

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

(21) **PI0905418-9 A2**

(22) Data de Depósito: 18/12/2009
(43) Data da Publicação: 21/06/2011
(RPI 2111)



(51) *Int.Cl.:*
E21B 33/064 2006.01
E21B 33/035 2006.01

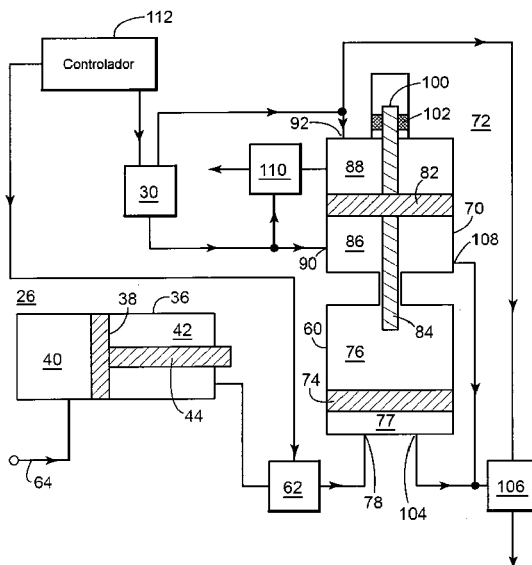
(54) Título: **MÓDULO DE RESTABELECIMENTO PARA SER USADO PARA RESTABELECER UMA PRESSÃO EM UM RECIPIENTE DE BAIXA PRESSÃO E MÉTODO PARA RESTABELECER UMA BAIXA PRESSÃO EM UM RECIPIENTE DE BAIXA PRESSÃO**

(30) Prioridade Unionista: 18/12/2008 US 12/338,669

(73) Titular(es): HYDRIL USA MANUFACTURING LLC

(72) Inventor(es): Ryan Gustafson

(57) Resumo: MÓDULO DE RESTABELECIMENTO PARA SER USADO PARA RESTABELECER UMA PRESSÃO EM UM RECIPIENTE DE BAIXA PRESSÃO E MÉTODO PARA RESTABELECER UMA BAIXA PRESSÃO EM UM RECIPIENTE DE BAIXA PRESSÃO. Trata-se de método e dispositivo para serem usados para restabelecer uma pressão em um recipiente de baixa pressão (60) conectado a um dispositivo de controle de pressão submarino. O dispositivo inclui um recipiente de baixa pressão (60) configurado para ter primeira (77) e segunda (76) câmaras separadas por um primeiro pistão (74); um recipiente de restabelecimento (70) configurado para ter terceira (86) e quarta (88) câmaras separadas por uma montagem de pistão (80), e a montagem de pistão (80) inclui um segundo pistão (82) que tem primeiro (84) e segundo (100) elementos extensores que se estendem ao longo de uma direção do movimento da montagem de pistão (80). A terceira câmara (86) tem uma entrada (90) configurada para permitir a entrada do líquido hidráulico na terceira câmara (86) e uma saída (108) configurada para permitir a saída do líquido hidráulico da terceira câmara (86), e a quarta câmara (88) tem uma entrada (92) configurada para permitir o líquido hidráulico entrar na quarta câmara (88) e uma saída configurada para permitir a saída do líquido hidráulico da quarta câmara (88).



**“MÓDULO DE RESTABELECIMENTO PARA SER USADO PARA
RESTABELECER UMA PRESSÃO EM UM RECIPIENTE DE BAIXA
PRESSÃO E MÉTODO PARA RESTABELECER UMA BAIXA PRESSÃO EM
UM RECIPIENTE DE BAIXA PRESSÃO”**

5

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

CAMPO DA TÉCNICA

As modalidades da matéria ora revelada refere-se, de modo geral a métodos e dispositivos e, mais particularmente, a mecanismos e técnicas para recarregar um dispositivo que gera força submarina.

10

DISCUSSÃO SOBRE AS ANTERIORIDADES

Durante os últimos anos, com o aumento no preço de combustíveis fósseis, o interesse no desenvolvimento de novos campos de produção tem aumentado dramaticamente. Entretanto, a disponibilidade de campos de produção baseados em terra é limitada. Desta maneira, agora a indústria tem-se estendido perfurando em localizações offshore, que parecem guardar uma vasta quantidade do combustível fóssil.

As tecnologias existentes para extrair o combustível fluido a partir de campos offshore podem usar um sistema 10 como mostrado na Figura 1. Mais especificamente, o sistema 10 pode incluir um vaso que tem uma bobina 14 que fornece cabos de energia/comunicações 16 para um controlador 18. Uma bobina MUX pode ser usada para transmitir energia e comunicação. Alguns sistemas têm bobinas de mangueira para transmitir fluido sob pressão ou tubo rígido (condutor rígido) para transmitir o fluido sob pressão ou ambos. Outros sistemas podem ter uma mangueira com comunicação ou linhas (piloto) para fornecer e operar funções submarinas. Entretanto, uma característica comum destas bobinas é sua profundidade de operação limitada. O controlador 18 é disposto submarino, próximo a ou no leito marinho 20. A este respeito, deve ser notado que os elementos mostrados na Figura 1 não são desenhados

em escala e não devem ser inferidas dimensões a partir da Figura 1.

A Figura 1 também mostra uma cabeça de poço 22 do poço submarino 23 e um cabo de perfuração 24 que entra no poço submarino 23. Na extremidade do cabo de perfuração 24 está uma broca (não mostrada). Vários
5 mecanismos, também não mostrados, são empregados para rodar o cabo de perfuração 24, e implicitamente, para estender o poço submarino.

Entretanto, durante a operação de perfuração normal, incidentes inesperados podem ocorrer que podem causar danos ao poço e/ou ao equipamento usado para a perfuração. Um destes incidentes é o fluxo
10 descontrolado de gás, petróleo ou outros fluidos do poço a partir de uma formação do subsolo dentro do poço. Tal evento algumas vezes é referenciado como um “kick” ou como um “blowout” e pode ocorrer quando a pressão da formação excede a pressão da coluna do fluido da perfuração. Este incidente é imprevisível e se não são tomadas medidas para evitá-lo, o poço e/ou o
15 equipamento associado pode ser danificado.

Outro incidente que pode danificar o poço e/ou o equipamento associado é um furacão ou um terremoto. Ambos estes fenômenos naturais podem danificar a integridade do poço e o equipamento associado. Por exemplo, devido a ventos fortes produzidos por um furacão na superfície do
20 mar, o vaso ou a sonda que acionam o equipamento submarino podem começar a desviar, resultando na quebra dos cabos de energia/comunicação ou outros elementos que conectam o poço ao vaso ou a sonda. Outros incidentes que podem danificar a integridade do poço e/ou equipamento associado são possíveis como pode ser avaliado por aqueles versados na
25 técnica.

Desta maneira, um dispositivo de controle de pressão, por exemplo, um conjunto de preventores (BOP), poderia ser instalado no topo de um poço para vedar o poço em caso de um dos incidentes acima estar

ameaçando a integridade do poço. O BOP convencionalmente é implementado como uma válvula para prevenir o alívio da pressão ou no espaço anular entre o revestimento e a perfuração do poço ou no poço aberto (ou seja, sem tubo de perfuração) durante a perfuração ou operações de acabamento. A Figura 1

5 mostra os BOPs 26 ou 28 que são controlados pelo controlador 18, comumente conhecidos como um POD. O controlador do conjunto de preventores 18 controla um acumulador 30 para fechar ou abrir os BOPs 26 e 28. Mais especificamente, o controlador 18 controla um sistema de válvulas para abrir e fechar os BOPs. O fluido hidráulico, que é usado para abrir e fechar as

10 válvulas, é comumente pressurizado por equipamento na superfície. O fluido pressurizado é armazenado em acumuladores na superfície e submarinos para operar os BOPs. O fluido armazenado submarino em acumuladores também pode ser usado para autocorte e/ou funções acústicas de suporte quando é perdido o controle do poço. O acumulador 30 pode incluir recipientes

15 (cânisters) que armazenam o fluido hidráulico sob pressão e fornecem a pressão necessária para abrir e fechar os BOPs. A pressão a partir do acumulador 30 é levada pelo tubo 32 para os BOPs 26 e 28.

Como entendido por aqueles de conhecimento comum na técnica, na perfuração em mar profundo, a fim de superar as altas pressões

20 hidrostáticas geradas pela água do mar nas profundidades de operação dos BOPs, o acumulador 30 tem que ser inicialmente carregado para uma pressão acima da pressão do ambiente submarino. Os acumuladores típicos são carregados com nitrogênio, mas conforme as pressões pré-carga aumentam, a eficiência do nitrogênio diminui o que adiciona custos e peso adicionais porque

25 mais acumuladores são requeridos submarinos para executar a mesma operação na superfície. Por exemplo, um acumulador de 60 litros (L) na superfície pode ter um volume utilizável de 24 L na superfície, mas a 3000 m de profundidade na água o volume utilizável é menos do que 4 L. Fornecer

aquela pressão adicional submarina profunda é caro, o equipamento para fornecer a alta pressão é volumoso, como o tamanho dos canisters que fazem parte do acumulador 30 é grande, e a faixa de operação dos BOPs é limitada pela diferença de pressão inicial entre a carga de pressão e a pressão hidrostática na profundidade da operação.

A este respeito, A Figura 2 mostra o acumulador 30 conectado através da válvula 34 a um cilindro 36. O cilindro 36 pode incluir um pistão (não mostrado) que se move quando uma primeira pressão de um lado do pistão é maior do que uma segunda pressão do outro lado do pistão. A primeira pressão pode ser a pressão hidrostática mais a pressão liberada pelo acumulador 30 enquanto a segunda pressão pode ser a pressão hidrostática. Portanto, o uso de canisters pressurizados para armazenar fluidos em alta pressão para operar um BOP faz a operação da sonda offshore cara e requer a manipulação de peças grandes.

Ainda com respeito à Figura 2, a válvula 34 pode ser fornecida entre o acumulador 30 e o cilindro 36 a fim de controlar o tempo para aplicar a pressão suplementar a partir do acumulador 30. A pressão suplementar pode ser gerada pelo acumulador 30, de acordo com uma modalidade ilustrativa, por fornecer, por exemplo, 16 garrafas de 300 L, cada uma carregando nitrogênio sob pressão. A Figura 3 mostra uma garrafa 50 como esta, que tem uma primeira câmara 52 que inclui nitrogênio sob pressão e uma segunda câmara 54, separada por uma membrana ou pistão 56 de uma primeira câmara 52. A segunda câmara 54 é conectada ao cano 32 e pode incluir fluido hidráulico. Quando o controlador 18 instrui o acumulador 30 a liberar sua pressão, cada garrafa 50 usa a pressão do nitrogênio para mover a membrana 56 em direção ao cano 32 de forma que a pressão suplementar é fornecida através do tubo 32 para o cilindro 36. A pré-carga inicial de hidrogênio é alta, mas conforme o gás se expande sua pressão cai. Durante a operação de um BOP o fluido hidráulico

move um pistão no BOP para fechar as gavetas para cortar um tubo, revestimento ou outro equipamento dentro do furo do poço (o termo tubo será usado para descrever o equipamento sendo cortado). Na maioria dos casos o tubo dentro do furo do poço é menor do que o furo do BOP assim o movimento inicial dos blocos de gaveta não contatarão o tubo. Uma vez que os blocos de gaveta contatam o tubo a pré-carga de hidrogênio nas garrafas acumuladoras armazenadas está substancialmente expandida, assim sua pressão interna está reduzida. Esta expansão e perda de pressão afeta desfavoravelmente a quantidade de força disponível para cortar o tubo no furo do poço uma vez que as gavetas finalmente fazem contato. Além disso, o tubo geralmente colapsa antes de cortar assim quando o tubo finalmente corta o pistão moveu-se até mais o que reduz a quantidade de pressão disponível para cortar o tubo. Uma vez que a pressão suplementar na garrafa 50 é usada, a garrafa tem que ser subida a superfície para ser recarregada ou pode ser conectada à superfície através de um tubo de maneira que alta pressão é bombeada novamente na garrafa.

Consequentemente seria desejável fornecer sistemas e métodos que evitem os problemas e desvantagens acima descritos.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

De acordo com uma modalidade ilustrativa, existe um módulo de restabelecimento para ser usado para restabelecer uma pressão em um recipiente de baixa pressão conectado a um dispositivo de controle de pressão submarino. O módulo de restabelecimento inclui o recipiente de baixa pressão configurado para ter uma primeira e segunda câmaras separadas por um primeiro pistão, em que a primeira câmara é configurada para receber um líquido hidráulico a uma alta pressão e a segunda câmara é configurada para incluir um gás a uma baixa pressão, em que a primeira câmara é configurada adicionalmente para ter uma porta através da qual o líquido hidráulico entra e

sai da primeira câmara, e em que a segunda câmara é vedada de forma que nenhum líquido entre ou saia através de uma porta, e um mecanismo de restabelecimento fixado ao recipiente de baixa pressão e configurado para restabelecer a baixa pressão na segunda câmara.

