás enriquecido, tal como através do orifício 76. Nestas modalidades, uma parte do gás enriquecido é liberada do tanque de produto todas as vezes. Nestas modalidades, onde o gás é liberado do tanque de produto 26 continuamente, o orifício 76 pode ser selecionado ou ajustado para liberar aproximadamente 0,5 litros por minuto.

Em vez de liberar o gás enriquecido todas as vezes, modalidades alternativas utilizam a válvula de descarga 70 e o orifício 78. Nestas modalidades, quando o intensificador 18 não é provido da corrente de gás enriquecido, a válvula de descarga 70, sob controle do processador 56, é aberta para liberar o gás enriquecido abaixo do padrão do tanque de produto 26. às vezes, quando o conteúdo de oxigênio do gás enriquecido está acima do limite predeterminado, a válvula de descarga 70 fecha e a válvula 68 (nestas modalidades, operada como uma válvula liga-desliga de dois orifícios, embora não especificamente ilustrada como tal) permite a corrente de gás enriquecido fluir para o intensificador. De acordo com as modalidades usando a válvula de descarga 70, o orifício 78 pode ser selecionado ou ajustado para liberar aproximadamente 2 litros por minuto.

Em vez de liberar seletivamente o gás enriquecido através da válvula de descarga 70, ou liberar continuamente o gás enriquecido através do orifício 76, ainda modalidades alternativas adicionais usam a válvula de três orifícios 68 acopladas ao tanque de produto 26 e no intensificador 18 para este propósito. Em uma primeira posição de válvula, a válvula de três orifícios suprime a corrente de gás enriquecido no intensificador 18; no entanto, quando o conteúdo de oxigênio da corrente de gás enriquecido cai abaixo do limite predeterminado, a válvula 68, sob o controle do processador 56, muda a posição e libera o gás enriquecido abaixo do padrão através do orifício 80. Nestas modalidades, o orifício 80 pode ser selecionado ou ajustado para liberar aproximadamente 2 litros por minuto.

Ainda referindo-se à Figura 1, independente das modalidades precisas usadas para liberar o gás enriquecido do tanque de produto, pelo menos algumas modalidades liberam o gás dentro do envoltório do sistema de trans-preenchimento 1000. Mais particularmente, em pelo menos algumas modalidades, o gás enriquecido liberado flui através da tubulação 64 que termina próxima à entrada de ar 12 do compressor (por exemplo, dentro aproximadamente 7,62 cm). Em modalidades onde o compressor 10 compreende um filtro de entrada, o gás enriquecido pode ser liberado em qualquer lugar dentro do alojamento do filtro de entrada. Desta maneira, o gás enriquecido liberado é, em todo ou em parte, retirado pelo compressor 10. Re-comprimir o gás enriquecido abaixo do padrão, mas de outro modo gás enriquecido, e fornecer este gás aos leitos de peneira 14 e 16, pode encurtar o intervalo de tempo que leva para os leitos de peneira atingirem um estado onde a corrente de gás enriquecido tem conteúdo de oxigênio suficiente, ou encurtar o tempo de recuperação quando o conteúdo de oxigênio cai abaixo do limite predeterminado. Em ainda modalidades alternati-

vas adicionais, o gás enriquecido liberado por qualquer um dos mecanismos discutidos acima pode acoplar a um orifício acessível através de uma abertura do envoltório. Usando este orifício, um provedor de atendimento domiciliar ou outra pessoa interessada pode verificar independentemente o conteúdo de oxigênio usando um analisador de gás separado. Em

5 modalidades que liberam o gás enriquecido usando a válvula de descarga 70 ou a válvula 68, o provedor de atendimento domiciliar ou pessoa interessada pode forçar uma liberação mesmo quando o analisador de gás 74 do sistema de trans-preenchimento 1000 mostra que

10 o conteúdo de oxigênio está acima do limite predeterminado e o intensificador é suprido com gás enriquecido. Por exemplo, o provedor de atendimento domiciliar ou outra pessoa interessada pode forçar a liberação por meio da interface do usuário 82.

A discussão agora se volta para a coordenação de controle dos vários componentes do sistema de trans-preenchimento 1000. Para propósitos desta discussão é assumido que o sistema de válvulas 20 compreende duas válvulas separadas (e assim dois sinais de controle independentes). Igualmente, é assumido que o sistema de válvulas 50 compreende

15 duas válvulas separadas (e assim dois sinais de controle independentes). Adicionalmente, para propósitos desta discussão, estados “ligados” ou “assegurados” de sinais de controle são ilustrados como alta voltagem, e estados “desligados” ou “não assegurados” de sinais de controle são ilustrados como baixa voltagem; no entanto, a especificação de estados assegurados a níveis de voltagem é meramente exemplar, e “assegurado” na prática pode ser

20 de modo equivalente um estado de baixa voltagem. Além do mais, ações particulares discutidas como realizadas em um estado assegurado podem ser equivalentemente realizadas em um estado não assegurado.

A Figura 2A ilustra um diagrama de sincronismo para controle de vários componentes do sistema de trans-preenchimento 1000. Durante o intervalo de tempo 200, o sinal de controle 202 aplicado à válvula de controle 22 para o leito de peneira 14 é assegurado, indicando que o leito de peneira 14 está no ciclo de enchimento. Igualmente, durante o intervalo

25 de tempo 200, o sinal de controle 204 aplicado à válvula de controle 24 para o leito de peneira 16 não está assegurado, indica que o leito de peneira B está no ciclo de purga. Depois de um certo período de tempo, em algumas modalidades de aproximadamente seis segundos, o sinal de controle 202 se torna não assegurado enquanto o sinal de controle 204 se torna assegurado. Assim, no intervalo de tempo 206, o leito de peneira 14 está no ciclo de purga enquanto o leito de peneira 16 está no ciclo de enchimento. O padrão de ciclo de enchimento e ciclo de purga alternados continua durante a operação do concentrador de oxigênio.

