



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

(21) **BR 102017022685-9 A2**

(22) **Data do Depósito:** 20/10/2017

(43) **Data da Publicação:** 12/06/2018



(54) Título: OPERAÇÕES DE ELEVAÇÃO ARTIFICIAL DE POÇO COM BOMBA TOLERANTE À AREIA E GÁS

(51) Int. Cl.: E21B 34/06; E21B 43/12

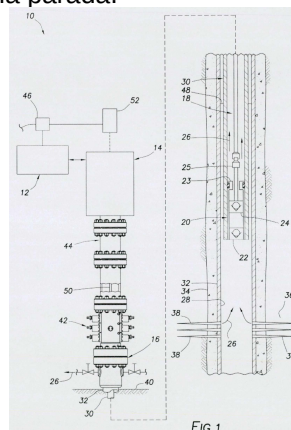
(30) Prioridade Unionista: 21/10/2016 US 15/299,978

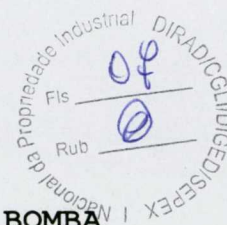
(73) Titular(es): WEATHERFORD TECHNOLOGY HOLDINGS, LLC

(72) Inventor(es): WILLIAM C. LANE; DOUGLAS HEBERT; JOHN STACHOWIAK JR.

(74) Procurador(es): FLÁVIA SALIM LOPES

(57) Resumo: OPERAÇÕES DE ELEVAÇÃO ARTIFICIAL DE POÇO COM BOMBA TOLERANTE À AREIA E GÁS Uma bomba pode incluir um êmbolo e um barril, em uma extensão de curso, fluxo sendo substancialmente restringido entre o êmbolo e o barril em posições espaçadas e uma passagem interior de êmbolo em comunicação filtrada com uma câmara de fluido entre as posições, e em uma extensão de curso oposta, a câmara de fluido sendo em comunicação com a válvula parada. Um método pode incluir deslocar um êmbolo em uma direção, recebendo assim líquido filtrado em uma câmara de fluido, e b) deslocar o êmbolo em uma direção oposta, transferindo assim o líquido para uma passagem interior de barril. Um sistema pode incluir um atuador que move em vaivém uma coluna de haste, e uma bomba incluindo um êmbolo com uma válvula de viagem, um barril tendo uma válvula parada, e um filtro que filtra o líquido que flui a partir de uma coluna de tubulação para uma câmara de compressão disposta entre a válvula de viagem e a válvula parada.





OPERAÇÕES DE ELEVAÇÃO ARTIFICIAL DE POÇO COM BOMBA TOLERANTE À AREIA E GÁS

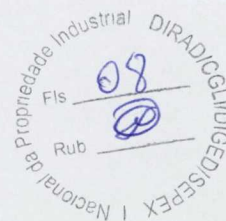
FUNDAMENTOS

[001] Esta divulgação refere-se geralmente ao equipamento utilizado e operações realizadas em conjunto com um poço subterrâneo e, em um exemplo descrito abaixo, fornece mais particularmente uma bomba de elevação artificial adequada para bombear fluidos com gás e partículas incorporados.

[002] Os fluidos de reservatório às vezes podem fluir para a superfície da Terra quando um poço foi completado. No entanto, com alguns poços, a pressão do reservatório pode ser insuficiente (no momento da completação de poço ou depois disso) para elevar os fluidos (em particular, líquidos) para a superfície. Nessas circunstâncias, a tecnologia conhecida como "elevação artificial" pode ser empregada para trazer os fluidos para ou perto da superfície (como, em um local de poço terrestre, uma instalação ou tubulação de produção submarina, uma plataforma flutuante, etc.).

[003] Vários tipos de tecnologia de elevação artificial são conhecidos dos especialistas na técnica. Em um tipo de elevação artificial, uma bomba de subsuperfície é operada por alternar uma coluna de haste de "aspirador" implantadas em um poço. Um aparelho (como, por exemplo, uma bomba-jaque tipo viga andadora ou um atuador hidráulico) localizado na superfície pode ser usado para alternar a coluna de haste.

[004] Portanto, será facilmente apreciado que as melhorias são continuamente necessárias nas técnicas de construção e operação de sistemas de elevação artificial. Tais melhorias podem ser úteis para elevação de óleo, água,



condensado de gás ou outros líquidos a partir de poços, e podem ser particularmente úteis em situações em que os líquidos são produzidos juntamente com gás e partículas (como areia, finos de formação, espaçador etc.).

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[005] A Figura 1 é uma vista parcial parcialmente representativa de um exemplo de um sistema de bombeamento de poço e método associado que pode incorporar princípios desta divulgação.

[006] A Figura 2 é uma vista de seção transversal parcialmente representativa de uma bomba de subsuperfície como usada com o sistema e o método da Figura 1, a bomba de subsuperfície incorporando os princípios desta divulgação.

[007] As Figuras 3A-C são vistas de seção transversal parcialmente representativas da bomba de subsuperfície em uma sucessão de estágios operacionais.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[008] Representativamente ilustrado na Figura 1 é um sistema de bombeamento de poço 10 e método associado para uso com um poço subterrâneo, este sistema e método podem incorporar princípios desta divulgação. No entanto, deve ser claramente entendido que o sistema de bombeamento de poço 10 e o método são apenas um exemplo de uma aplicação dos princípios desta divulgação na prática, e uma grande variedade de outros exemplos são possíveis. Portanto, o escopo desta divulgação não está limitado aos detalhes do sistema 10 e o método aqui descritos ou representados nos desenhos.

[009] Na Figura 1 de exemplo, uma fonte de energia 12 é usada para fornecer energia a um atuador 14 montado em uma



cabeça de poço 16. Em resposta, o atuador 14 causa um movimento de vaivém em uma coluna de haste 18 estendendo para dentro do poço, operando, desse modo, uma bomba de subsuperfície 20. Em outros exemplos, a coluna de haste 18 poderia sofrer movimento de vaivém por outros tipos de atuadores (como, por exemplo, um bomba-jaque ou um mecanismo de viga andadora).