5 De acordo com outra modalidade ilustrativa, existe um método para restabelecer uma baixa pressão em um recipiente de baixa pressão que é parte de um módulo de restabelecimento, em que o recipiente de baixa pressão é conectado a um dispositivo de controle de pressão submarino para fornecer baixa pressão. O método inclui receber um líquido hidráulico a uma primeira
10 alta pressão no recipiente de baixa pressão, em que o recipiente de baixa pressão é configurado para ter uma primeira e segunda câmaras separadas por um primeiro pistão, em que a primeira câmara é configurada para receber o líquido hidráulico e a segunda câmara é configurada para incluir um gás a baixa pressão, em que a primeira câmara é configurada para adicionalmente
15 ter uma porta através da qual o líquido hidráulico entra e sai da primeira câmara, e em que a segunda câmara é vedada de forma que nenhum líquido entre ou saia através de uma porta, comprimir o gás na segunda câmara de forma que o primeiro pistão se mova para expandir a primeira câmara, receber uma segunda alta pressão em um recipiente de restabelecimento, que é
20 configurado para ter uma terceira e quarta câmaras separadas por uma montagem de pistão, em que a terceira câmara é separada da segunda câmara do recipiente de baixa pressão por uma parede, e a segunda alta pressão faz com que a montagem de pistão se mova para expandir a quarta câmara e para pressionar a terceira câmara, e mover o primeiro pistão, sob uma ação direta
25 da montagem de pistão do recipiente de restabelecimento, de forma que a segunda câmara é restabelecida e a primeira câmara é comprimida.

De acordo com ainda outra modalidade ilustrativa, existe um método para restabelecer uma baixa pressão em um recipiente de baixa

pressão que é parte do módulo de restabelecimento, em que o recipiente de baixa pressão é conectado a um dispositivo de controle de pressão submarino para fornecer uma baixa pressão. O método inclui receber um líquido hidráulico a uma primeira alta pressão no recipiente de baixa pressão, em que o

5 recipiente de baixa pressão é configurado para ter uma primeira e segunda câmaras separadas por um primeiro pistão, em que a primeira câmara é configurada para receber o líquido hidráulico e a segunda câmara é configurada para incluir um gás a baixa pressão, em que a primeira câmara é configurada para adicionalmente ter uma porta através da qual o líquido

10 hidráulico entra e sai da primeira câmara, e em que a segunda câmara é vedada de forma que nenhum líquido entre ou saia através de uma porta, em que o primeiro pistão se move para expandir a primeira câmara e comprime o gás na segunda câmara, aplicar um movimento rotacional a um parafuso acionador que é configurado para entrar na segunda câmara por estender ou

15 retrain o parafuso acionador para e a partir da segunda câmara, e mover o primeiro pistão, sob uma ação direta do parafuso acionador, de forma que a segunda câmara é restabelecida e a primeira câmara é comprimida.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

As figuras em anexo, as quais são incorporadas e constituem

20 uma parte da especificação, ilustram uma ou mais modalidades e, juntamente com a descrição, explicam estas modalidades. Nas figuras:

A Figura 1 é um diagrama esquemático de uma sonda offshore convencional;

A Figura 2 é um diagrama de um acumulador para gerar a força

25 submarina;

A Figura 3 é um diagrama esquemático de uma garrafa de um acumulador da Figura 2;

A Figura 4 é um diagrama esquemático de um recipiente de baixa

pressão conectado a um BOP;

A Figura 5 é um gráfico que mostra uma pressão dentro do recipiente de baixa pressão e o BOP mostrado na Figura 4;

A Figura 6 é um diagrama esquemático do recipiente de baixa
5 pressão conectado ao BOP da Figura 4 ao qual é adicionado um acumulador;

A Figura 7 é um diagrama esquemático de um recipiente de baixa pressão que tem um recipiente de restabelecimento de acordo com uma modalidade ilustrativa;

As Figuras 8A a 8F são diagramas esquemáticos do recipiente de
10 baixa pressão com o recipiente de restabelecimento que mostra as várias posições dos seus pistões de acordo com uma modalidade ilustrativa.

A Figura 9 é um fluxograma que ilustra as etapas para operar o recipiente de baixa pressão e o recipiente de restabelecimento de acordo com uma modalidade ilustrativa;

15 A Figura 10 é um diagrama esquemático de um sistema que inclui o BOP, o recipiente de baixa pressão, e o recipiente de restabelecimento de acordo com uma modalidade ilustrativa;

A Figura 11 é um fluxograma que ilustra as etapas para operar o recipiente de baixa pressão e o recipiente de restabelecimento de acordo com
20 uma modalidade ilustrativa;

A Figura 12 é um diagrama esquemático de um sistema que inclui o BOP, o recipiente de baixa pressão e um mecanismo de restabelecimento de acordo com uma modalidade ilustrativa; e

A Figura 13 é um fluxograma que ilustra as etapas para operar o
25 recipiente de baixa pressão e o recipiente de restabelecimento de acordo com uma modalidade ilustrativa.

DESCRIÇÃO DETALHADA

A seguinte descrição das modalidades ilustrativas se refere aos

desenhos em anexo. Os mesmos números de referência nos diferentes desenhos identificam o mesmo ou elementos similares. A descrição detalhada a seguir não limita a invenção. Em vez disso o escopo é definido pelas reivindicações em anexo. As modalidades a seguir são discutidas, para
5 simplificar, com respeito à terminologia e estrutura dos sistemas BOP. Entretanto, as modalidades a serem discutidas a seguir não são limitadas a estes sistemas, mas podem ser aplicadas a outros sistemas que requerem repetidamente o fornecimento de força quando a pressão ambiente é alta como no ambiente submarino, como, por exemplo, um dispositivo de controle de
10 pressão submarino. Adicionalmente, as modalidades a serem discutidas a seguir, também podem ser aplicadas a outros sistemas que requerem repetidamente o fornecimento de forças quando a pressão ambiente é alta como no ambiente submarino, tal como, mas não limitado a, um conjunto de elevador marinho inferior (ou LMRP) ou um conjunto de preventores inferior.
15 Exemplos não limitantes de dispositivos de controle de pressão submarinos também incluem uma gaveta BOP ou um BOP anular, como conhecidos na técnica.

Referências por toda a especificação a “uma modalidade” ou “a modalidade” significam que uma característica, estrutura, ou característica
20 particular descrita em conexão com uma modalidade é incluída em pelo menos uma modalidade do assunto revelado. Desta maneira, a aparição da frase “em uma modalidade” em vários lugares por toda a especificação não é necessariamente se referindo as mesmas modalidades. Adicionalmente as características particulares, estruturas ou características podem ser
25 combinadas em qualquer maneira adequada em uma ou mais modalidades.

Como discutido acima com respeito à Figura 2, o acumulador 30 é volumoso devido à baixa eficiência do nitrogênio em altas pressões. Como os campos offshore são localizados cada vez mais fundos (no sentido de que a

distância entre a superfície do mar e o leito do mar está se tornando cada vez maior), os acumuladores baseados em nitrogênio se tornam menos eficientes dado o fato de que a diferença entre a pressão da carga inicial para a pressão hidrostática local diminui para uma dada carga inicial de uma câmara 52, desta
5 forma, requer que o tamanho dos acumuladores seja aumentado (é necessário usar 16 garrafas de 320 L ou mais dependendo da pressão de corte e profundidade de água), e aumenta o preço para colocar e manter os acumuladores.

Como revelado no Pedido de Patente norte-americano, cujo
10 número de protocolo é 236466, depositado na mesma data que o presente pedido e cedido à mesma cessionária do presente e intitulado "Subsea Force Generating Device and Method" por R. Gustafson (daqui para frente "Gustafson"), cuja descrição é incorporada aqui na íntegra por referência, uma
15 disposição original, como mostrado na Figura 4, pode ser usado para gerar a força F. A Figura 4 mostra um invólucro 36 que inclui um pistão 38 capaz de mover-se dentro do invólucro 36. O pistão 38 divide o invólucro 36 em uma câmara 40, definida pelo cilindro 36 e o pistão 38. A câmara 40 é chamada de câmara fechada. O invólucro 36 também inclui uma câmara aberta 42 como mostrada na Figura 4.

20 A pressão em ambas as câmaras 40 e 42 pode ser a mesma, ou seja, a pressão do mar (pressão ambiente). A pressão ambiente em ambas as câmaras 40 e 42 pode ser alcançada permitindo que a água do mar entre livremente nestas câmaras através de válvulas correspondentes (não mostradas). Desta forma, como não há diferença de pressão em qualquer dos
25 dois lados do pistão 38, o pistão 38 está em descanso e nenhuma força F é gerada.

Quando é necessária uma força para ser fornecida para ativar uma peça de um equipamento, a haste 44 associada com o pistão 38 tem que

ser movida. Isto pode ser alcançado ao gerar um desequilíbrio de pressão nos dois lados do pistão 38.

Embora a disposição mostrada na Figura 4 e descrita em Gustafson revelem como gerar uma força submarina sem o uso de acumuladores, entretanto, como discutido posteriormente, os acumuladores ainda podem ser usados para fornecer uma pressão suplementar. A Figura 4 mostra que a câmara aberta 42 pode ser conectada a um recipiente de baixa pressão 60. Uma válvula 62 pode ser inserida entre a câmara aberta 42 e o recipiente de baixa pressão 60 para controlar as pressões entre a câmara aberta 42 e o recipiente de baixa pressão 60.

O recipiente de baixa pressão 60 pode ter várias formas e pode ser feito de aço, ou qualquer outro material que seja capaz de resistir às pressões da água do mar. Entretanto, a pressão inicial dentro do recipiente de baixa pressão é substancialmente 1 atm, quando o recipiente está ao nível do mar. Após o recipiente ser baixado para a cama do mar, a pressão dentro do recipiente pode se tornar maior conforme o nível do mar exerce uma maior pressão nas paredes do recipiente, desta maneira comprimindo o gás no interior. Vários gases podem ser usados para encher o recipiente de baixa pressão 60. Entretanto, a pressão dentro do recipiente 60 é menor do que a pressão ambiente P_{amb} , que é aproximadamente 350 atm a uma profundidade de 4000 m.

Como mostrado na Figura 4, quando não há necessidade de fornecer a energia, a pressão em ambas as câmaras aberta e fechada é P_{amb} enquanto a pressão dentro do recipiente 60 é aproximadamente $P_r = 1$ atm ou menor para aumentar a eficiência. Quando uma energia é requerida para a atuação de uma peça do equipamento da sonda, por exemplo, um bloco de gaveta do BOP, a válvula 62 abre tal que a câmara aberta 42 pode se comunicar com o recipiente 60 de baixa pressão. As mudanças de pressão

seguintes acontecem na câmara fechada 40, a câmara aberta 42 e o recipiente de baixa pressão 60. A câmara fechada 40 permanece a pressão ambiente quanto mais à água do mar entra através do cano 64 para a câmara fechada 40 conforme o pistão 38 começa a se mover da esquerda para a direita na Figura 4. A pressão na câmara aberta 42 diminui conforme a baixa pressão P fica disponível através da válvula 62, ou seja, a água do mar da câmara aberta 42 se move para o recipiente de baixa pressão 60. Desta maneira, um balanceamento de pressões ocorre entre a câmara fechada 40 e a câmara aberta 42 e este balanceamento de pressões dispara o movimento do pistão 38 à direita na Figura 4, gerando desta maneira a força F .

A Figura 5 mostra um gráfico da pressão versus o volume para a câmara fechada 40 e o recipiente de baixa pressão 60. A pressão da câmara fechada 40 permanece substancialmente constante (ver curva A) enquanto o volume da câmara fechada 40 se expande a partir de um pequeno volume inicial V_1 , para um volume final maior V_2 . A pressão no recipiente de baixa pressão 60 aumenta ligeiramente de aproximadamente 1 atm (P_R) devido ao líquido recebido da câmara aberta 42, como mostrado na curva B. A contrapressão causada por este aumento é pequena em comparação com o volume que pode ser transferido a partir da câmara aberta 42. O volume do recipiente de baixa pressão 60 deve ser dimensionado para aceitar o volume que é transferido.

Devido à grande diferença de pressão entre os dois lados do pistão 38, uma grande força F pode ser alcançada sem o uso de qualquer cânister carregado com hidrogênio a alta pressão. Portanto, o sistema mostrado na Figura 4 fornece vantajosamente uma solução de custo reduzido para gerar uma força conforme o recipiente de baixa pressão 60 é preenchido com, por exemplo, ar no nível da superfície do mar. Adicionalmente, o dispositivo para gerar a força pode ter um tamanho pequeno como o tamanho

do recipiente de baixa pressão 60 pode ser menor comparado com os acumuladores 30 existentes. Em uma modalidade ilustrativa, o recipiente de baixa pressão 60 pode ser um recipiente que tem um volume de 250 L comparado com um sistema pré-carregado com nitrogênio que requer uma
5 capacidade de 5000 L (16 garrafas de 320 L). Outra vantagem do dispositivo mostrado na Figura 4 é a possibilidade de facilmente atualizar as sondas de mar profundo com este dispositivo.