30

A Figura 2A ainda ilustra os sinais de controle 208 e 210 que acoplam as válvulas de controle 52 e 54, respectivamente. As válvulas de controle 52 e 54 controlam os cursos de baixa pressão e alta pressão, respectivamente, da parte motora 46 do intensificador 18.

35

Assim, quando o sinal de controle 210 é assegurado, a parte motora 46 do intensificador 18 realiza o curso de baixa pressão, e quando o sinal de controle 208 é assegurado, a parte motora 46 do intensificador 16 realiza o curso de alta pressão. Como ilustrado na Figura 2A, e de acordo com as modalidades da invenção, existe pelo menos um curso de baixa pressão e um curso de alta pressão durante o ciclo de enchimento/ciclo de purga (daqui em diante, apenas ciclo) de um leito de peneira. Mais particularmente, a Figura 2A ilustra as modalidades onde existem três cursos de parte motora 46 durante cada ciclo. O intervalo de tempo 200 ilustra dois cursos de baixa pressão e um curso de alta pressão, enquanto o intervalo de tempo contíguo 206 ilustra dois cursos de alta pressão e um curso de baixa pressão. Ter três cursos da parte motora 46 durante cada ciclo é uma função do volume de leitos de peneira, a capacidade do compressor 10 e a capacidade do intensificador 18. Manter a capacidade do compressor 10 e do intensificador 18 constante, aumentar o volume dos leitos de peneira aumenta o tempo de enchimento possível e portanto o número de cursos da parte motora 46 possível durante um ciclo. Diminuir o volume dos leitos de peneira diminui o tempo de enchimento possível e portanto o número de cursos possível. Manter a quantidade de material de peneira constante, aumentar as capacidades do compressor 10 e/ou intensificador 18 diminui o tempo de enchimento possível e portanto o número de cursos da parte motora 46 durante o ciclo. Diminuir as capacidades do compressor 10 e/ou intensificador 18 aumenta o tempo de enchimento possível e portanto o número de cursos possível.

A Figura 2A ainda ilustra o sinal de controle 212 que acopla à válvula de purga 34. Quando o sinal de controle 212 é assegurado, a válvula de purga 34 permite o fluxo de gás enriquecido entre os leitos de peneira. De acordo com as modalidades da invenção, enquanto o gás enriquecido flui entre os leitos de peneira todas as vezes por meio do orifício 32, logo depois do fim de um ciclo de purga de um leito de peneira, a válvula de purga 34 é ativada para “pré-carregar” o leito de peneira purgado com gás enriquecido do leito de peneira que acabou de completar o ciclo de enchimento. O intervalo de tempo 200 mostra a operação da válvula de purga pelo pulso ilustrativo 214. Igualmente, o intervalo de tempo 206 mostra a operação da válvula de purga por pulso ilustrativo 216. De acordo com pelo menos algumas modalidades da invenção, a válvula de purga é ativa por aproximadamente 100 a 400 milissegundos. De acordo com pelo menos algumas modalidades, ambos os sinais de controle 202 e 2034 para os leitos de peneira não são assegurados durante o período de tempo que o sinal de controle 212 para a válvula de purga é assegurado; no entanto, a granularidade da escala de tempo dos diagramas de sincronismo ilustrativos é tão grande que estes aspectos não são visíveis. Com respeito aos ciclos onde um curso de baixa pressão é o último curso do ciclo, em algumas modalidades o curso de baixa pressão termina substancialmente de modo simultâneo com o fim do ciclo de enchimento e o curso de alta pressão

começa substancialmente de modo simultâneo com o fim do ciclo de enchimento. Com respeito aos ciclos onde um curso de alta pressão é o último curso do ciclo, em algumas modalidades o curso de alta pressão continua depois do fim do ciclo de enchimento para incluir o tempo que o sinal de controle de válvula de purga 212 é assegurado. No fim do tempo de purga, o sinal de controle de curso de pressão alto 210 e o sinal de controle de válvula de purga 212 não são assegurados, enquanto o sinal de controle de curso de baixa pressão 208 é assegurado.

A Figura 2B, plotado em um "X" correspondente ou eixo de tempo, mas em um eixo "Y" diferente, mostra um sinal de saída de analisador de gás ilustrativo 218 como função de tempo, e também mostra o sinal de controle 220 que acopla à válvula de controle 68 e o sinal de controle 222 que acopla na válvula de descarga 70. Em modalidades, onde a válvula de controle 68 é uma válvula de três orifícios, quando o sinal de controle 220 é assegurado, a válvula de controle 68 acopla de modo fluido o intensificador 18 nos leitos de peneira e/ou tanque de produto. Quando o sinal de controle 220 não é assegurado, a válvula de controle 68 libera o gás enriquecido do tanque de produto através do orifício 80. A linha tracejada 224 ilustra um ponto no tempo onde a concentração de oxigênio do gás enriquecido atinge um limite predeterminado (por exemplo, 90% de concentração de oxigênio). Quando o limite predeterminado é atingido, o sinal de controle 220 acoplado à válvula de controle 68 é assegurado, assim acoplando de modo fluido o intensificador 18 na corrente de gás enriquecido. A Figura 2B também ilustra, pela linha tracejada 226, um ponto no tempo onde a concentração de oxigênio cai abaixo do limite predeterminado. Nesta situação, o sinal de controle 220 acoplado à válvula de controle 68 não é assegurado, desacoplando assim o intensificador 18 da corrente de gás enriquecido e liberando o gás enriquecido através do orifício 80.