[010] A coluna de haste 18 pode ser constituída por hastes de aspirador individuais conectadas a cada outra (embora possam ser utilizados outros tipos de hastes ou tubos), a coluna de haste 18 pode ser contínua ou segmentada, um material da coluna de haste 18 pode compreender aço, compósitos ou outros materiais, e elementos que não sejam hastes podem ser incluídos na coluna. Assim, o escopo desta divulgação não se limita ao uso de qualquer tipo particular de coluna de haste, ou ao uso de uma coluna de haste no geral.

[011] Só é necessário, neste exemplo, comunicar o movimento de vaivém do atuador 14 para a bomba de subsuperfície 20 e, portanto, está dentro do escopo desta divulgação usar qualquer estrutura capaz de tal transmissão. Em outros exemplos, o movimento de vaivém pode ser produzido poço abaixo (tal como, utilizando um atuador elétrico ou hidráulico de subsuperfície), e por isso não é necessário para o atuador 14 ser posicionado na superfície, ou para o movimento de vaivém ser comunicado a partir da superfície para a bomba de subsuperfície 20.

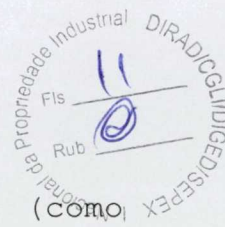
[012] A bomba de subsuperfície 20 está representada na Figura 1 como sendo do tipo que tem uma válvula estacionária ou "parada" 22 e uma válvula de movimento de vaivém ou "de

viagem" 24. A válvula de viagem 24 está conectada a e, se move em vaivém, com a coluna de haste 18, de modo que o fluido 26 é bombeado a partir de um furo de poço 28 em uma coluna de tubulação de produção 30.

[013] A bomba de subsuperfície 20 é representada esquematicamente na Figura 1, mas é preferencialmente configurada (como descrito mais completamente abaixo), de modo que é capaz de bombear com segurança o fluido 26 a partir do furo de poço 28, mesmo quando o fluido 26 inclui gás e partículas incorporados. Várias modalidades da bomba de subsuperfície 20 são contempladas e, portanto, o escopo desta divulgação não está limitado a nenhum dos detalhes da bomba de subsuperfície 20 como aqui descrito ou representado nos desenhos.

[014] O furo de poço 28 está representado na Figura 1 como sendo geralmente vertical e como sendo revestido com forro 32 e cimento 34. Em outros exemplos, uma seção do furo de poço 28 em que a bomba 20 está disposta pode ser geralmente horizontal ou inclinada de qualquer modo em qualquer ângulo em relação à vertical, e a seção de furo de poço pode não ser encapsulada ou pode não ser cimentada. Assim, o escopo desta divulgação não se limita à utilização do sistema de bombeamento de poço 10 e o método com qualquer configuração de furo de poço particular.

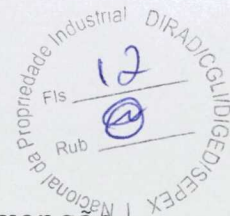
[015] Na Figura 1 de exemplo, o fluido 26 é originário de uma formação de terra 36 penetrada pelo furo de poço 28. O fluido 26 flui para o furo de poço 28 através de perfurações 38 que se estendem através do forro 32 e o cimento 34. O fluido 26 pode compreender um líquido (tal como óleo, condensado de gás, água, etc.), com gás incorporado (como



gás de hidrocarbonetos, vapor, etc.) e partículas (como areia, espaçador, finos de formação, etc.). No entanto, o escopo desta divulgação não se limita ao uso do sistema de bombeamento de poço 10 e o método com qualquer tipo ou composição particular do fluido 26, ou a qualquer origem particular do fluido.

[016] Conforme representado na Figura 1, o forro 32 e a coluna de tubulação de produção 30 se estendem para cima para a cabeça de poço 16 em ou perto da superfície da terra 40 (tal como, em um local de poço terrestre, uma instalação de produção submarina, uma plataforma flutuante, etc.). A coluna de tubulação de produção 30 pode ser pendurada na cabeça de poço 16, por exemplo, usando um cabide de tubulação (não mostrado na Figura 1). Embora apenas uma única coluna do forro 32 seja ilustrada na Figura 1 para maior clareza, na prática múltiplas colunas de forro e, opcionalmente, uma ou mais colunas de forro (uma coluna de forro é uma tubulação que se estende de uma profundidade selecionada no furo de poço 28 para uma profundidade menor, tipicamente "pendurada" dentro de outro tubo ou forro) podem ser instaladas no poço.

[017] Na Figura 1 de exemplo, uma pilha de dispositivo de prevenção de ruptura de haste 42 e uma caixa de enchimento 44 são conectadas entre o atuador 14 e a cabeça de poço 16. A pilha de dispositivo de prevenção de ruptura de haste 42 inclui vários tipos de dispositivos de prevenção de ruptura (BOP's) configurados para uso com a coluna de haste 18. Por exemplo, um dispositivo de prevenção de ruptura pode evitar o fluxo através da pilha de dispositivo de prevenção de ruptura 42 quando a coluna de haste 18 não está presente na mesma, e outro dispositivo de prevenção de ruptura pode



evitar o fluxo através da pilha de dispositivo de prevenção de ruptura 42 quando a coluna de haste 18 está presente na mesma. No entanto, o escopo desta divulgação não se limita ao uso de qualquer tipo ou configuração particular da pilha de dispositivo de prevenção de ruptura com o sistema de bombeamento de poço 10 e o método da Figura 1.

[018] A caixa de enchimento 44 inclui uma vedação anelar (não visível na Figura 1) em torno de uma extremidade superior da coluna de haste 18. Uma haste de vaivém 50 forma uma seção superior da coluna de haste 18 abaixo da vedação anelar, embora em outros exemplos uma conexão entre a haste 50 e a coluna de haste 18 pode ser de outro modo posicionada.

[019] Em alguns exemplos, uma haste do tipo conhecido pelos especialistas na técnica como uma "haste polida" adequada para engate de deslizamento e de vedação dentro da vedação anelar na caixa de enchimento 44 pode ser conectada acima da haste 50. A haste polida pode ser um componente do atuador 14, tal como, uma haste estendendo para baixo a partir de um pistão do atuador 14.

[020] A fonte de energia 12 pode ser conectada diretamente ao atuador 14, ou pode ser posicionada remotamente a partir do atuador 14 e conectada com, por exemplo, cabos elétricos, ligações mecânicas, mangueiras hidráulicas ou tubos adequados. A operação da fonte de energia 12 é controlada por um sistema de controle 46.