O recipiente de baixa pressão 60 pode ser usado em conjunto com os acumuladores baseados em nitrogênio como mostrado na Figura 6. A
10 câmara fechada 40 do revestimento 36 é conectada não apenas a água do mar através do tubo 64, mas também ao acumulador 30 que é capaz de fornecer a pressão suplementar. Quando são alcançadas as condições apropriadas, uma válvula 66 pode fechar o fornecimento de água do mar para a câmara fechada 40 e uma válvula 46 pode abrir para permitir que a pressão suplementar a partir
15 do acumulador 30 alcance a câmara fechada 40.

Uma característica dos dispositivos mostrados na Figura 4 e 6 é o fato de que o recipiente de baixa pressão 60 tem uma funcionalidade limitada. Mais especificamente, uma vez que a água do mar da câmara aberta 42 foi transferida para o recipiente de baixa pressão 60, o recipiente de baixa pressão
20 60 não pode mais fornecer a baixa pressão a não ser que seja implementado um mecanismo para esvaziar o recipiente de baixa pressão 60. Em outras palavras, a água do mar a pressão ambiente que ocupa o recipiente de baixa pressão 60 após a válvula 62 ter sido aberta, tem que ser removida e o gás a pressão atmosférica que existia no recipiente de baixa pressão 60 antes da
25 abertura da válvula 62 tem que ser restabelecido para recarregar o recipiente de baixa pressão 60.

De acordo com uma modalidade ilustrativa e como mostrado na Figura 7, o recipiente de baixa pressão 60 pode ser reusado

quando fornecido um recipiente de restabelecimento 70 conectado ao recipiente de baixa pressão 60. O recipiente de restabelecimento 70 e o recipiente de baixa pressão 60 podem ser formados integralmente, ou seja, em uma peça. A Figura 7 mostra o recipiente de baixa pressão 60 e o recipiente de restabelecimento 70 formado em um único módulo de restabelecimento 72.

O recipiente de baixa pressão 60 pode incluir um pistão móvel 74 que define uma câmara de gás de baixa pressão 76. Esta câmara de gás de baixa pressão 76 (ou vácuo) é a câmara que é preenchida com gás (ar, por exemplo) a pressão atmosférica e fornece a baixa pressão para a câmara aberta 42 do BOP. O recipiente de baixa pressão 60 pode incluir uma porta 78, que pode ser uma porta de retorno hidráulico para o BOP. A conexão da porta 78 ao BOP é discutida mais tarde.

Uma montagem de pistão 80 penetra dentro de um recipiente de baixa pressão 60. A montagem de pistão 80 é fornecida no recipiente de restabelecimento 70. A montagem do pistão 80 inclui um pistão 82 e um primeiro elemento de extensão 84. O pistão 82 é configurado para se mover para dentro do recipiente de restabelecimento 70 enquanto o primeiro elemento de extensão 84 é configurado para entrar o recipiente de baixa pressão 60 para aplicar uma força ao pistão 74. O pistão 82 divide o recipiente de restabelecimento 70 em uma câmara retrátil aberta de restabelecimento 86 e uma câmara de extensão fechada de restabelecimento 88. A câmara retrátil aberta de restabelecimento 86 é configurada para se comunicar através de uma porta 90 com uma fonte de pressão (não mostrada). A câmara de extensão fechada de restabelecimento 88 é configurada para se comunicar através de uma porta 92 a fonte de pressão ou outra fonte de pressão. A liberação da pressão a partir da fonte de pressão para o recipiente restabelecimento 70 pode ser controlada pelas válvulas 94 e 96. Uma parede sólida 98 pode ser formada entre o recipiente de baixa pressão 60 e o

recipiente de restabelecimento 70 para separar os dois recipientes. Um segundo elemento de extensão 100 do pistão 82 pode ser usado para travar o pistão 82. O pistão 82 pode ser travado em uma posição desejada por um mecanismo de travamento 102. Mecanismos para travar um pistão são conhecidos na técnica, por exemplo, engate Hydril Multiple Position Locking (MPL), da Hydril Company LP, de Houston, Texas ou outro dispositivo de travamento tal como um dispositivo de trava de anel ou um dispositivo de trava de punho esférico. Outros mecanismos podem ser empregados para fixar a posição do pistão, mas não se pretende limitar o dispositivo, e sim apenas apresentar diferentes formas para manter sua posição desejada.

Uma operação do módulo de restabelecimento 72 é discutida com referência a uma modalidade ilustrativa nas Figuras 8A a 8F. De acordo com esta modalidade ilustrativa, o módulo de restabelecimento 72 está pronto para fornecer a pressão atmosférica para o BOP quando configurado como mostrado na Figura 8A. A Figura 8A mostra o pistão 74 contatando um lado do recipiente de baixa pressão 60 de tal forma que a câmara de gás de baixa pressão 76 tem substancialmente um volume máximo. A pressão do gás na câmara 76 pode ser muito menor do que a pressão ambiente (pressão da água naquela profundidade). O pistão 82 é posicionado no recipiente de restabelecimento 70 de forma que a câmara retrátil aberta de restabelecimento 86 é totalmente estendida e a câmara estendida fechada de restabelecimento 88 é totalmente comprimida. A montagem de pistão 80 é mantida no lugar na posição mostrada na Figura 8A pelo mecanismo de travamento 102, o qual trava o segundo elemento de extensão 100.

Quando o BOP é disparado por certo evento para entrar em ação, como mostrado na etapa 900 na Figura 9, o controlador 18 (ver Figura 1) pode instruir a válvula 62 (ver Figura 6) para abrir de forma que a pressão alta a partir do BOP entra no recipiente de baixa pressão 60 através da porta 78. Isto

corresponde à etapa 902 na Figura 9. O módulo de restabelecimento 72 é configurado nesta hora como mostrado na Figura 8B, ou seja, o pistão 74 comprime o gás de baixa pressão na câmara 76 de maneira que a câmara 76 é substancialmente não existente. Isto acontece devido à grande diferença na
5 pressão entre a câmara 76 na Figura 8A e a pressão ambiente (pressão do mar) que entra através da porta 78. Na configuração mostrada na Figura 8B, a recém formada câmara 77 também é preenchida com o líquido que entra através da porta 78 à pressão alta (ambiente). Este líquido pode ser água do mar ou um líquido hidráulico apropriado.

10 A fim de reutilizar o recipiente de baixa pressão 60, ou seja, ter novamente a câmara 76 com o gás à baixa pressão, o pistão 74 tem que ser movido a partir da posição B de volta para a posição A e a câmara 76 tem que ser restabelecida. Para alcançar este resultado, um líquido de alta pressão pode ser inserido através da porta 92, entre as paredes 98 do módulo de
15 restabelecimento 72 e o pistão 82. O líquido inserido através da porta 92 tem que ter uma pressão mais alta do que a pressão na câmara 77, de maneira que o pistão 82 seja capaz de mover o pistão 74 da posição B para a posição A. O líquido de pressão alta fornecido através da porta 92 pode vir de um ou mais acumuladores, a partir da superfície através de um tubo, etc. Este processo é
20 ilustrado como etapa 904 na Figura 9. O líquido de alta pressão pode ser um líquido hidráulico. O líquido hidráulico pode ser um líquido dedicado que é usado na técnica, como pode ser observado por alguém versado na técnica, ou água salgada.

Conforme o líquido entra no recipiente de restabelecimento 70,
25 mais especificamente a câmara fechada de extensão 88, o pistão 82 se move em direção ao recipiente de baixa pressão 60 empurrando o pistão 74 a partir de B em direção a A, como mostrado na Figura 8C. Este processo pode continuar até o pistão 74 estar perto da posição original A e a câmara 76 ter

sido restabelecida com a baixa pressão como mostrado na Figura 8D. Neste ponto a câmara fechada de extensão de restabelecimento 88 tem substancialmente um volume máximo e a câmara retrátil aberta de restabelecimento 86 tem substancialmente um volume mínimo. Neste estágio, a pressão aplicada ao líquido que entra na porta 92 é suprimida de forma que o pistão 82 não se move. Este processo corresponde à etapa 906 na Figura 9. A válvula de abastecimento original conectada a porta aberta do operador BOP que forneceu pressão a porta 78, não mostrada, e uma válvula de escape que permite o fluido escapar da câmara 77 quando o cilindro está sendo restabelecido. Durante a operação de restabelecimento a válvula de abastecimento pode ser bloqueada e uma válvula de escape aberta para permitir que o volume de fluido da câmara 77 escape para o mar. Existem vários métodos de escape da pressão capturada e não é a intenção desta revelação listar todos os métodos que são conhecidos de alguém versado na técnica.

Entretanto, a configuração do módulo de restabelecimento 72 mostrado na Figura 8D pode ser modificada para reusar mais eficientemente o recipiente de pressão baixa 60 como o primeiro elemento de extensão 84 da montagem de pistão 80 está em uma posição que bloqueia um movimento adicional do pistão 74 a partir de uma posição A para uma posição B. Esta configuração pode ser alcançada se o pistão 82 é movido de volta a posição mostrada na Figura 8A. Para alcançar esta configuração, um líquido de alta pressão pode ser bombeado através da porta 90 dentro da câmara retrátil aberta 86, ver etapa 908 na Figura 9. Quando este processo está acontecendo, o líquido presente na câmara de extensão fechada 88 é evacuado (como será discutido posteriormente) de forma que a câmara 88 comprime e a câmara 86 se expande totalmente, como mostrado na Figura 8E. Na Figura 8E a montagem de pistão 80 é recuperada para sua posição original mostrada na

Figura 8A enquanto na Figura 8C a montagem de pistão 80 é pressionada contra o pistão 74 para restabelecer o pistão 74 para sua posição original e para restabelecer a pressão na câmara 76. Este processo pode ser executado até a montagem de pistão 80 estar de volta à posição original, como mostrado na Figura 8F. Esta etapa 910 é mostrada na Figura 9. Uma etapa adicional 912, mostrada na Figura 9, é responsável por travar o segundo elemento de extensão 100 do conjunto de pistão 80 quando o pistão 82 é recuperado para sua posição original ou próximo a sua posição original.

Com o módulo de restabelecimento 72 configurado como mostrado na Figura 8F, o BOP pode usar novamente a baixa pressão a partir do recipiente de baixa pressão 60 para fechar e/ou abrir os blocos de gavetas. De acordo com uma modalidade ilustrativa, a Figura 10 mostra parte do BOP 26, o módulo de restabelecimento 72 e o acumulador 30 e as conexões entre estes elementos. Alguém com conhecimentos comuns na técnica pode perceber que a disposição mostrada na Figura 10 é uma das muitas possíveis disposições do BOP 26, módulo de restabelecimento 72 e do acumulador 30, como muitas variações podem ser obtidas, por exemplo, adicionando ou removendo válvulas as conexões mostradas. A configuração ilustrativa mostrada na Figura 10 serve para entender melhor o funcionamento do dispositivo de geração de força recarregável (módulo de restabelecimento 72).

A Figura 10 mostra o BOP 26 como tendo o cilindro 36 conectado ao recipiente de baixa pressão 60 e o recipiente de baixa pressão 60 que tem uma porta adicional 104 conectado a válvula 106. Em outra modalidade ilustrativa, as portas 78 e 104 podem ser a mesma porta. O recipiente de restabelecimento 70 é conectado ao acumulador 30 através das portas 90 e 92. Cada uma destas portas 90 e 92 podem ser conectadas a um acumulador correspondente. O recipiente de restabelecimento 70 pode ter uma porta 108 que conecta a câmara 86 a válvula 106. Esta conexão pode servir para

descarregar o líquido bombeado através da porta 90 na câmara 86 quando a montagem de pistão 80 tem que ser recuperada para sua posição original.

A válvula 106 pode ser ativada por líquido bombeado pelo acumulador quando o mesmo líquido é bombeado na câmara 88. Ao ativar (abrir) a válvula 106 quando o acumulador 30 descarrega o líquido dentro da câmara 88, pelo menos duas funções são executadas. Primeiro, o líquido da câmara 86 é liberado para sair da câmara 86 de forma que a câmara 86 pode comprimir e o líquido da câmara 77 é liberado para sair, através da mesma válvula 106. O líquido expelido das câmaras 86 e 77 pode ser reusado (ou seja, retornado ao acumulador 30) ou descarregado no ambiente. Após o líquido das câmaras 86 e 77 ter sido expelido, a válvula 106 fecha e o líquido pode ser bombeado, pelo acumulador 30, dentro da câmara 86 para mover a montagem de pistão 80 para a sua posição original. Quando o líquido é bombeado através da porta 90 dentro da câmara 86, a válvula 110 é ativada de forma que o líquido na câmara 88 é liberado para sair através da válvula 110. Quando a montagem do pistão 80 é retornada para sua posição mostrada na Figura 8A, o mecanismo de travamento 102 trava a montagem de pistão 80 de forma que o pistão 74 pode se mover se o líquido da câmara 42 do cilindro 36 é liberado para se expandir dentro da câmara 77 do recipiente de baixa pressão 60. O processo descrito acima pode ser repetido múltiplas vezes e desta forma o recipiente 60 pode ser reusado.