Uma modalidade alternativa onde a válvula de controle 68 é operada como uma válvula de dois orifícios e a válvula de descarga 70 é usada, quando a concentração de oxigênio de limite predeterminado é atingida (novamente no tempo ilustrado pela linha tracejada 224), o sinal de controle 222 acoplado à válvula de descarga 78 não é assegurado, cessando assim a liberação do gás enriquecido do tanque de produto. Simultaneamente, o sinal de controle 220 acoplado à válvula de controle 68 é assegurado, acoplando assim de modo fluido o gás enriquecido ao intensificador 18. Quando a concentração de oxigênio cai abaixo do limite predeterminado (novamente no tempo ilustrado pela linha tracejada 226), o sinal de controle 222 acoplado à válvula de controle 70 é assegurado, liberando assim gás enriquecido através do orifício 78. Simultaneamente, o sinal de controle 220 acoplado à válvula de controle 68 não é assegurado, bloqueando assim o fluxo de corrente de gás enriquecido no intensificador.

Retornando agora à Figura 1, o sistema de trans-preenchimento 1000 compreende

um transdutor de pressão 72 acoplado de modo fluido ao cilindro 26 à jusante do orifício de enchimento 41. De acordo com pelo menos algumas modalidades, o transdutor de pressão 72 pode ser um transdutor de pressão de número de peça MLH03KPSP01A disponível em Honeywell de Morris Township New Jersey. Diferente de comutadores de pressão, que abrem e fecham um contato elétrico a uma pressão predeterminada, um transdutor de pressão pode fornecer uma leitura substancialmente contínua de pressão. O transdutor de pressão 72 de acordo com pelo menos algumas modalidades, ajuda o processador 56 a realizar várias funções. Primeiramente, o transdutor de pressão 72 detecta a pressão de gás enriquecido dentro do cilindro 36, e quando a leitura de pressão média do cilindro 36 atinge a pressão “cheia” (por exemplo 154 kg/cm^2), o processador 56 desliga o sistema de transpreenchimento desligando o compressor 10.

A segunda função que o processador 56 realiza com a leitura de pressão fornecida pelo transdutor de pressão 72 é ajustando o tempo para o curso de alta pressão da parte motora 46 do intensificador 18. Em particular, quando o cilindro 36 é somente parcialmente enchido (por exemplo, tendo uma pressão de garrafa menor que aproximadamente 84 kg/cm^2), a pressão “dead-head” contra a qual o segundo estágio 44 do intensificador 18 deve funcionar é relativamente baixa. Nestas situações, o curso de alta pressão da parte motora 46 pode levar a mesma quantidade de tempo que o curso de baixa pressão. Em algumas modalidades, um ciclo de enchimento de um leito de peneira é aproximadamente seis segundos, e com três cursos por ciclo, cada curso leva aproximadamente dois segundos. No entanto, quando a pressão dentro da garrafa sobe (por exemplo, acima de 84 kg/cm^2 até a pressão cheia de 154 kg/cm^2), a pressão dead-head contra a qual o segundo estágio 44 funciona significa que pode levar mais tempo para completar o curso de alta pressão. De acordo com pelo menos algumas modalidades da invenção, o processador 56 monitora a pressão fornecida pelo transdutor de pressão 72, e ajusta o tempo para o curso de alta pressão do intensificador baseado na pressão. Em resposta, o tempo para o ciclo de enchimento do leito de peneira pode ser correspondentemente aumentado. Por exemplo, nas modalidades ilustrativas discutidas, quando a pressão na garrafa aumenta o tempo para o curso de alta pressão pode ser aumentado de dois segundos para dois e meio segundos. Em ciclos onde existe somente um curso de alta pressão, o tempo de ciclo pode ser aumentado de seis segundos para seis e meio segundos. Onde existem dois cursos de alta pressão, o tempo de ciclo pode ser aumentado para sete segundos. Em modalidades ainda adicionais, o tempo para completar o curso de alta pressão pode ser diretamente proporcional à pressão da garrafa. Por exemplo, quando a pressão da garrafa aumenta de 84 kg/cm^2 para 154 kg/cm^2 , o tempo de curso de pressão alta pode ser correspondentemente e aumentado de modo incremental de dois segundos para dois e meio segundos.

Em modalidades alternativas adicionais, o tempo alotado para o curso de pressão al-

ta pode ser ajustado baseado em outros fatores, tal como a pressão disponível para o curso de alta pressão do compressor 10. Em particular, às vezes quando a pressão do ar comprimido do compressor 10 é baixa (por exemplo, as partes muito iniciais de um ciclo de enchimento de um leito de peneira), o tempo para o curso de alta pressão pode ser aumentado para compensar a pressão motora menor. Estes aumentos de tempo podem ser independentes da pressão do cilindro 36. pelo menos algumas modalidades tentam diminuir o efeito de pressão reduzida durante as partes muito iniciais do ciclo de enchimento implementando uma quantidade de tempo onde nenhum leito de peneira retira ar do compressor, permitindo assim que o tempo de compressor aumente logo antes de começar o ciclo de enchimento seguinte. A quantidade de tempo onde nenhum leito de peneira retira ar do compressor pode ser da ordem de aproximadamente 100 milissegundos. Permitir o tempo de compressor acumular pressão pode também diminuir uma quantidade de tempo necessário para completar o curso de alta pressão do intensificador, e assim pode retardar o tempo em que o tempo do curso de alta pressão é aumentado.