[021] O sistema de controle 46 pode permitir a operação manual ou automática do atuador 14 através da fonte de energia 12, com base nas entradas de operador e medições tomadas por vários sensores. O sistema de controle 46 pode estar separado ou incorporado no atuador 14 ou na fonte de

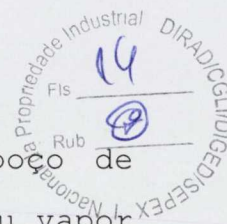


energia 12. Em um exemplo, pelo menos parte do sistema de controle 46 poderia estar localizada remotamente ou baseada na web, com comunicação bidirecional entre o atuador 14, a fonte de energia 12 e o sistema de controle 46 sendo via, por exemplo, transmissão por satélite, sem fio ou com fio.

[022] O sistema de controle 46 pode incluir vários componentes apropriados para utilização em operação de controle do atuador 14 e a fonte de energia 12. Um sistema de controle adequado é descrito no pedido No. de série US 14/956.545 depositado em 2 de dezembro de 2015. No entanto, o escopo da presente divulgação não é limitado a qualquer tipo ou configuração particular do sistema de controle 46.

[023] Pode ser vantajoso controlar uma velocidade de movimento de vaivém da coluna de haste 18, em vez do movimento de vaivém da coluna de haste 18, tão rápida quanto possível. Por exemplo, uma interface líquido-gás 48 no furo de poço 28 pode ser afetada pela taxa de fluxo do fluido 26 a partir do poço. A interface líquido-gás 48 pode ser uma interface entre o gás e a água, gás e condensado de gás, gás e petróleo, e vapor de água e água, ou de quaisquer outros fluidos ou a combinação de fluidos.

[024] Se a taxa de fluido for muito grande, a interface 48 pode descer abaixo da válvula estacionária 22, de modo que, eventualmente, a bomba 20 não será mais capaz de bombear um componente líquido do fluido 26 (uma condição conhecida para os peritos na técnica como "bomba desligada"). Por outro lado, é tipicamente desejável que a taxa de fluxo do fluido 26 esteja no nível máximo que não resulte em bomba desligada. Além disso, uma taxa de fluxo desejada do fluido 26 pode mudar ao longo do tempo (por exemplo, devido ao esgotamento



de um reservatório, alterações nas condições de poço de deslocamento, características de inundação de água ou vapor de água, etc.).

[025] Uma bomba de subsuperfície de "gás bloqueado" 20 pode resultar de uma condição bomba desligada, ou como um resultado de gás ser incorporado com o fluido 26, pelo que gás é recebido na bomba de subsuperfície 20. Em uma bomba de gás bloqueado 20, o gás é alternadamente comprimido e expandido na bomba 20 à medida que as válvulas de viagem 24 se movem em vaivém, mas o fluido 26 não pode fluir para dentro ou para fora da bomba de subsuperfície 20, devido ao gás na mesma.

[026] "Interferência de gás" é uma condição em que uma eficiência volumétrica da bomba de subsuperfície 20 é reduzida devido à presença de um gás na bomba 20. Interferência de gás resulta em uma redução da compressão na bomba de subsuperfície 20, o que atrasa a abertura da válvula de viagem 24 em seu curso descendente, conforme descrito mais completamente abaixo. A bomba de subsuperfície 20 pode mitigar a ocorrência de interferência de gás e gás bloqueado.

[027] No sistema de bombeamento de poço 10 e método da Figura 1, o sistema de controle 46 pode controlar automaticamente a operação do atuador 14 por meio da fonte de energia 12 para regular a velocidade de movimento de vaivém e extensões de curso da coluna de haste 18, de modo que qualquer um dos vários objetivos desejáveis são conseguidos. O sistema de controle 46 pode controlar a operação do atuador 14 em resposta a várias entradas (tais como medições em tempo real a partir de sensores 52 que controlam vários parâmetros). No entanto, a regulação

automática da velocidade de movimento de vaivém pelo sistema de controle 46 não é necessária de acordo com o escopo desta divulgação.

[028] Por exemplo, é tipicamente indesejável que um casquilho de haste de válvula 25 acima da válvula de viagem 24 tenha impacto sobre uma guia de haste de válvula 23 acima da válvula parada 22 quando a coluna de haste 18 desloca para baixo (uma condição conhecida pelos especialistas na técnica como "pump-pound"). Assim, é preferido que a coluna de haste 18 seja deslocada para baixo apenas até que o casquilho de haste de válvula 25 esteja perto do seu limite de deslocamento inferior máximo possível, de modo que não afete a guia de haste de válvula 23.

[029] Por outro lado, quanto maior a distância de curso (sem impacto), maior é a produtividade e a eficiência da operação de bombeamento (dentro de limites práticos), e quanto maior for a compressão de fluido 26 entre as válvulas parada e de viagem 22, 24 (por exemplo, para evitar a interferência de gás e gás bloqueado). Além disso, um curso desejado da coluna de haste 18 pode mudar ao longo do tempo (por exemplo, devido ao alongamento gradual da coluna de haste 18, como resultado da redução de um nível de líquido no poço (tal como, na interface gás-líquido 48)).

[030] Referindo adicionalmente agora à Figura 2, uma vista mais detalhada de um exemplo da bomba de subsuperfície 20 como usado no sistema 10 e método da Figura 1 é representativamente ilustrada. Note, no entanto, que a bomba de subsuperfície 20 pode ser utilizada em outros sistemas e métodos, de acordo com os princípios desta divulgação.

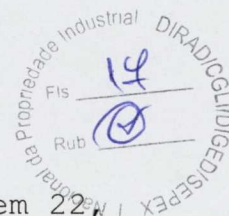
[031] Conforme representado na Figura 2, a bomba de

subsuperfície 20 é conectada em uma extremidade inferior ou distal da coluna de tubulação 30 para maior clareza de ilustração. No entanto, a bomba de subsuperfície 20 seria mais tipicamente recebida na coluna de tubulação 30 (como representado na Figura 1) e removivelmente fixada na mesma (por exemplo, usando um trinco ou âncora (não mostrado) do tipo bem conhecido para os especialistas na técnica), para instalação e recuperação convenientes da bomba 20 separadamente a partir da coluna de tubulação 30.