De acordo com uma modalidade ilustrativa, o primeiro elemento de extensão 84 da montagem de pistão 80 é configurado para pressionar o pistão 74 de forma que um volume da câmara 77 é substancialmente zero quando um volume da câmara 86 é substancialmente zero. Adicionalmente, ou independentemente, o segundo elemento de extensão 100 da montagem de pistão 80 é configurado para sair da câmara 88 de forma que um volume da câmara 88 é substancialmente zero quando um volume da câmara 76 é

substancialmente zero. De acordo com outra modalidade ilustrativa, a alta pressão do líquido hidráulico fica entre 200 e 400 atm acima da pressão ambiente e a pressão na câmara 76 do recipiente de baixa pressão 60 fica entre 0,5 e 10 atm.

5 De acordo com uma modalidade ilustrativa, pelo menos um sensor de pressão pode ser fornecido na câmara 76 do recipiente de baixa pressão 60 para monitorar a baixa pressão nesta câmara. Adicionalmente, de acordo com outra modalidade ilustrativa, sensores detectores de posição como descritos na Solicitação de Patente Provisória de No Serial U.S. 61/138.005,
10 Número de Registro 236460, depositada em 16 de dezembro de 2008, para R. Judge e outros, da qual a revelação é integralmente incorporada aqui por referência, pode ser fornecido (i) no cilindro 36 para detectar a posição do pistão 38, (ii) no recipiente de baixa pressão 60 para detectar a posição do pistão 74, e/ou (iii) ou no recipiente de restabelecimento 70 para detectar a
15 posição do pistão 82. Conhecer algumas ou todas as posições dos pistões 38, 74 e/ou 82, pode permitir a um controlador 112 controlar a liberação da alta pressão do acumulador 30 para uma das portas 90 e 92 e também controlar a válvula 62 entre o BOP 26 e o recipiente de baixa pressão 60.

De acordo com uma modalidade ilustrativa, as etapas de um
20 método para recarregar um recipiente de baixa pressão que é parte de um módulo de restabelecimento são ilustradas na Figura 11. O método inclui uma etapa 1100 de receber um líquido hidráulico em uma primeira alta pressão no recipiente de baixa pressão, em que o recipiente de baixa pressão está configurado para ter a primeira e segunda câmaras separadas por um primeiro
25 pistão, a primeira câmara está configurada para incluir um gás a uma baixa pressão, em que a primeira câmara é adicionalmente configurada para ter uma entrada através da qual o líquido hidráulico entra na primeira câmara e uma saída através da qual o líquido hidráulico sai da primeira câmara, e em que a

segunda câmara é vedada de forma que nenhum líquido hidráulico entra ou sai através de uma porta, uma etapa 1102 de comprimir o gás na segunda câmara de forma que o primeiro pistão se move para expandir a primeira câmara, uma etapa 1104 de receber uma segunda alta pressão em um recipiente de restabelecimento, o qual é configurado para ter terceira e quarta câmaras separadas por uma montagem de pistão, em que a terceira câmara é separada do recipiente de baixa pressão da segunda câmara por uma parede, e a segunda alta pressão determina que a montagem do pistão se mova para expandir a quarta câmara e comprimir a terceira câmara, e uma etapa 1106 de mover um primeiro pistão, sob uma ação direta da montagem do pistão do recipiente de restabelecimento, de forma que a segunda câmara é restabelecida e a primeira câmara é comprimida.

De acordo com outra modalidade ilustrativa, o recipiente de baixa pressão pode ser restabelecido não pelo recipiente de restabelecimento 70 mostrado na Figura 7, mas por um mecanismo de restabelecimento como mostrado na Figura 12. Considerando que as câmaras 76 e 77 são separadas por um pistão vedado 74 um parafuso acionador mecânico 120 é fornecido para entrar na câmara 76 e para pressionar o pistão 74 se necessário. Desta maneira, quando a câmara 77 está substancialmente no máximo e a câmara 76 está substancialmente não existente, o parafuso acionador 120 pode ser ativada para pressionar o pistão 74 para restabelecer a câmara 76. Aquelas pessoas versadas na técnica podem avaliar que outros mecanismos mecânicos podem ser usados para mover o pistão 74 para restabelecer a câmara 76.

O parafuso acionador 120 pode ser operado por um veículo operado remotamente 122 (ROV), um mergulhador, uma ferramenta de torque submarina ou outro modo. Adicionalmente, o parafuso acionador 120 pode ser operado por uma fonte de acionamento elétrica tal como um motor para restabelecer o pistão. Alternativamente, um motor (não mostrado) pode ser

posicionado na câmara de baixa pressão 60 e conectado ao parafuso acionador 120 para restabelecer a câmara 76. O motor pode ser em uma aplicação, um motor elétrico e a energia para o motor pode ser fornecida através de um cabo 124 a partir de uma fonte de energia 126.

5 De acordo com uma modalidade ilustrativa, a Figura 13 ilustra etapas de um método para restabelecer uma baixa pressão em um recipiente de baixa pressão que é parte de um módulo de restabelecimento, em que o recipiente de baixa pressão está conectado ao dispositivo de controle de pressão submarino para fornecer a baixa pressão. O método inclui uma etapa

10 1300 de receber um líquido hidráulico a uma primeira alta pressão no recipiente de baixa pressão, em que o recipiente de baixa pressão é configurado para ter uma primeira e segunda câmaras separada por um primeiro pistão, em que a primeira câmara é configurada para receber o líquido hidráulico e a segunda câmara é configurada para incluir um gás a baixa pressão, em que a primeira

15 câmara é configurada para adicionalmente ter uma porta através da qual o líquido hidráulico entra e sai da primeira câmara, e em que a segunda câmara é vedada de forma que nenhum líquido entra ou sai através da porta, uma etapa 1302 de comprimir o gás na segunda câmara de forma que o primeiro pistão se move para expandir a primeira câmara, uma etapa 1304 de aplicar

20 um movimento rotacional a um parafuso acionador que é configurada para entrar na segunda câmara para estender ou retrain a um parafuso acionador para e da segunda câmara, e uma etapa 1306 de mover o primeiro pistão sob uma ação direta do parafuso acionador, de forma que a segunda câmara é restabelecida e a primeira câmara é comprimida.

25 As modalidades ilustrativas reveladas fornecem um dispositivo e um método para repetidamente gerar uma força submarina com um consumo de energia reduzido e a baixo custo. Deve ser entendido que esta descrição não pretende limitar a invenção. Ao contrário, as modalidades ilustrativas têm a

intenção de cobrir alternativas, modificações e equivalentes, que são incluídas no espírito e escopo da invenção como definido pelas reivindicações em anexo. Adicionalmente, na descrição detalhada das modalidades ilustrativas, vários detalhes específicos são configurados a fim de fornecer um entendimento
5 compreensivo da invenção reivindicada. Entretanto, um indivíduo versado na técnica pode entender que várias modalidades podem ser praticadas sem tais detalhes específicos.

Embora as características e elementos das modalidades ilustrativas presentes sejam descritos nas modalidades em combinações
10 particulares, cada característica ou elemento pode ser usado sem as outras características ou elementos das modalidades ou em várias combinações com ou sem outras características e elementos revelados aqui.

Esta descrição escrita usa exemplos para revelar a invenção, que incluem o melhor modo, e também para permitir, a qualquer pessoa versada na
15 técnica, praticar a invenção, incluindo fazer e usar quaisquer dispositivos ou sistemas e executar quaisquer métodos incorporados. O escopo patenteável desta invenção é definido pelas reivindicações, e pode incluir outros exemplos que ocorrem a aqueles versados na técnica. Estes tais outros exemplos pretende-se que estejam dentro do escopo das reivindicações se eles tiverem
20 elementos estruturais que não diferem da linguagem literal das reivindicações, ou se eles incluem elementos estruturais equivalentes com diferenças não substanciais das linguagens literais das reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. MÓDULO DE RESTABELECIMENTO PARA SER USADO PARA RESTABELECER UMA PRESSÃO EM UM RECIPIENTE DE BAIXA PRESSÃO (60) conectado a um dispositivo de controle de pressão submarino, em que o módulo de restabelecimento compreende:

o recipiente de baixa pressão (60) configurado para ter uma primeira (77) e segunda (76) câmaras separadas por um primeiro pistão (74), em que a primeira câmara (77) é configurada para receber um líquido hidráulico a uma alta pressão e a segunda câmara (76) é configurada para incluir um gás a uma baixa pressão, em que a primeira câmara (77) é configurada adicionalmente para ter uma porta (78) através da qual o líquido hidráulico entra e sai da primeira câmara (77), e em que a segunda câmara (76) é vedada de forma que nenhum líquido entre ou saia através de uma porta; e

um mecanismo de restabelecimento (72) fixado ao recipiente de baixa pressão (60) e configurado para restabelecer a baixa pressão na segunda câmara (76).

2. MÓDULO DE RESTABELECIMENTO, de acordo com a reivindicação 1, em que o mecanismo de restabelecimento (72) compreende:

um recipiente de restabelecimento (70) configurado para ter terceira e quarta câmaras (86, 88), em que a terceira câmara (86) é separada da segunda câmara (76) do recipiente de baixa pressão (60) por uma parede vedada (98); e

uma montagem de pistão (80) que separa a terceira câmara (86) da quarta câmara (88) e inclui um segundo pistão (82) que tem primeiro e segundo elementos de extensão (84, 100) que se estendem ao longo de uma direção do movimento da montagem de pistão (80), em que o primeiro elemento de extensão (84) é configurado para entrar na segunda câmara (76)

do recipiente de baixa pressão (60) e contatar o primeiro pistão (74) e o segundo elemento de extensão (100) é configurado para se estender fora da quarta câmara (88) do recipiente de restabelecimento (70),

em que a terceira câmara (86) tem uma entrada (90) configurada para permitir que o líquido hidráulico entre na terceira câmara (86) e uma saída (108) configurada para permitir que o líquido hidráulico saia da terceira câmara (86), e

a quarta câmara (88) tem uma entrada (92) configurada para permitir que o líquido hidráulico entre na quarta câmara (88) e uma saída para permitir que um líquido hidráulico saia da quarta câmara (88).

3. MÓDULO DE RESTABELECIMENTO, de acordo com a reivindicação 1, em que compreende:

uma primeira válvula (106) conectada a saída (104) da primeira câmara (77) e a saída (108) da terceira câmara (86); e

uma segunda válvula (110) conectada a saída da quarta câmara (88),

em que a primeira válvula (106) é configurada para ser ativada quando o líquido hidráulico é bombeado dentro da quarta câmara (88), e

a segunda válvula (110) é configurada para ser ativada quando o líquido hidráulico é bombeado dentro da terceira câmara (86).

4. MÓDULO DE RESTABELECIMENTO, de acordo com a reivindicação 1, em que compreende:

um mecanismo de travamento (102) fornecido em uma quinta câmara ou quarta câmara (88) e configurada para travar o segundo elemento de extensão (100) do dispositivo do pistão (80).

5. MÓDULO DE RESTABELECIMENTO, de acordo com a reivindicação 1, em que o primeiro elemento de extensão (84) da montagem de pistão (80) é configurado para pressionar o primeiro pistão (74) de forma que

um volume da primeira câmara (77) é substancialmente zero quando o volume da terceira câmara (86) é substancialmente zero.

6. MÓDULO DE RESTABELECIMENTO, de acordo com a reivindicação 1, em que o segundo elemento de extensão (100) da montagem de pistão (80) é configurado para sair da quarta câmara (88) de forma que um volume da quarta câmara (88) é substancialmente zero quando um volume da segunda câmara (76) é substancialmente zero.

7. MÓDULO DE RESTABELECIMENTO, de acordo com a reivindicação 1, em que compreende:

10 um acumulador (30) conectado a terceira (86) e quarta (88) câmaras e configurado para fornecer o líquido hidráulico a alta pressão.

8. MÓDULO DE RESTABELECIMENTO, de acordo com a reivindicação 1, em que a alta pressão está entre 200 e 400 atm acima da pressão ambiente e a pressão baixa no recipiente de baixa pressão está entre 0,5 a 10 atm.

9. MÓDULO DE RESTABELECIMENTO, de acordo com a reivindicação 1, em que o mecanismo de restabelecimento compreende:

20 um parafuso acionador (120) que entra na segunda câmara (76) e configurado para ser extensível dentro e retrátil da segunda câmara (76) para deslocar o primeiro pistão (74) em direção e a partir da primeira câmara (77).