Em adição a ajustar o tempo para o curso de alta pressão e desligar o compressor 10 como uma função da pressão do cilindro 36, o processador 56 pode realizar outras funções úteis baseadas na pressão lida pelo transdutor de pressão 72. Por exemplo, quando a taxa de aumento de pressão é muito significativa (por exemplo, a pressão média que sobe várias centenas de kg/cm^2 em um único curso de alta pressão), isto pode indicar uma má conexão entre o cilindro 36 e o conector de enchimento 48. Igualmente, se a taxa de aumento de pressão cai para zero, ainda a pressão média está abaixo da pressão "cheia" esperada, o dispositivo de trans-preenchimento 1000 está provavelmente sendo operado em altas altitudes e nenhuma pressão adicional é possível. Nestas situações, o processador 56 pode parar o compressor 10, e portanto o enchimento do cilindro 36, quando nenhuma pressão adicional pode ser obtida. De modo relacionado, se um cilindro 36 foi enchido mas é deixado acoplado no dispositivo de trans-preenchimento 1000, pode com o tempo perder pressão. De acordo com pelo menos algumas modalidades, quando a pressão vaza para baixo de um certo limite predeterminado, o processador 56 pode reiniciar o compressor 10 para re-encher o cilindro 36 para o nível "cheio".

A Figura 3 ilustra um método de acordo com as modalidades da invenção. Em particular, o método pode iniciar (bloco 300) por um usuário colocando um cilindro 36 em um conector de enchimento de cilindro 48. Depois disto, o sistema de trans-preenchimento gera uma corrente de gás enriquecido (bloco 304). Adicionalmente, o intensificador é operado (bloco 308). A corrente de gás enriquecido é testada para determinar se o conteúdo de oxigênio está acima de um limite predeterminado (bloco 312). Se o sistema de trans-preenchimento 1000 tem estado em um estado não operacional por um período de tempo estendido, inicialmente o conteúdo de oxigênio da corrente de gás enriquecido estará abaixo

do limite predeterminado. Portanto, o sistema de trans-preenchimento opera uma ou mais válvulas (bloco 316) para abster-se de fornecer a corrente de gás enriquecido para o intensificador. Em algumas modalidades, somente a válvula 68 entre o tanque de produto 26 e o intensificador 18 é operada, bloqueando o fluxo para o intensificador e também liberar o gás terapêutico através do orifício 80. Em modalidades alternativas, a válvula 68 atua somente para bloquear o fluxo da corrente de gás enriquecido para o intensificador, e adicionalmente a válvula de descarga 70 é operada para permitir a liberação de gás enriquecido para o orifício 78. Em modalidades adicionais, a válvula 68 opera somente para bloquear o fluxo de gás enriquecido do tanque de produto 26 para o intensificador 18, e o gás enriquecido de padrão inferior acumulado no tanque de produto é liberado através do orifício 76.

Independente dos mecanismos precisos que operam para se abster de fornecer a corrente de gás enriquecido para o intensificador e liberar o gás enriquecido do tanque de produto, a etapa seguinte é ainda outra determinação se o conteúdo de oxigênio da corrente de gás enriquecido está acima do limite predeterminado. Neste caso, as uma ou mais válvulas são operadas (bloco 324). Em modalidades onde o gás enriquecido é liberado por operação de uma válvula, aquelas válvulas são operadas para cessar a liberação de gás enriquecido e outras válvulas (ou possivelmente a mesma válvula) são operadas para fornecer a corrente de gás enriquecido para o intensificador 18.

Ainda referindo-se á Figura 3, depois disto, a pressão do cilindro é lida (bloco 328) e o programa ou método toma duas trajetórias paralelas. Em uma primeira trajetória, em algumas modalidades, o processador 56 ajusta o tempo de curso de alta pressão, e possivelmente o tempo de ciclo, como uma função da pressão de cilindro (bloco 336). A segunda trajetória é uma determinação de se o cilindro está cheio (bloco 226). Se o cilindro está cheio, o processo salta imediatamente para parar o compressor (bloco 340) e o processo termina (bloco 344). Se, por outro lado, o cilindro não está cheio (novamente bloco 336), a etapa seguinte pode ser determinar se a taxa de mudança de pressão de cilindro está acima do limite predeterminado (bloco 348). Como discutido acima, se a taxa de mudança da pressão de cilindro está acima de um limite predeterminado, isto pode indicar que o cilindro 36 não é acoplado apropriadamente no conector de enchimento de cilindro 48, e a única coisa sendo enchida é a tubulação entre o intensificador 18 e o conector de enchimento de cilindro 48. Se a taxa de mudança está acima do limite predeterminado, o compressor é parado (bloco 340), e novamente o processo termina (*bloco 344). Se, por outro lado, a taxa de mudança está abaixo do limite predeterminado, a etapa seguinte é uma determinação se a taxa de mudança na pressão de cilindro é aproximadamente zero, isto pode indicar que o sistema de trans-preenchimento está sendo operado em altas altitudes e pode não ser capaz de alcançar a pressão "cheia" do cilindro, portanto, o compressor é parado (bloco 340), e o processo termina (bloco 344). Se, por outro lado, a taxa de mudança de pressão de ci-

lindro e maior que zero, então o processo retrocede para determinar se o conteúdo de oxigênio está acima do limite predeterminado (novamente bloco 312).