[032] Na Figura 2 de exemplo, a válvula parada 22 está posicionada perto de uma extremidade inferior ou distal do barril 56 da bomba de subsuperfície 20. O barril 56 é conectado à coluna tubular 30. Um anel 58 é formado radialmente entre o barril 56 e o forro 32. Nos exemplos em que o barril 56 é recebido dentro da coluna de tubulação 30, o anel 58 pode ser formado radialmente entre o forro 32 e a coluna de tubulação 30 circundando a bomba de subsuperfície 20.

[033] A válvula de viagem 24 está posicionada em uma extremidade inferior ou distal de um êmbolo 62 recebido no barril 56. O êmbolo 62 é conectado à coluna de haste 18 para deslocamento de vaivém com a mesma.

[034] Cada uma das válvulas parada e de viagem 22, 24 representadas na Figura 2 inclui uma esfera 64 que pode encaixar de forma vedante um assento anelar 66 para permitir apenas um fluxo de sentido único através da válvula. No entanto, em outros exemplos, outros tipos de válvulas de retenção ou outros tipos de dispositivos de controle de fluxo podem ser usados para as válvulas parada e de viagem 22, 24. Assim, o escopo desta divulgação não se limita a nenhuma



configuração particular das válvulas parada e de viagem 22, 24.

[035] Uma câmara de compressão 68 é formada longitudinalmente entre as válvulas parada e de viagem 22, 24 em uma passagem de fluxo interior 67 do barril 56. Semelhante ao descrito acima para a bomba de subsuperfície 20 da Figura 1, quando a coluna de haste 18 e o êmbolo 62 deslocam para cima (como visto na Figura 2), a válvula de viagem 24 é fechada, o fluido 26 na coluna de tubulação 30 é deslocado para cima (em direção à superfície) pelo êmbolo 62, a válvula parada 22 é aberta, e o fluido 26 flui para a câmara de compressão 68 a partir do furo de poço 28. Quando a coluna de haste 18 e o êmbolo 62 deslocam para baixo (como se vê na Figura 2), a válvula parada 22 se fecha, a válvula de viagem 24 abre, e o fluido 26 na câmara de compressão 68 flui para uma passagem de fluxo interior 70 do êmbolo 62.

[036] Uma condição de interferência de gás ou de gás bloqueado pode ocorrer se o gás for incorporado com o fluido 26. O gás pode acumular na câmara de compressão 68, até que o volume de gás não possa ser suficientemente comprimido pelo êmbolo 62 para superar a pressão hidrostática na coluna de tubulação 30, de modo a fluir o fluido 26 a partir da câmara de compressão 68 para a passagem de fluxo interior de êmbolo 70 (a válvula de viagem 24 abre em resposta à pressão na câmara de compressão 68 sendo superior à pressão na passagem de fluxo interior de êmbolo 70).

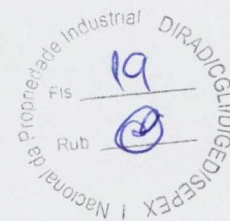
[037] No entanto, a bomba de subsuperfície 20 inclui recursos que permitem evitar uma condição de interferência de gás ou de gás bloqueado, ou pelo menos mitigar. O acúmulo de gás na câmara de compressão 68 pode ser reduzido, de modo

que a pressão na câmara 68 pode ser aumentada suficientemente para superar a pressão hidrostática na coluna de tubulação 30, e de modo que o gás possa fluir para a superfície com o fluido 26.

[038] Para induzir o fluxo do fluido 26 em resposta ao movimento de vaivém do êmbolo 62 no barril 56, o êmbolo 62 é encaixado apertado nos furos 72, 74 formados no barril 56. Esta configuração do êmbolo 62 e barril 56 é suficiente para permitir que um diferencial de pressão seja sustentado através de uma interface anelar 76 entre o barril 56 e o êmbolo 62 quando o êmbolo 62 é deslocado longitudinalmente em relação ao barril 56.

[039] O êmbolo 62 transporta um conjunto de vedações anelares ou limpadores 78 perto de uma sua extremidade superior para engate com o furo superior 72 no barril 56. Os limpadores 78 evitam que os detritos e as partículas na coluna de tubulação 30 se desloquem para dentro da interface anelar 76 entre o êmbolo 62 e o barril 56. Um diferencial de pressão pode ser criado entre os limpadores 78 quando o êmbolo 62 se move em vaivém no barril 56, mas, neste exemplo, quaisquer tais diferenciais de pressão são mínimas (por exemplo, a fim de desejavelmente reduzir o desgaste dos limpadores 78).

[040] Um filtro 80 evita que os detritos e as partículas entrem na interface anelar 76 a partir da passagem de fluxo interior de êmbolo 70, enquanto substancialmente equalizando pressão através dos limpadores 78. O filtro 80 pode compreender qualquer tipo apropriado de meio de filtração para excluir detritos e partículas a partir de fluidos de poço (como, por exemplo, revestidos por fio, sinterizados,



pré-embalados, fendados, perfurados e outros tipos de meios filtrantes).

[041] O filtro 80 no exemplo da Figura 2 é conectado no êmbolo 62 longitudinalmente entre os limpadores 78 e a válvula de viagem 24, mas o filtro 80 poderia estar de outro modo posicionado em outros exemplos. O filtro 80 move em vaivém com o êmbolo 62 em relação a uma câmara de fluido 82 formada no barril 56. Um líquido 84 (que pode ser um componente líquido do fluido 26) pode fluir a partir da coluna de tubulação 30 e a passagem de fluxo interior de êmbolo 70 para a câmara de fluido 82 através do filtro 80, conforme descrito mais completamente abaixo.