10. MÉTODO PARA RESTABELECER UMA BAIXA PRESSÃO EM UM RECIPIENTE DE BAIXA PRESSÃO (60) que é parte de um módulo de restabelecimento (72), em que o recipiente de baixa pressão (60) é conectado a um dispositivo de controle de pressão submarino para fornecer a baixa pressão, em que o método compreende:

receber um líquido hidráulico a uma primeira alta pressão no recipiente de baixa pressão (60), em que o recipiente de baixa pressão (60) é configurado para ter uma primeira (77) e segunda (76) câmaras separadas por

um primeiro pistão (74), em que a primeira câmara (77) é configurada para receber o líquido hidráulico e a segunda câmara (76) é configurada para incluir um gás a baixa pressão, em que a primeira câmara (77) é configurada para adicionalmente ter uma porta (78, 104) através da qual o líquido hidráulico
5 entra e sai da primeira câmara (77), e em que a segunda câmara (76) é vedada de forma que nenhum líquido entre ou saia através de uma porta;

comprimir o gás na segunda câmara (76) de forma que o primeiro pistão (74) se move para expandir a primeira câmara (77);

receber uma segunda alta pressão em um recipiente de
10 restabelecimento (70), que é configurado para ter uma terceira (86) e quarta (88) câmaras separadas por uma montagem de pistão (80), em que a terceira câmara (86) é separada da segunda câmara (76) do recipiente de baixa pressão (60) por uma parede (98), e a segunda alta pressão determina que a montagem de pistão (80) se mova para expandir a quarta câmara (88) e para
15 comprimir a terceira câmara (86); e

mover o primeiro pistão (74), sob uma ação direta da montagem de pistão (80) do recipiente de restabelecimento (70), de forma que a segunda câmara (76) é restabelecida e a primeira câmara (77) é comprimida.

11. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 10, em que a
20 etapa de receber uma segunda alta pressão adicionalmente compreende:

fornecer a segunda alta pressão na quarta câmara (88).

12. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 11, que adicionalmente compreende:

fornecer a segunda alta pressão na terceira câmara (86) de forma
25 que a montagem de pistão (8) se mova para expandir a terceira câmara (86) e comprimir a quarta câmara (88), em que a montagem de pistão (80) inclui um segundo pistão (82) que tem primeiro (84) e segundo (100) elementos de extensão que se estendem ao longo de uma direção de movimento da

montagem de pistão (80), em que o primeiro elemento de extensão (84) é configurado para entrar na segunda câmara (76) do recipiente de baixa pressão (60) e contatar o primeiro pistão (74) e o segundo elemento de extensão (100) é configurado para se estender para fora da quarta câmara (88) do recipiente de restabelecimento (70).

13. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 12, que adicionalmente compreende:

ativar uma primeira válvula (106) ao bombear o líquido hidráulico dentro da quarta câmara (88), em que a primeira válvula (106) é conectada a saída (104) da primeira câmara (77) e a saída (108) da terceira câmara (86).

14. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 13, que adicionalmente compreende:

ativar uma segunda válvula (110) quando o líquido hidráulico é bombeado dentro da terceira câmara (86), em que a segunda válvula (110) é conectada a uma saída da quarta câmara (88).

15. MÉTODO PARA RESTABELECER UMA BAIXA PRESSÃO EM UM RECIPIENTE DE BAIXA PRESSÃO (60) que é parte de um módulo de restabelecimento (72), em que o recipiente de baixa pressão (60) é conectado a um dispositivo de controle submarino para fornecer a baixa pressão, em que o método é caracterizado pelo fato de que compreende:

receber um líquido hidráulico a uma primeira alta pressão no recipiente de baixa pressão (60), em que o recipiente de baixa pressão (60) é configurado para ter uma primeira (77) e segunda (76) câmaras separadas por um primeiro pistão (84), em que a primeira câmara (77) é configurada para receber o líquido hidráulico e a segunda câmara (76) é configurada para incluir um gás a baixa pressão, em que a primeira câmara (77) é configurada para adicionalmente ter uma porta (78. 104) através da qual o líquido hidráulico entra e sai da primeira câmara (77), e em que a segunda câmara (76) é vedada

de forma que nenhum líquido entre ou saia através de uma porta;

comprimir o gás na segunda câmara (76) de forma que o primeiro pistão (74) se move para expandir a primeira câmara (77);

aplicar um movimento rotacional a um parafuso acionador (120)

- 5 que é configurado para entrar na segunda câmara (76) para estender ou retrair o parafuso acionador (120) para e da segunda câmara (76); e

mover o primeiro pistão (74), sob uma ação direta do parafuso acionador (120), de forma que a segunda câmara (76) é restabelecida e a primeira câmara (77) é comprimida.

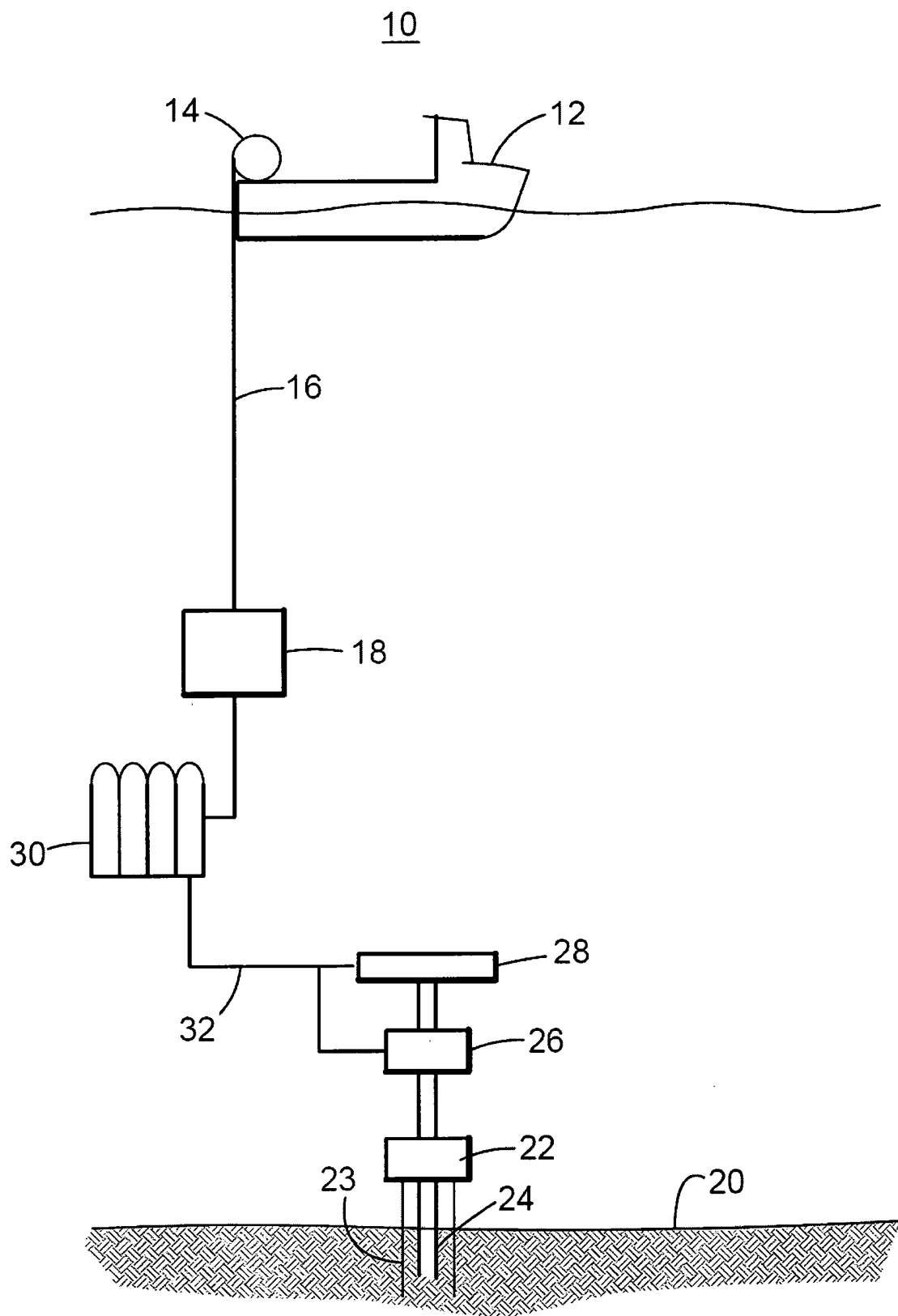
Fig. 1

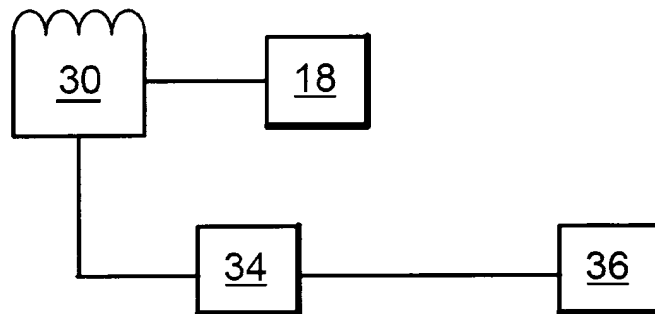
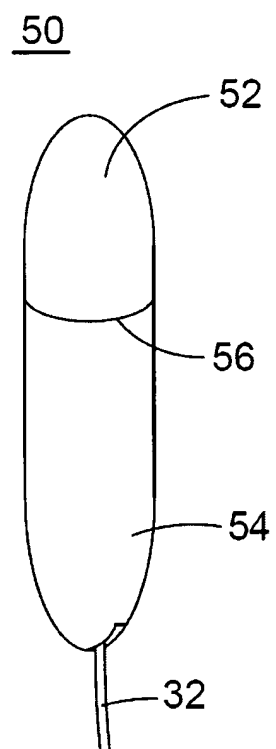
Fig. 2**Fig. 3**