Usar a quantidade e tipo de material de peneira indicado, o compressor e intensificador indicado, e as várias estratégias de controle indicadas, um sistema de trans-
5 preenchimento 1000 de acordo com as modalidades da invenção devem ser capazes de encher um cilindro m ou maior que 2 litros por minuto quando a pressão de cilindro é menor que aproximadamente 84 kg/cm^2 . Adicionalmente, o sistema de trans-preenchimento 1000 deve ser capaz de encher o cilindro em aproximadamente 1,75 a 2,0 litros por minuto quando a pressão do cilindro está acima de 84 kg/cm^2 .

10 A discussão acima deve ser ilustrativa dos princípios e das várias modalidades da presente invenção. Numerosas variações e modificações se tornarão evidentes para aqueles versados na técnica, uma vez que a descrição acima é completamente apreciada. Por exemplo, muitos dos sinais de controle ilustrados na Figura 2A e 2B são meramente NÃOS
15 lógicos um do outro. Assim, um sistema de trans-preenchimento não precisa ter saídas digitais separadas para cada um destes sinais; em vez disto, uma saída digital pode ser usada para o sinal de controle logicamente indicado para produzir o segundo sinal, ou a válvula controlada pode ser selecionada para ativar em um estado assegurado oposto. Este relatório discute os cilindros tendo pressão "cheia" em aproximadamente 154 kg/cm^2 ; no entanto, outras pressões "cheias", maiores e menores, podem ser equivalentemente usadas. Adicio-
20 nalmente, enquanto as várias modalidades são descritas quando implementadas em parte por um processador 56, as várias estratégias de controle poderiam ser equivalentemente implementadas por meio de uma máquina de estado de hardware, e em alguns casos pneumaticamente (particularmente as estratégias de controle de válvula). É pretendido que as reivindicações seguintes sejam interpretadas para compreender todas as tais variações e
25 modificações.



PI0709575-9

REIVINDICAÇÕES

1. Método, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:
criar uma corrente de gás enriquecido a partir do ar atmosférico;
operar um intensificador no qual, quando provido da corrente de gás enriquecido,
5 produz um fluxo de gás de preenchimento de cilindro, e onde a operação continua na ausência da corrente de gás enriquecido sendo provida para o intensificador.
2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** pelo fato de adicionalmente compreender:
10 analisar o volume de oxigênio da corrente de gás enriquecido; e
conter o fornecimento de corrente de gás enriquecido para o intensificador quando o volume de oxigênio está abaixo do limite predeterminado.
3. Método, de acordo com a reivindicação 2, **CHARACTERIZADO** pelo fato de compreender adicionalmente fornecer o fluxo de gás de preenchimento de cilindro em um cilindro quando o volume de oxigênio está abaixo do limite predeterminado.
- 15 4. Método, de acordo com a reivindicação 2, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente liberar pelo menos uma porção da corrente de gás enriquecido quando o volume de oxigênio está abaixo do limite predeterminado.
5. Método, de acordo com a reivindicação 4, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a liberação compreende adicionalmente a liberação próxima a uma entrada de um compressor que fornece ar a um dispositivo que gera a corrente de gás enriquecido.
- 20 6. Método, de acordo com a reivindicação 2, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a contenção compreende adicionalmente a contenção do fornecimento quando o volume de oxigênio está abaixo de aproximadamente 90 por cento.
7. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que
25 compreende adicionalmente liberar continuamente uma porção da corrente de gás enriquecido.
8. Método, de acordo com a reivindicação 7, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que liberar continuamente compreende adicionalmente liberar continuamente aproximadamente 0.5 litros por minuto.
- 30 9. Método, de acordo com a reivindicação 7, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que liberar continuamente compreende adicionalmente a liberação próxima a uma entrada de um compressor que fornecer ar a um dispositivo que gera a corrente de gás enriquecido.
10. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente a leitura de atributos do fluxo de gás de preenchimento de cilindro com um transdutor de pressão.
- 35 11. Método, de acordo com a reivindicação 10, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente suspender a geração e a operação se um ou mais seleciona-

dos do grupo: a taxa de aumento de pressão do cilindro de gás portátil for substancialmente zero ainda abaixo de um limite completo predeterminado;

e a taxa de aumento de pressão indicar engate incompleto no cilindro de gás portátil.

5 12. Sistema, **CHARACTERIZADO** pelo fato de compreender:

um compressor;

um concentrador acoplado de forma fluídica ao compressor, o concentrador criando uma corrente de gás enriquecido;

10 um intensificador com uma parte motor e uma parte de compressão, a parte motor sendo acoplada de forma fluídica ao compressor, e a parte de compressão acoplada de forma fluídica à corrente de gás enriquecido por um lado, e configurado para acoplar a um cilindro de gás portátil por um segundo lado, onde a parte de compressão comprimi a corrente de gás enriquecido para criar uma corrente de gás enriquecido de alta pressão; e

15 uma válvula de controle acoplada de forma fluídica entre o concentrador e o intensificador, a válvula seletivamente bloqueando o fluxo do gás enriquecido para o intensificador, onde a parte motor do intensificador continua a extrair ar comprimido do compressor quando a válvula de controle bloqueia o fluxo de gás enriquecido para a parte de compressão do intensificador.