[042] Conforme ilustrado na Figura 2, o êmbolo 62 é encaixado relativamente apertado no furo inferior 74 (por exemplo, uma folga radial entre o êmbolo 62 e o furo 74 é relativamente pequena, talvez na ordem de ~ 150 a 200 micra), de modo que o fluxo através da interface anelar 76 é substancialmente restringido, permitindo que um diferencial de pressão seja sustentado através da interface anelar 76 à medida que o êmbolo 62 se desloca em relação ao barril 56. Em alguns exemplos, vedações, limpadores ou outros dispositivos podem ser utilizados para aumentar a capacidade de sustentação de diferencial de pressão da interface anelar 76, para excluir detritos, etc. Os perfis de superfície (tais como, cumes, ranhuras, rugosidade de superfície, etc.) podem ser usados no êmbolo 62 ou barril 56 para aumentar a turbulência ou de outro modo aumentar a restrição para fluir através da interface anelar 76. Assim, o escopo da presente divulgação não é limitado a qualquer técnica ou configuração particular para restringir substancialmente o fluxo entre o

barril 56 e o êmbolo 62.

[043] Note que a câmara de fluido 82 está posicionada longitudinalmente entre duas posições nas quais o fluxo entre o barril 56 e o êmbolo 62 é substancialmente restringido. Uma primeira dessas posições longitudinais 72a está em uma interface deslizante entre o orifício superior 72 e os limpadores 78 como visto na Figura 2. Uma segunda tal posição longitudinal 74a está em uma interface deslizante entre o êmbolo 62 e o furo inferior 74 como visto na Figura 2 (por exemplo, na interface anelar 76 no exemplo da Figura 2).

[044] A câmara de fluido 82 no exemplo da Figura 2 compreende uma seção interior expandida radialmente 86 colocada longitudinalmente entre os furos 72, 74. A câmara de fluido 82 neste exemplo é de forma anelar e circunda exteriormente o filtro 80 em algumas posições longitudinais do êmbolo 62 em relação à passagem de fluxo interior de barril 67. No entanto, em outros exemplos, a câmara de fluido 82 não pode ser posicionada longitudinalmente entre os furos 72, 74, pode não ser de forma anelar, pode não estar disposta entre as posições 72a, 74a ou não circunscrever o filtro 80. Assim, o escopo desta divulgação não está limitado a qualquer configuração particular da câmara de fluido 82 ou a sua relação com o filtro 80.

[045] O filtro 80 filtra o fluxo fluindo entre a câmara de fluido 82 e a passagem de fluxo interior de êmbolo 70. Conforme mencionado acima, o líquido 84 pode passar através do filtro 80 a partir da passagem 70 para a câmara de fluido 82.

[046] O fluxo também pode passar pelo filtro 80 em uma direção oposta neste exemplo. Esse fluxo a partir da câmara

de fluido 82 para o interior do êmbolo 62 através do filtro 80 pode atuar para limpar o filtro 80 de quaisquer partículas acumuladas.

[047] O filtro 80 evita que as partículas passem para dentro da câmara de fluido 82 e a interface anelar 76 entre o barril 56 e o êmbolo 62. Partículas excluídas do líquido 84 pelo filtro 80 ao invés fluem para a superfície com o fluido 26 através da coluna de tubulação 30.

[048] Referindo adicionalmente agora às Figuras 3A-C, a bomba de subsuperfície 20 é representativamente ilustrada em um exemplo de sucessão de estágios operacionais. Os estágios operacionais representados demonstram como a bomba de subsuperfície 20, conforme usada no sistema 10 e método da Figura 1, pode prevenir ou, pelo menos, mitigar uma condição de interferência de gás ou gás bloqueado. No entanto, deve ser claramente entendido que os princípios desta divulgação não requerem que seja produzida uma condição de interferência de gás ou de gás bloqueado ou que a bomba de subsuperfície 20 seja operada como representado nas Figuras 3A-C ou como aqui descrito.

[049] No sistema de bombeamento de poço 10 como representado na Figura 3A, existe uma condição de gás bloqueado na bomba de subsuperfície 20. Um gás 88 acumulou-se na câmara de compressão 68.

[050] Quando o êmbolo 62 é deslocado em uma direção longitudinalmente descendente 90 (conforme observado na Figura 3A), a pressão do gás 88 e qualquer outro fluido 26 também na câmara de compressão 68 não pode ser aumentada suficientemente para superar a pressão hidrostática na tubulação 30 e a passagem de fluxo interior de êmbolo 70.

Observe que a válvula de viagem 24 permanece fechada como visto na Figura 3A, de modo que o gás 88 e qualquer fluido 26 na câmara de compressão 68 não podem fluir para a passagem de fluxo interior de êmbolo 70.

[051] No entanto, o líquido 84 na passagem de fluxo 70 pode fluir através do filtro 80 e para dentro da câmara de fluido 82. Em alguns exemplos, também é possível que qualquer gás 88 na câmara de fluido 82 também possa fluir a partir da câmara de fluido 82 para a passagem de fluxo interior de êmbolo 70 através do filtro 80. Desta maneira, o gás 88 pode ser produzido com o fluido 26 através da coluna de tubulação 30 na superfície.

[052] Conforme visto na Figura 3A, o filtro 80 está disposto entre as duas posições de restrição de fluxo 72a, 74a, e o êmbolo 62 está em ou próximo da sua extensão de curso inferior. A câmara de fluido 82 envolve exteriormente o filtro 80 e recebe o líquido filtrado 84 a partir do filtro 80.

[053] Em outros exemplos, a câmara de fluido 82 pode não envolver exteriormente o filtro 80 em ou perto da extensão de curso inferior do êmbolo 62, ou pode não ser necessário que o filtro 80 seja disposto em qualquer relação particular com as posições de restrição de fluxo 72, 74a. Assim, o escopo desta divulgação não se limita a quaisquer detalhes particulares da operação representada nas Figuras 3A-C.

[054] Na Figura 3B, a bomba de subsuperfície 20 é representada depois que o êmbolo 62 deslocou-se para ou perto da sua extensão de curso superior (em uma direção longitudinalmente ascendente 92 como visto na Figura 3B). Uma extremidade inferior do êmbolo 62 está agora posicionada



acima de uma extremidade inferior da câmara de fluido 82, de modo que o êmbolo 62 bloqueia apenas parcialmente a câmara de fluido 82 e o êmbolo 62 é retirado do furo 74. Em outros exemplos, o êmbolo 62 poderia permanecer recebido no furo 74, e a comunicação entre a câmara de fluido 82 e a câmara de compressão 68 poderia ser fornecida por outros meios (tal como por uma abertura ou outra passagem formada através de uma parede do êmbolo 62).