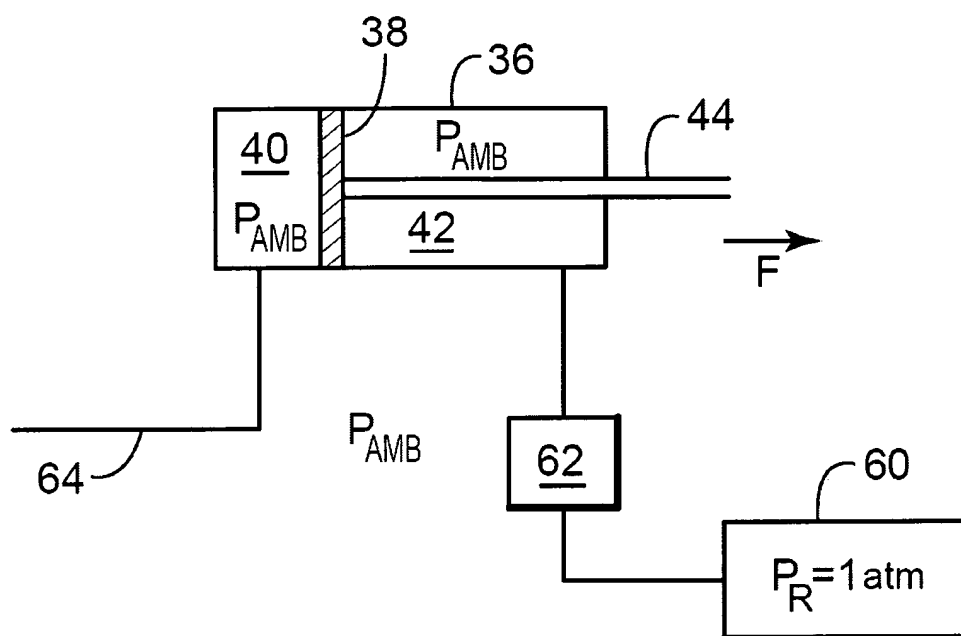
Fig. 4

Fig. 5

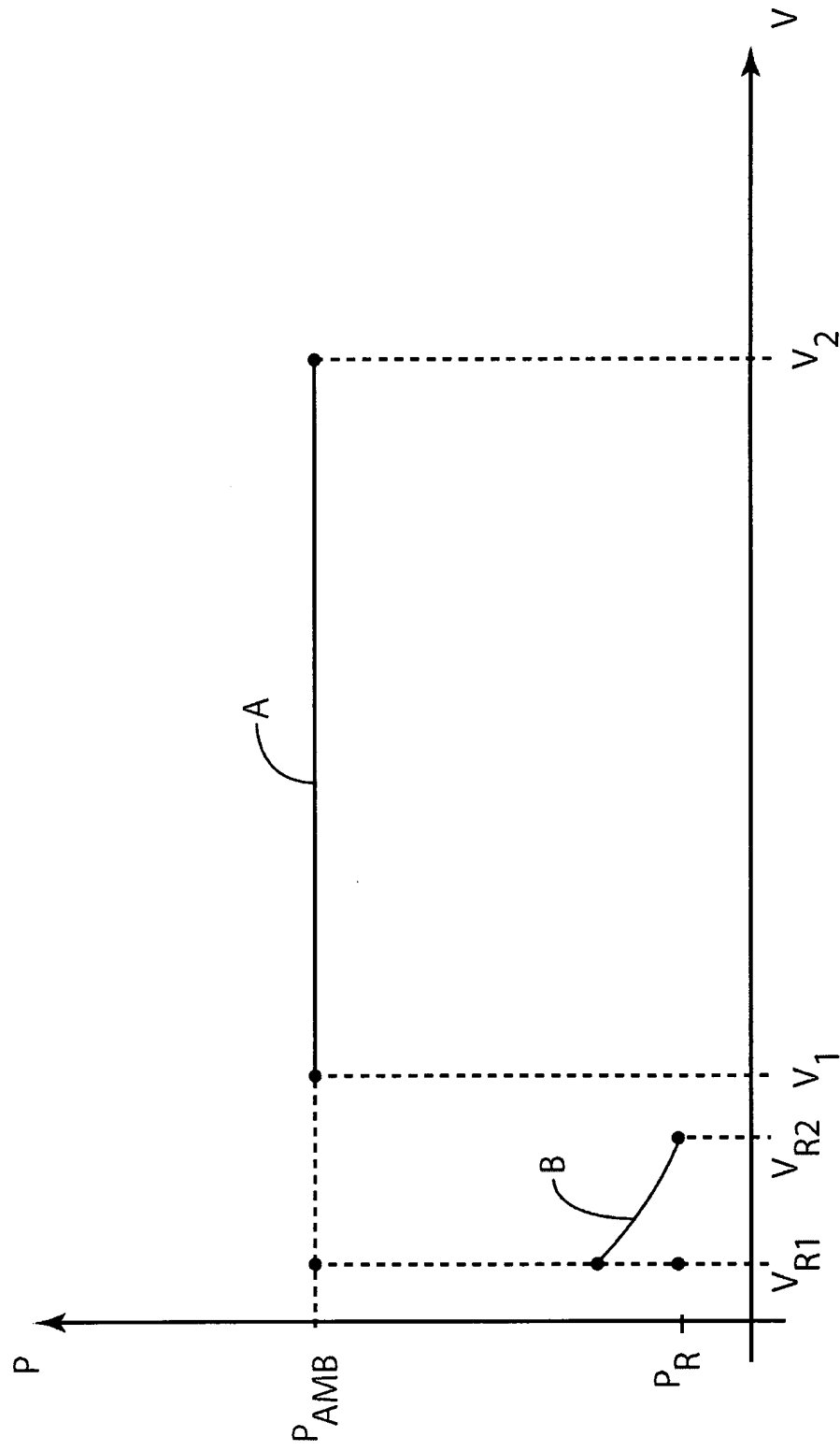


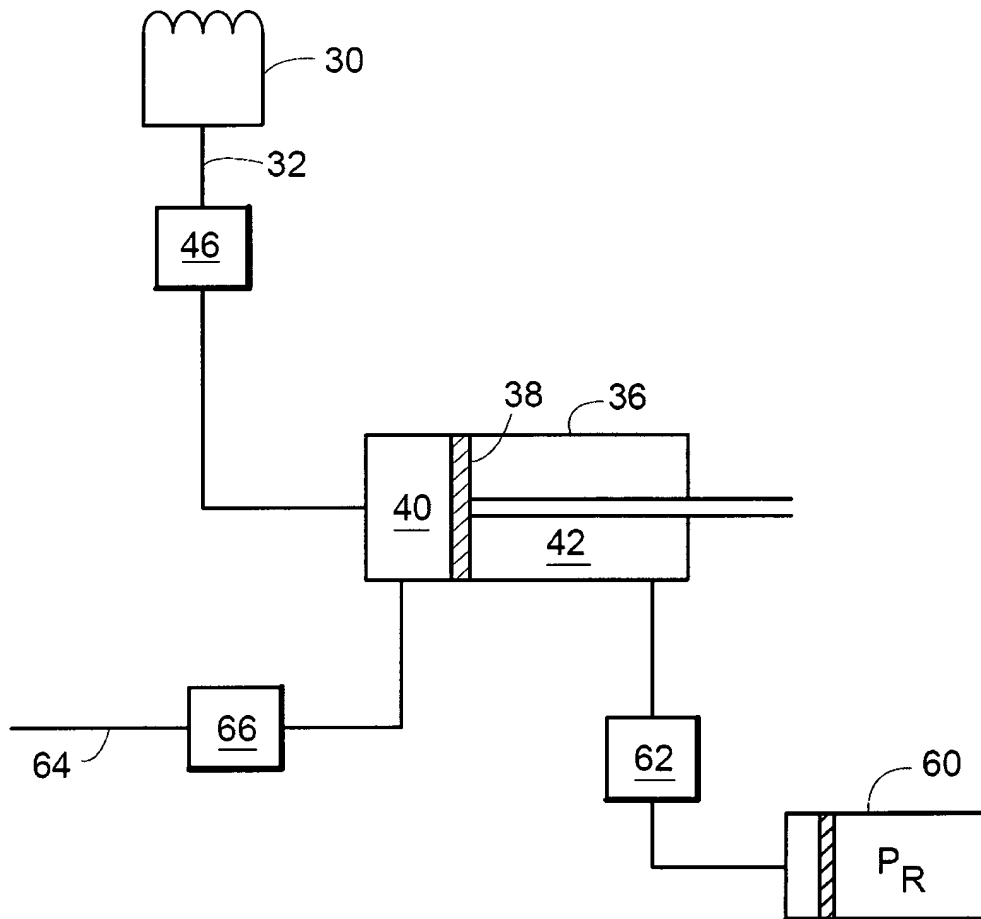
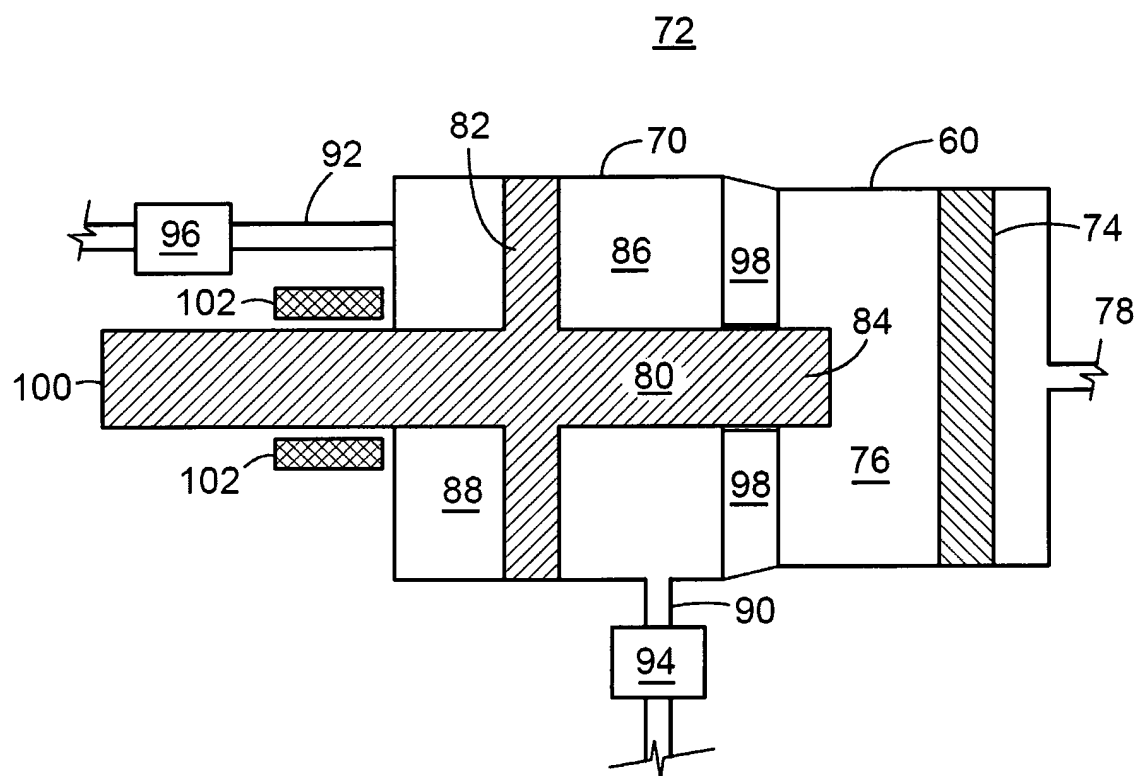
Fig. 6