20 13. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente:

um analisador de gás acoplado de forma fluídica à corrente de gás enriquecido.

um processador acoplado de forma elétrica no analisador de gás e um atuador da válvula de controle;

25 onde o processador comanda a válvula de controle para bloquear o fluxo de gás enriquecido para o intensificador quando um volume de oxigênio da corrente de gás enriquecido está abaixo do limite predeterminado.

14. Sistema, de acordo com a reivindicação 13, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o valor predeterminado é 90% de concentração de oxigênio.

30 15. Sistema, de acordo com reivindicação 13, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente:

uma válvula de descarga acoplada de forma fluídica na corrente de gás enriquecido que seletivamente libera gás enriquecido;

35 onde o processador comanda a válvula de descarga para liberar o gás enriquecido quando o volume de oxigênio da corrente de gás enriquecido está abaixo do limite predeterminado.

16. Sistema, de acordo com a reivindicação 15, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente uma tubulação acoplada de forma fluídica à válvula de des-

carga em uma primeira extremidade, e uma segunda extremidade da tubulação próxima a uma entrada do compressor.

5 17. Sistema, de acordo com a reivindicação 15, **CARACTERIZADO** pelo fato de que quando a válvula de descarga libera gás enriquecido em aproximadamente 2 litros por minuto.

18. Sistema, de acordo com a reivindicação 15, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a válvula de controle e a válvula de descarga são a mesma válvula.

10 19. Sistema, de acordo com a reivindicação 18, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a válvula de descarga libera gás enriquecido em um fluxo de aproximadamente 2 litros por minuto.

20. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente uma porta que permite liberação controlada e contínua de uma porção de corrente de gás enriquecido.

15 21. Sistema, de acordo com a reivindicação 20, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a porção de corrente de gás enriquecido escapa através de uma porta em aproximadamente 0.5 litros por minuto.

22. Sistema, de acordo com a reivindicação 20, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreender adicionalmente:

20 um caso, em que pelo menos um do compressor, sistema PSA, tanque de produto, intensificador ou a válvula de controle estão dentro do caso;

onde a porta é exposta através de uma abertura do caso, e a porta é configurada para acoplar a um dispositivo analisador de gás portátil.

25 23. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a válvula de controle adicionalmente se acopla a um controlado de posição de válvula eletricamente acoplada ao processador, onde o processador seletivamente controla a taxa de fluxo através da válvula.

24. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente:

30 um transdutor de pressão acoplado de maneira fluídica à corrente de gás enriquecido de alta pressão;

um processador eletricamente acoplado ao transdutor de pressão, onde o processador detecta atributos de preenchimento do cilindro de gás portátil.

35 25. Sistema, de acordo com a reivindicação 24, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o processador realiza um ou mais selecionado do grupo: desativar o compressor se a taxa de aumento de pressão no cilindro de gás portátil estiver substancialmente zero ainda abaixo do primeiro limite de pressão predeterminado; desativar o compressor se a taxa de aumento de pressão indicar acoplamento inadequado do cilindro de gás portátil no intensifi-

gador; e reiniciar o compressor se a pressão do cilindro de gás portátil ultrapassar a seguir o segundo limite de pressão predeterminado.