[055] Na configuração da Figura 3B, o líquido 84 pode agora fluir a partir da câmara de fluido 82 para a câmara de compressão 68. Além disso, em alguns exemplos, o gás 88 na câmara de compressão 68 pode fluir para dentro da câmara de fluido 82 (o gás 88 sendo menos denso do que o líquido 84 ou qualquer fluido 26 também na câmara de compressão 68).

[056] Note que, com o êmbolo 62 na sua posição da Figura 3B, a posição de restrição de fluxo 72a está agora disposta longitudinalmente entre o filtro 80 e a válvula de viagem 24 e a câmara de fluido 82. Assim, o fluxo é substancialmente impedido a partir da passagem de fluxo interior de êmbolo 70 para a câmara de compressão 68, à medida que se expande devido ao deslocamento do êmbolo 62 na direção ascendente 92. Em vez disso, se a pressão na câmara de compressão 68 reduzir suficientemente (devido à expansão da câmara de compressão 68 à medida que o êmbolo 62 desloca na direção ascendente 92), a válvula parada 22 pode abrir e permitir algum fluxo do fluido 26 a partir do furo de poço 28 para a câmara de compressão 68.

[057] Independentemente de qualquer fluido 26 fluir para dentro da câmara de compressão 68 no curso ascendente do êmbolo 62, uma proporção de gás / líquido na câmara de

compressão 68 é reduzida pela adição do líquido 84 à câmara de compressão 68, e pelo fluxo de algum ou de todo o gás 88 a partir da câmara de compressão 68 para a câmara de fluido 82. Uma vez que a proporção de gás / líquido na câmara de compressão 68 é reduzida, pressão na câmara de compressão 68 será aumentada após um curso descendente subsequente do êmbolo 62 para a sua extensão de curso inferior, em comparação com o curso descendente anterior do êmbolo 62 (por exemplo, como representado na Figura 3A).

[058] Movimento de vaivém do êmbolo 62 entre as suas extensões de curso superior e inferior, no presente exemplo, irá resultar em diminuições incrementais na proporção de gás / líquido na câmara de compressão 68. Estas diminuições incrementais na proporção de gás / líquido irá resultar em aumentos incrementais correspondentes na pressão na câmara de compressão 68 quando o êmbolo 68 na sua extensão de curso inferior. Eventualmente, a pressão na câmara de compressão 68 aumenta o suficiente para fazer com que a válvula de viagem 24 se abra, e os fluidos (por exemplo, gás 88, fluido 26 e líquido 84) fluam a partir da câmara de compressão 68 para a passagem de fluxo interior de êmbolo 70.

[059] Na Figura 3C, a bomba de subsuperfície 20 é representada depois que o êmbolo 62 deslocou-se na direção descendente 90 para a sua extensão de curso inferior, e depois da pressão na câmara de compressão 68 ter aumentado suficientemente para fazer com que a válvula de viagem 24 se abra. O fluido 26, líquido 84 e qualquer gás 88 na câmara de compressão 68 podem fluir para a passagem de fluxo interior de êmbolo 70 para produção para a superfície, como descrito acima.

[060] Qualquer gás 88 na câmara de fluido 82 pode fluir para a passagem de fluxo 70 através do filtro 80, e o líquido 84 pode fluir para a câmara de fluido 82 através do filtro 80, tal como representado na Figura 3A. Assim, uma transferência periódica regular de gás 88 para a passagem de fluxo 70 através do filtro 80, e uma transferência periódica regular de líquido 84 para a câmara de fluido 82, é realizada quando o êmbolo 62 se move em vaivém no barril 56. Além disso, fluxo a partir da câmara de fluido 82 para a passagem de fluxo 70 através do filtro 80 pode ajudar a remover quaisquer partículas que possam ter acumulado anteriormente no filtro 80.

[061] Embora um aumento incremental na pressão da câmara de compressão 68 seja descrito acima para progredir a partir de uma condição de gás bloqueado para uma restauração da capacidade de bombeamento, em alguns exemplos não mais do que um movimento de vaivém do êmbolo 62 pode ser necessário para transferir gás 88 suficiente a partir da câmara de compressão 68 para restaurar a capacidade de bombeamento. Além disso, a utilização da bomba de subsuperfície 20 pode prevenir que uma condição de gás bloqueado ocorra, por exemplo, por periodicamente transferir líquido 84 para dentro da câmara de compressão 68 e transferir gás 88 para fora da câmara de compressão 68, de modo que a proporção de gás / líquido permanece em um nível suficientemente baixo que a válvula de viagem 24 se abre em cada curso descendente. A transferência periódica de líquido 84 para a câmara de compressão 68 e o gás 88 para fora da câmara de compressão 68 também pode prevenir ou mitigar a ocorrência de uma condição de interferência de gás.



[062] Pode agora ser plenamente apreciado que a divulgação acima fornece avanços significativos nas técnicas de construção e operação de sistemas de elevação de poço artificiais. Nos exemplos descritos acima, a bomba de subsuperfície 20 pode operar eficazmente para bombear o fluido 26 a partir do poço, embora o gás 88 e as partículas estejam presentes no fluido 26.

[063] Mais especificamente, a divulgação acima fornece à técnica uma bomba de subsuperfície 20 para utilização em operações de elevação de poço artificiais. Em um exemplo, a bomba de subsuperfície 20 pode incluir um barril 56 tendo uma válvula parada 22 que controla o fluxo através de uma passagem de fluxo interior 67 do barril 56, e um êmbolo 62 recebido reciprocamente no barril 56 para primeira e segunda extensões de curso opostas. Na primeira extensão de curso (por exemplo, como ilustrado na Figura 3A), o fluxo está substancialmente restringido entre o êmbolo 62 e o barril 56 nas posições separadas e afastadas 72a, 74a longitudinalmente ao longo do barril 56, e uma passagem de fluxo interior 70 do êmbolo 62 em comunicação através de um filtro 80 com uma câmara de fluido 82 disposta longitudinalmente entre a primeira e segunda posições 72a, 74a. Na segunda extensão de curso (por exemplo, como representado na Figura 3B), a câmara de fluido 82 sendo em comunicação com a câmara de compressão 68 e a válvula parada 22.

[064] Na segunda extensão de curso, a primeira posição 72a pode estar disposta longitudinalmente entre o filtro 80 e a câmara de fluido 82.

[065] A câmara de fluido 82 pode compreender uma seção



alargada radialmente interior 86 do barril 56.