Fig. 7

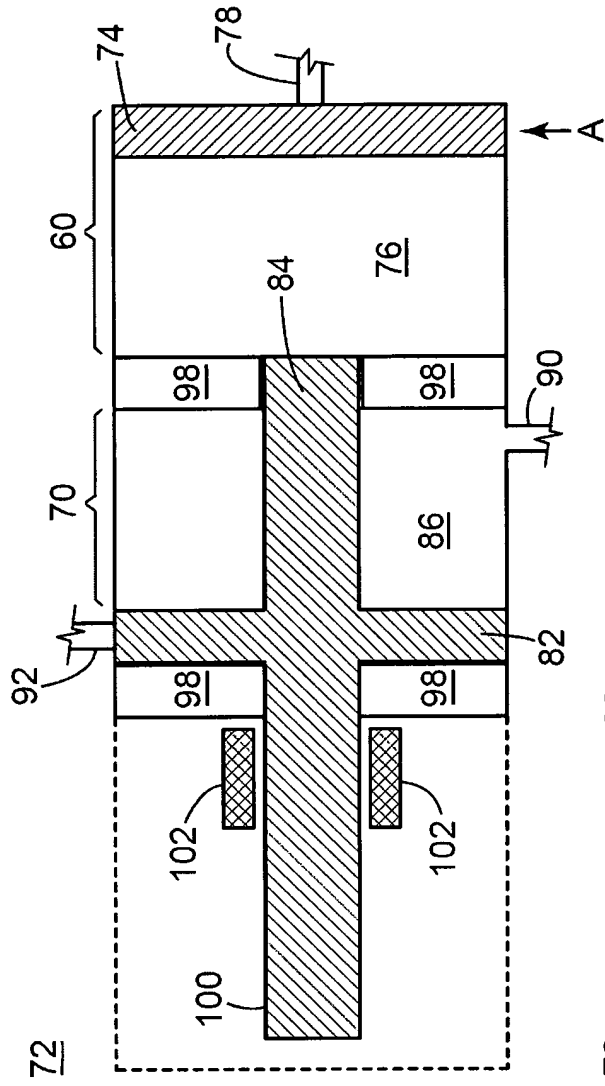


Fig. 8A

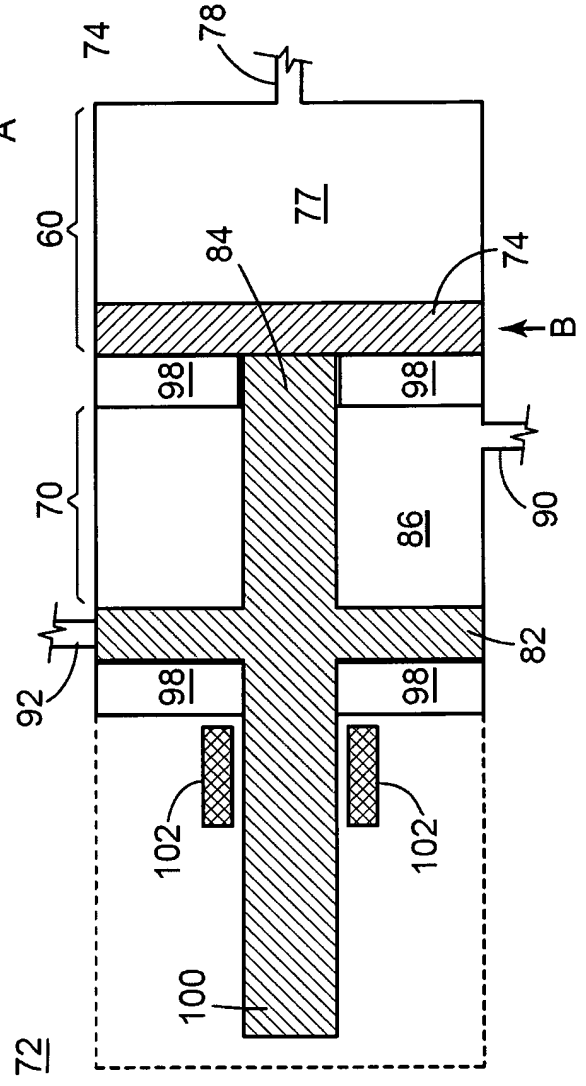


Fig. 8B

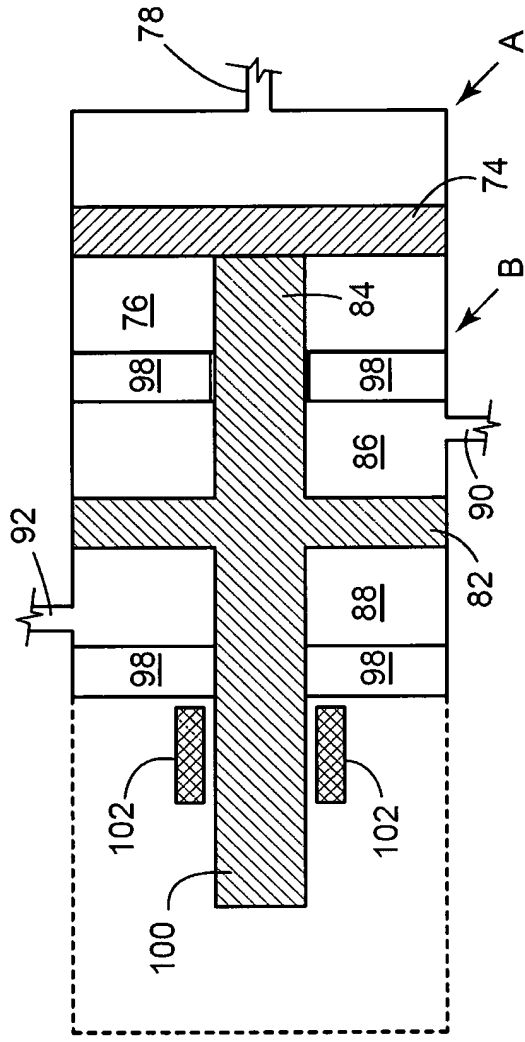


Fig. 8C

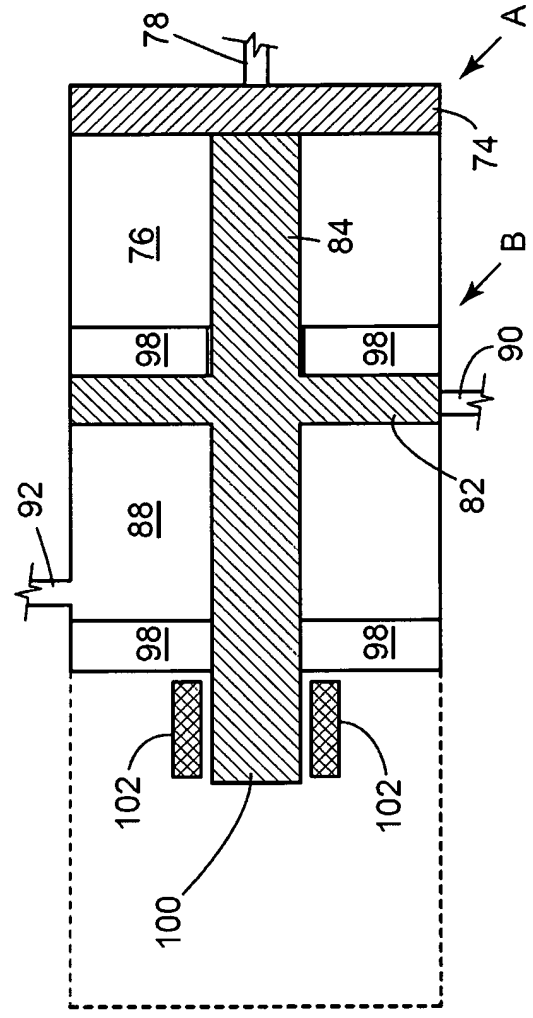


Fig. 8D

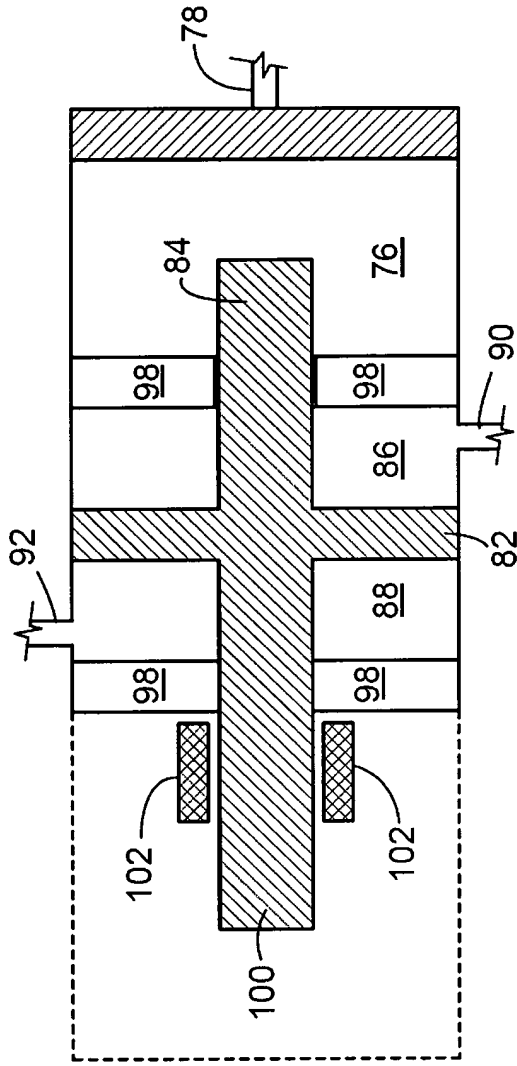


Fig. 8E

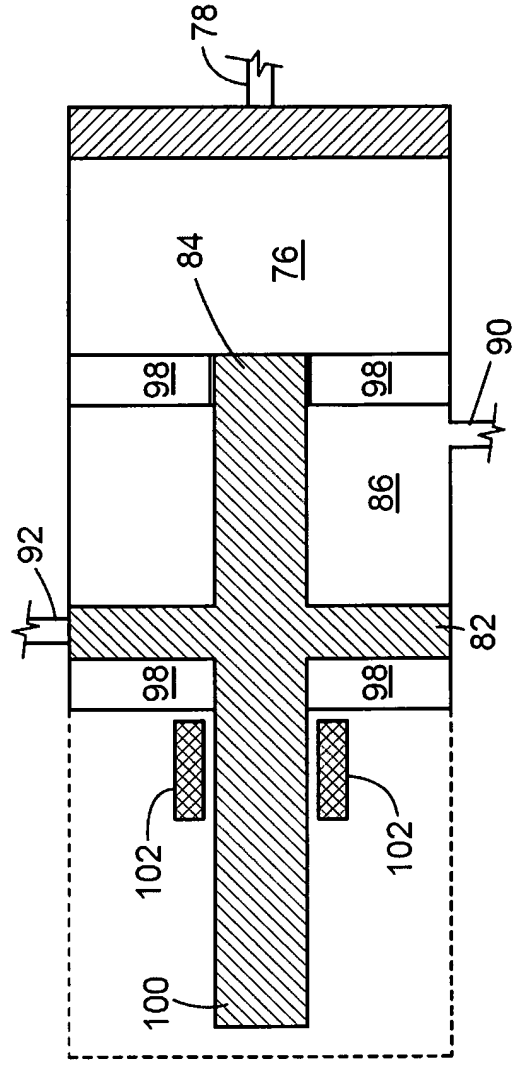


Fig. 8F

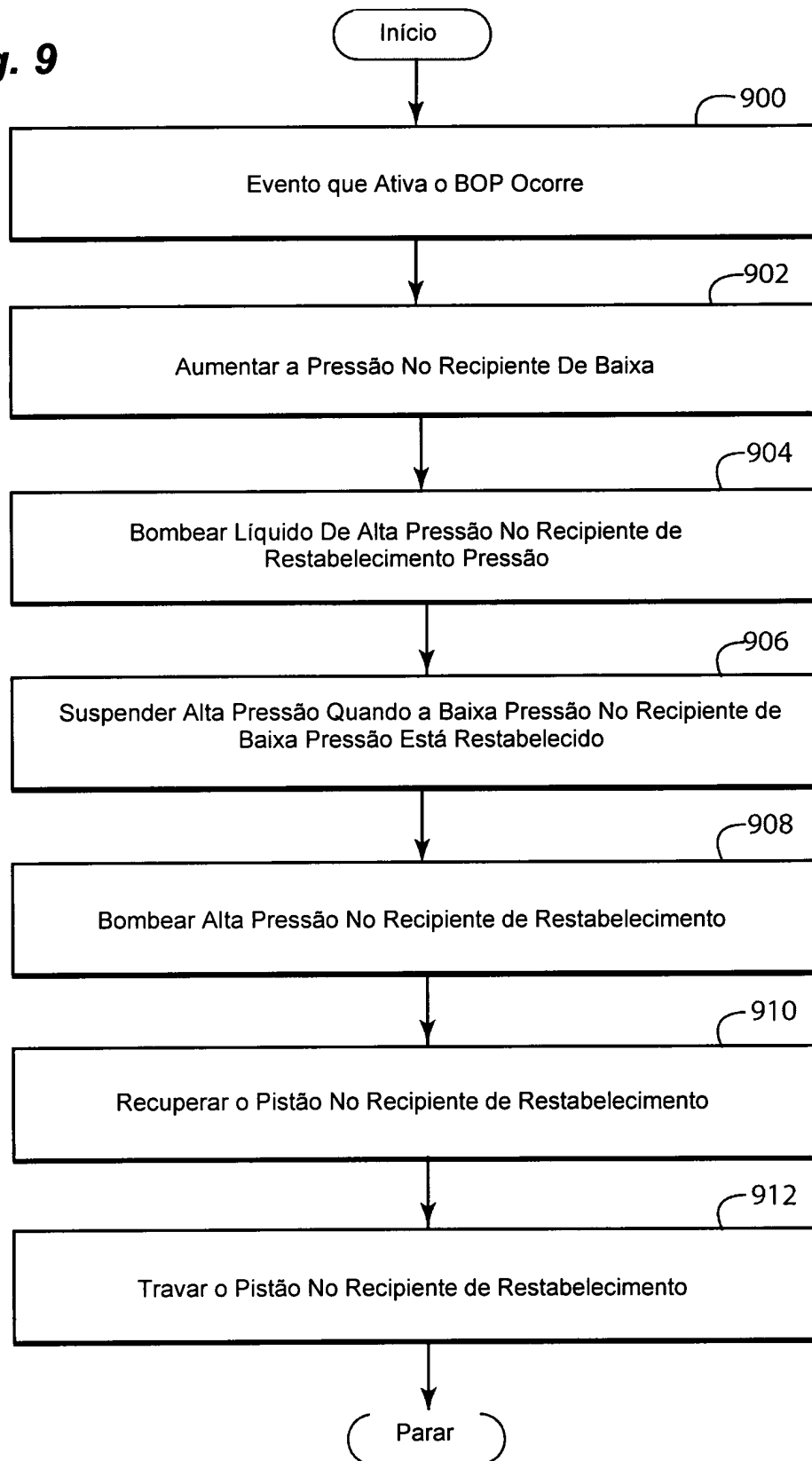
Fig. 9

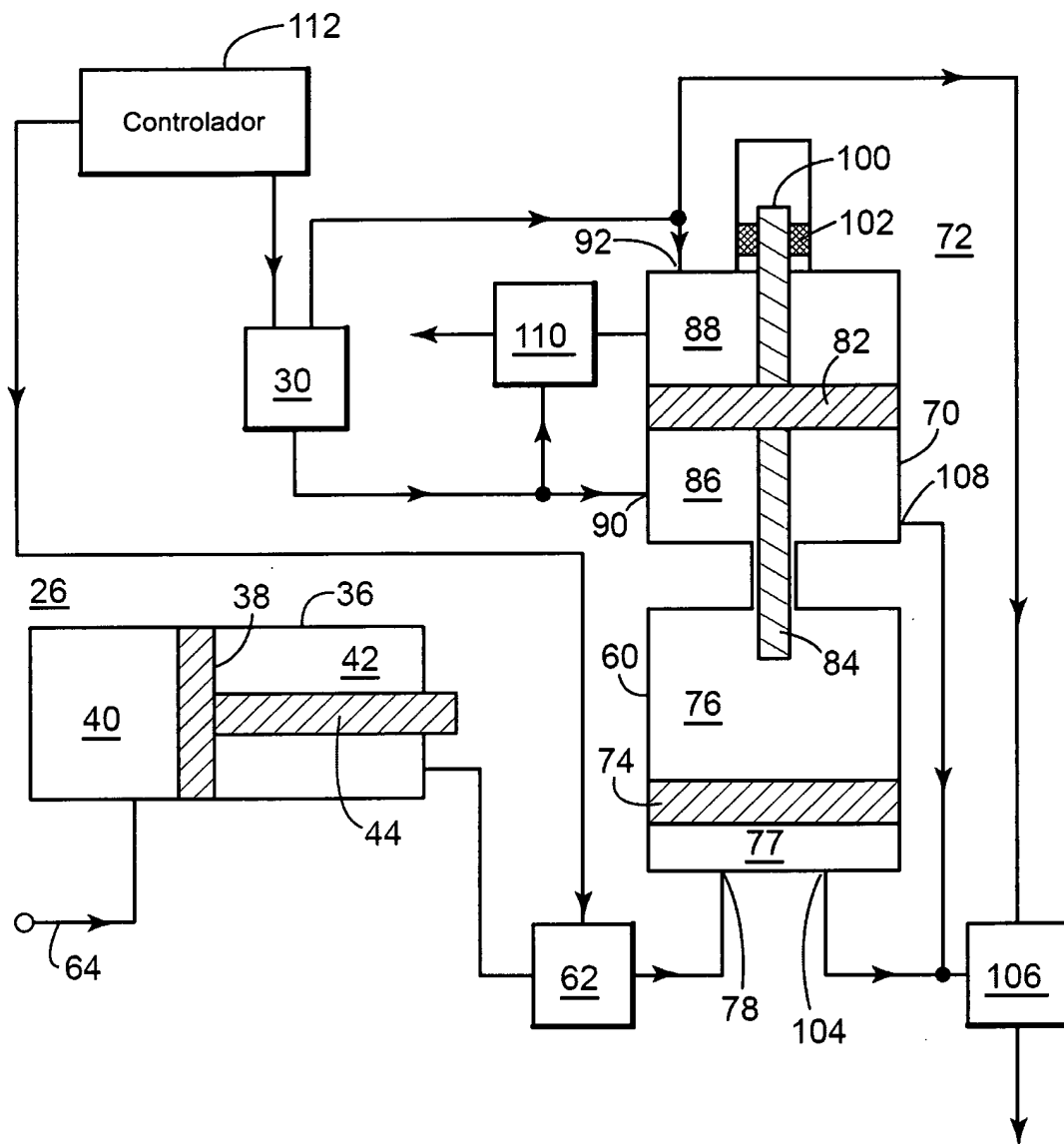
Fig. 10

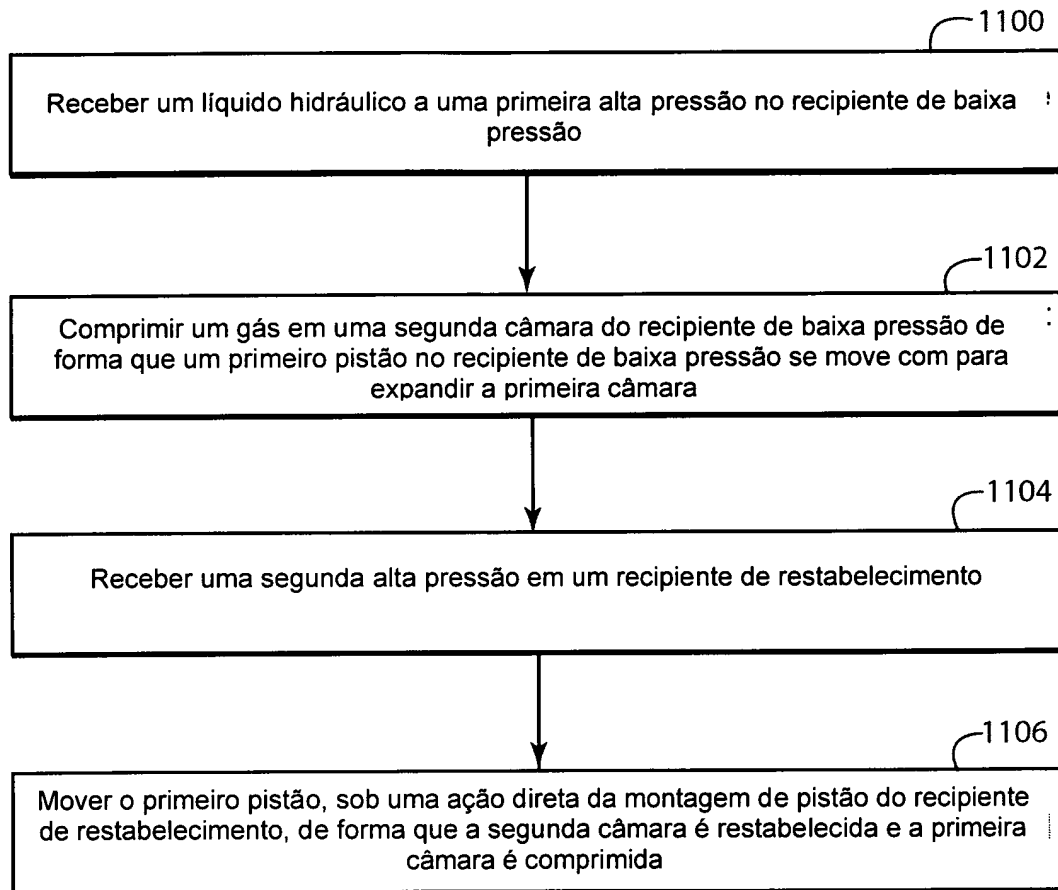
Fig. 11

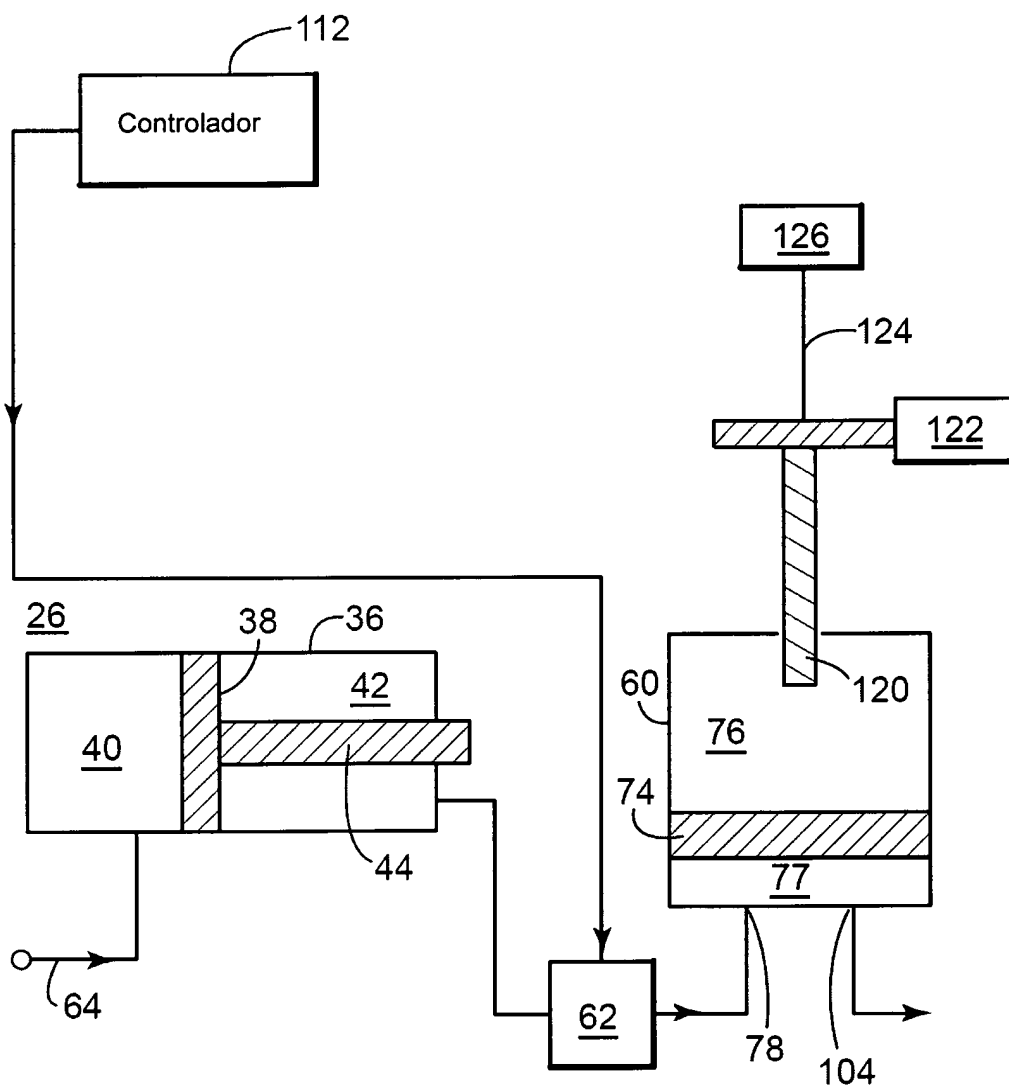
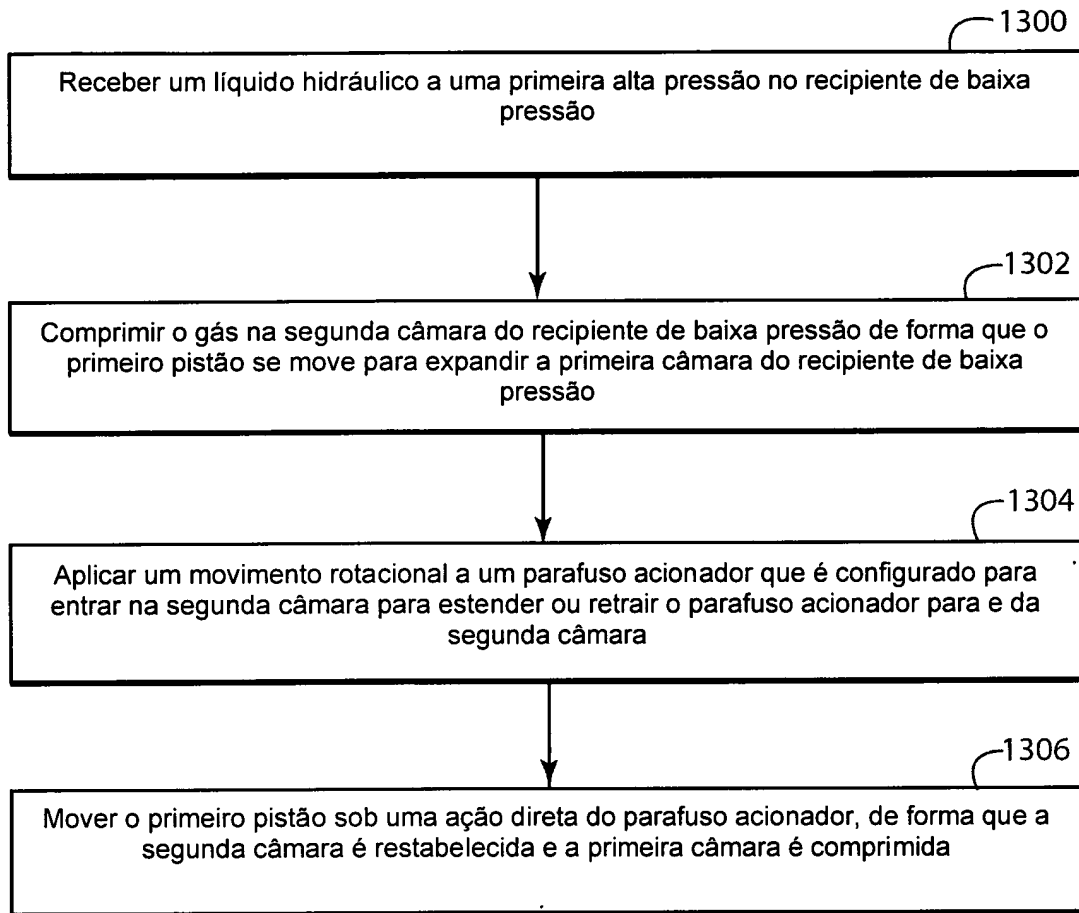
Fig. 12

Fig. 13

RESUMO**“MÓDULO DE RESTABELECIMENTO PARA SER USADO PARA
RESTABELECER UMA PRESSÃO EM UM RECIPIENTE DE BAIXA
PRESSÃO E MÉTODO PARA RESTABELECER UMA BAIXA PRESSÃO EM
5 UM RECIPIENTE DE BAIXA PRESSÃO”**

Trata-se de método e dispositivo para serem usados para restabelecer uma pressão em um recipiente de baixa pressão (60) conectado a um dispositivo de controle de pressão submarino. O dispositivo inclui um recipiente de baixa pressão (60) configurado para ter primeira (77) e segunda
10 (76) câmaras separadas por um primeiro pistão (74); um recipiente de restabelecimento (70) configurado para ter terceira (86) e quarta (88) câmaras separadas por uma montagem de pistão (80), e a montagem de pistão (80) inclui um segundo pistão (82) que tem primeiro (84) e segundo (100) elementos extensores que se estendem ao longo de uma direção do movimento da
15 montagem de pistão (80). A terceira câmara (86) tem uma entrada (90) configurada para permitir a entrada do líquido hidráulico na terceira câmara (86) e uma saída (108) configurada para permitir a saída do líquido hidráulico da terceira câmara (86), e a quarta câmara (88) tem uma entrada (92) configurada para permitir o líquido hidráulico entrar na quarta câmara (88) e
20 uma saída configurada para permitir a saída do líquido hidráulico da quarta câmara (88).