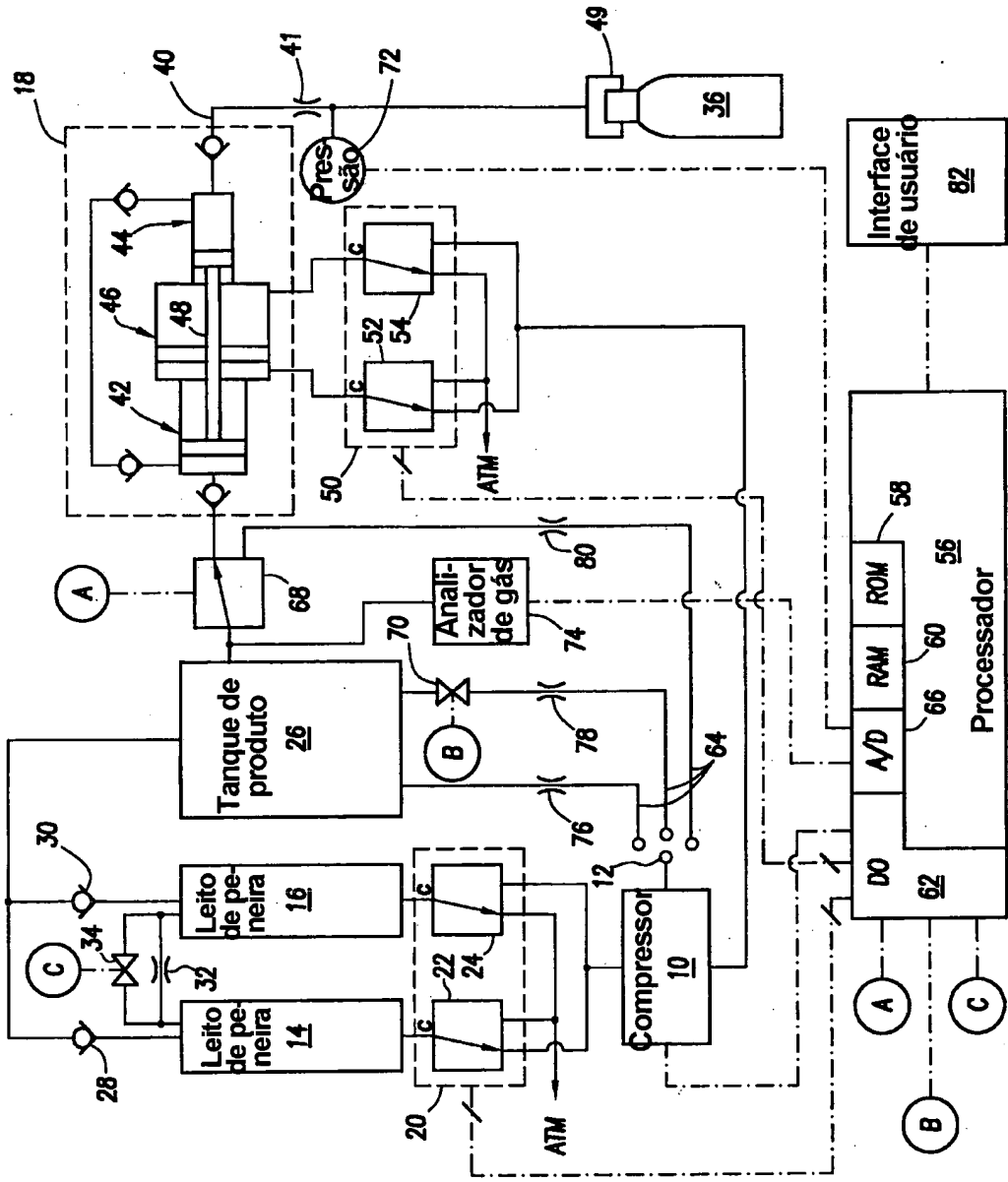


FIG. 1

1000

4

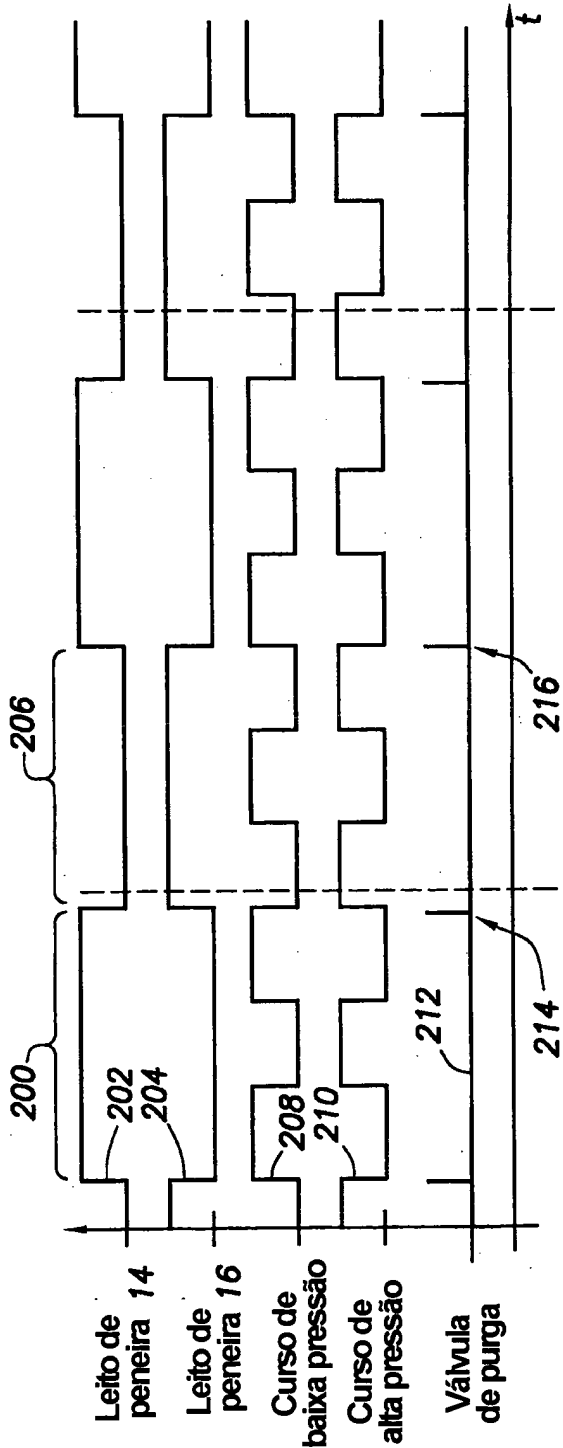


FIG. 2A

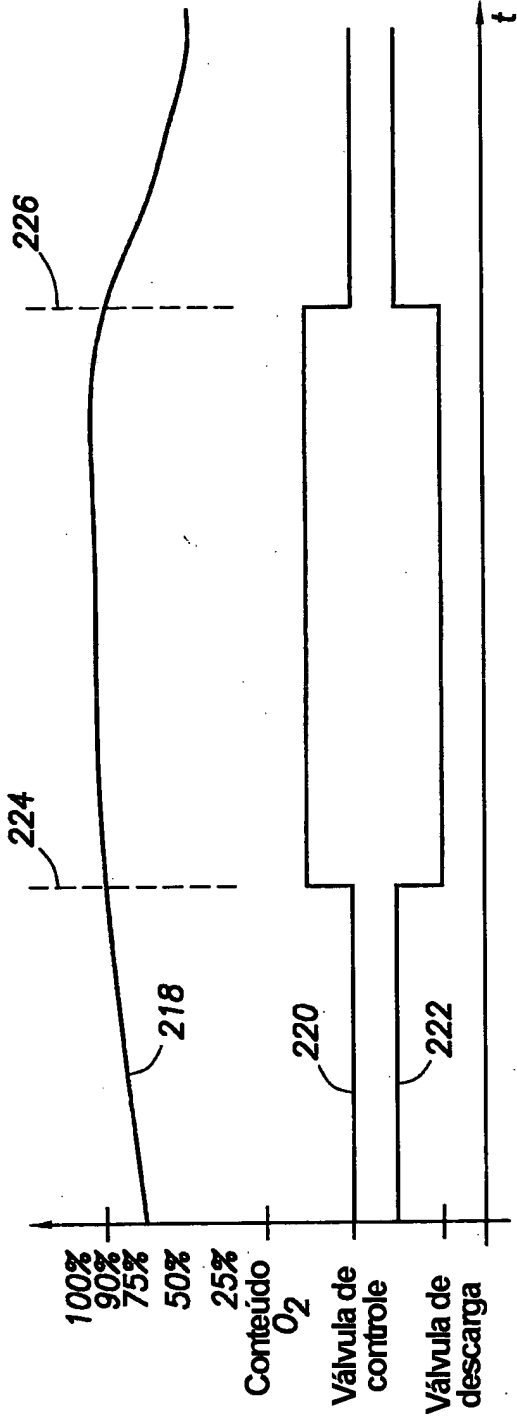


FIG. 2B

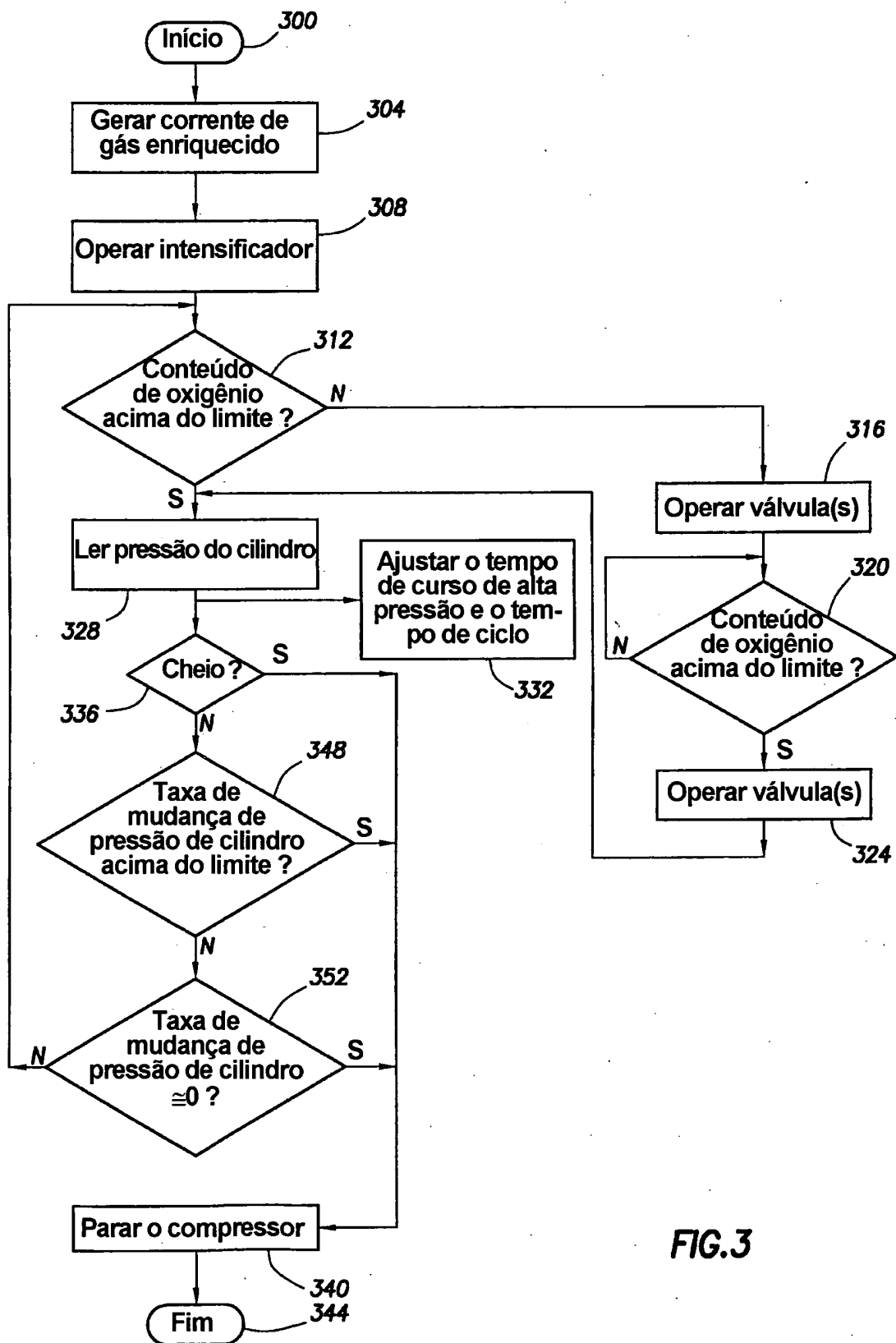


FIG. 3

RESUMO**"MÉTODO E SISTEMA DE OPERAR UM DISPOSITIVO DE TRANS-PREENCHIMENTO"**

5 Método e sistema de operar um dispositivo de trans-preenchimento. Pelo menos alguns dos recursos ilustrativos são métodos compreendendo gerar uma corrente de gás enriquecido a partir de ar atmosférico, e operar um intensificador que, quando provido da corrente de gás enriquecido, produz uma corrente de gás de preenchimento de cilindro. A operação continua na ausência da corrente de gás enriquecido sendo provido para o intensificador.