[066] Na primeira extensão de curso, o líquido 84 pode fluir a partir da passagem de fluxo interior de êmbolo 70 para a câmara de fluido 82 através do filtro 80. Na segunda extensão de curso, o líquido 84 pode fluir a partir da câmara de fluido 82 para a passagem de fluxo interior de barril 67.

[067] Na segunda extensão de curso, o fluxo entre o filtro 80 e a câmara de fluido 82 pode ser substancialmente restringido.

[068] Na segunda extensão de curso, o êmbolo 62 pode estender apenas parcialmente longitudinalmente através da câmara de fluido 82.

[069] A câmara de fluido 82 pode compreender uma câmara anelar que circunda pelo menos parcialmente o filtro 80 na primeira extensão de curso.

[070] Um método de bombeamento de um fluido 26 a partir de um furo de poço 28 também é fornecido à técnica pela divulgação acima. Em um exemplo, o método pode incluir um movimento de vaivém de um êmbolo 62 em relação ao barril 56 de uma bomba de subsuperfície 20. O passo de vaivém pode compreender: a) deslocar o êmbolo 62 em uma primeira direção 90, recebendo assim o líquido 84 em uma câmara de fluido 82 a partir de um filtro 80, o líquido 84 na câmara de fluido 82 tendo sido filtrado pelo filtro 80, e b) deslocar o êmbolo 62 em uma segunda direção 92 oposta à primeira direção 90, transferindo assim o líquido 84 a partir da câmara de fluido 82 para uma câmara de compressão 68 em uma passagem de fluxo interior 67 do barril 56.

[071] O passo de transferência pode incluir o deslocamento do filtro 80 na segunda direção 92. O passo de

transferência pode incluir o deslocamento do filtro 80 para cima em relação à câmara de fluido 82.

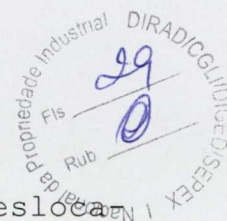
[072] O passo de deslocamento do êmbolo 62 na primeira direção 90 pode incluir deslocar o êmbolo 62 para uma primeira extensão de curso na qual o fluxo é substancialmente restringido entre o êmbolo 62 e o barril 56 na primeira e segunda posições espaçadas 72a, 74a longitudinalmente ao longo do barril 56, e uma passagem de fluxo interior 70 do êmbolo 62 está em comunicação através do filtro 80 com a câmara de fluido 82 disposta longitudinalmente entre a primeira e segunda posições 72a, 74a.

[073] O passo de deslocamento do êmbolo 62 na segunda direção 92 pode incluir o deslocamento do êmbolo 62 para uma segunda extensão de curso em que a câmara de fluido 82 está em comunicação com a válvula parada 22.

[074] Na primeira extensão de curso, o líquido 84 pode fluir a partir da passagem de fluxo interior de êmbolo 70 para a câmara de fluido 82 através do filtro 80. Na segunda extensão de curso, o líquido 84 pode fluir a partir da câmara de fluido 82 para a passagem de fluxo interior de barril 67.

[075] Na segunda extensão de curso, fluxo entre o filtro 80 e a câmara de fluido 82 pode ser substancialmente restringido (por exemplo, na posição de restrição de fluxo 72a).

[076] O fluxo a partir da câmara de fluido 82 para a passagem de fluxo interior de êmbolo 70 através do filtro 80 elimina partículas particuladas acumuladas (tais como areia, finos de formação, espaçador, etc.) a partir do filtro 80. O fluxo pode compreender líquido 84, gás 88, combinação destes, ou outras composições de fluidos. O fluxo pode ser



um resultado de turbulência à medida que o êmbolo 62 desloca-se entre a primeira e segunda extensões de curso.

[077] Um sistema de bombeamento de poço 10 é também fornecido à técnica pela divulgação acima. Em um exemplo, o sistema 10 pode incluir um atuador 14 (tal como um atuador hidráulico, uma bomba-jaque de viga andadora, um atuador elétrico ou a combustível, etc.) que move em vaivém uma coluna de haste 18, e uma bomba de subsuperfície 20 que recebe fluido 26 a partir de um furo de poço 28 e descarrega o fluido 26 para dentro de uma cadeia de tubulação 30. A bomba de subsuperfície 20 pode incluir um êmbolo 62 com uma válvula de viagem 24, um barril 56 com uma válvula parada 22, e um filtro 80 que filtra líquido 84 que flui a partir da coluna de tubulação 30 para uma câmara de compressão 68 disposta longitudinalmente entre a válvula de viagem 24 e a válvula parada 22.

[078] O filtro 80 pode mover em vaivém em relação a uma câmara de fluido 82. Em uma primeira configuração da bomba de subsuperfície 20, tanto o filtro 80 e a câmara de fluido 82 estão dispostos longitudinalmente entre a primeira e a segunda posições 72a, 74a em que o fluxo entre o êmbolo 62 e o barril 56 é substancialmente restringido.

[079] A primeira posição 72a pode ser disposta longitudinalmente entre o filtro 80 e a câmara de fluido 82 em uma segunda configuração da bomba de subsuperfície 20. O êmbolo 62 pode apenas separar parcialmente a câmara de fluido 82 da câmara de compressão 68 na segunda configuração. O fluxo entre o filtro 80 e a câmara de fluido 82 pode ser substancialmente restringido na segunda configuração.

[080] Embora vários exemplos tenham sido descritos

acima, com cada exemplo com certos recursos, deve ser entendido que não é necessário que um recurso específico de um exemplo seja usado exclusivamente com esse exemplo. Em vez disso, qualquer dos recursos descritos acima e / ou representados nos desenhos podem ser combinados com qualquer um dos exemplos, além de ou em substituição para qualquer um dos outros recursos desses exemplos. Os recursos de um exemplo não são mutuamente exclusivos dos recursos de outro exemplo. Em vez disso, o escopo desta divulgação engloba qualquer combinação de qualquer um dos recursos.

[081] Embora cada exemplo descrito acima inclua uma certa combinação de recursos, deve ser entendido que não é necessário que todos os recursos de um exemplo sejam usados. Em vez disso, qualquer dos recursos descritos acima pode ser utilizado, sem qualquer outro recurso ou recursos particulares também sendo usados.

[082] Deve ser entendido que as várias modalidades aqui descritas podem ser utilizadas em várias orientações, tais como inclinadas, invertidas, horizontais, verticais, etc., e em várias configurações, sem se afastar dos princípios desta divulgação. As modalidades são descritas meramente como exemplos de aplicações úteis dos princípios da divulgação, que não é limitado a quaisquer detalhes específicos dessas modalidades.

[083] Na descrição acima dos exemplos representativos, os termos direcionais (como "acima", "abaixo", "superior", "inferior", etc.) são usados por conveniência ao se referir aos desenhos anexos. No entanto, deve ser claramente entendido que o escopo desta divulgação não se limita a quaisquer direções específicas aqui descritas.

[084] Os termos "incluindo", "inclui", "compreendendo", "compreende", e termos similares são usados em um sentido não-limitativo nesta especificação. Por exemplo, se um sistema, método, aparelho, dispositivo, etc., é descrito como "incluindo" um determinado recurso ou elemento, o sistema, o método, o aparelho, o dispositivo, etc., podem incluir esse recurso ou elemento e também podem incluir outros recursos ou elementos. Da mesma forma, o termo "compreende" é considerado como significando "compreende, mas não está limitado a".

[085] Evidentemente, um especialista na técnica, com uma consideração cuidadosa da descrição acima das modalidades representativas da divulgação, reconhece facilmente que podem ser feitas muitas modificações, adições, substituições, deleções e outras mudanças nas modalidades específicas, e tais mudanças são contempladas pelos princípios desta divulgação. Por exemplo, as estruturas descritas como sendo formadas separadamente podem, em outros exemplos, ser integralmente formadas e vice-versa. Consequentemente, a descrição detalhada precedente deve ser claramente entendida como sendo dada a título de ilustração e exemplo somente, o espírito e escopo da invenção sendo limitados somente pelas reivindicações anexas e seus equivalentes.



REIVINDICAÇÕES

1. Bomba de subsuperfície para uso em operações de elevação artificial de poço, a bomba de subsuperfície caracterizada pelo fato de que compreende:

um barril tendo uma válvula parada que controla o fluxo através de uma passagem de fluxo interior do barril; e

um êmbolo recebido reciprocamente no barril e deslocável para primeira e segunda extensões de curso opostas, na primeira extensão de curso, fluxo sendo substancialmente restringido entre o êmbolo e o barril em primeira e segunda posições espaçadas longitudinalmente ao longo do barril, na primeira extensão de curso uma passagem de fluxo interior do êmbolo está em comunicação através de um filtro com uma câmara de fluido disposta longitudinalmente entre a primeira e segunda posições, e na segunda extensão de curso a câmara de fluido sendo em comunicação com a válvula parada.

2. Bomba de subsuperfície, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que na segunda extensão de curso, a primeira posição está disposta longitudinalmente entre o filtro e a câmara de fluido.

3. Bomba de subsuperfície, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a câmara de fluido compreende uma seção alargada radialmente interior do barril.

4. Bomba de subsuperfície, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que na primeira extensão de curso, líquido flui a partir da passagem de fluxo interior de êmbolo para a câmara de fluido através do filtro, e na segunda extensão de curso, o líquido flui a partir da câmara de fluido para a passagem de fluxo interior de barril.

5. Bomba de subsuperfície, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que na segunda extensão de curso, fluxo entre o filtro e a câmara de fluido é substancialmente restringido.

6. Bomba de subsuperfície, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que na segunda extensão de curso, o êmbolo estende apenas parcialmente longitudinalmente através da câmara de fluido.

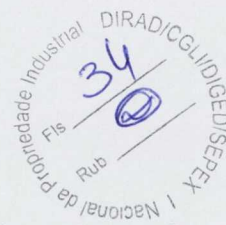
7. Bomba de subsuperfície, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a câmara de fluido compreende uma câmara anelar que envolve pelo menos parcialmente o filtro na primeira extensão de curso.

8. Método para bombear um fluido a partir de um furo de poço, o método caracterizado pelo fato de que compreende:

mover em vaivém um êmbolo em relação a um barril de uma bomba de subsuperfície, o movimento de vaivém compreendendo: a) deslocar o êmbolo em uma primeira direção, recebendo assim líquido em uma câmara de fluido a partir de um filtro, o líquido na câmara de fluido tendo sido filtrado pelo filtro, e b) deslocar o êmbolo em uma segunda direção oposta à primeira direção, transferindo assim o líquido a partir da câmara de fluido para uma passagem de fluxo interior do barril.

9. Método, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que a transferência compreende o deslocamento do filtro na segunda direção.

10. Método, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que a transferência compreende o deslocamento do filtro para cima em relação à câmara de fluido.



11. Método, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o deslocamento do êmbolo na primeira direção compreende o deslocamento do êmbolo para uma primeira extensão de curso em que o fluxo é substancialmente restringido entre o êmbolo e o barril na primeira e segunda posições afastadas longitudinalmente ao longo do barril, e uma passagem de fluxo interior do êmbolo está em comunicação através do filtro com a câmara de fluido disposta longitudinalmente entre a primeira e segunda posições.

12. Método, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o fluxo a partir da câmara de fluido para a passagem de fluxo interior de êmbolo através do filtro remove as partículas acumuladas do filtro.

13. Sistema de bombeamento de poço, caracterizado pelo fato de que compreende:

um atuador que move em vaivém uma coluna de haste; e
uma bomba de subsuperfície que recebe fluido de um poço e descarrega o fluido em uma coluna de tubulação, a bomba de subsuperfície compreendendo um êmbolo com uma válvula de viagem, um barril tendo uma válvula parada e um filtro que filtra o líquido que flui a partir da coluna de tubulação para um câmara de compressão disposta longitudinalmente entre a válvula de viagem e a válvula parada.

14. Sistema de bombeamento de poço, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que o filtro move em vaivém em relação a uma câmara de fluido, e, em uma primeira configuração da bomba de subsuperfície, tanto o filtro como a câmara de fluido são dispostos longitudinalmente entre a primeira e a segunda posições nas

15. Sistema de bombeamento de poço, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que a primeira posição é disposta longitudinalmente entre o filtro e a câmara de fluido em uma segunda configuração da bomba de subsuperfície.

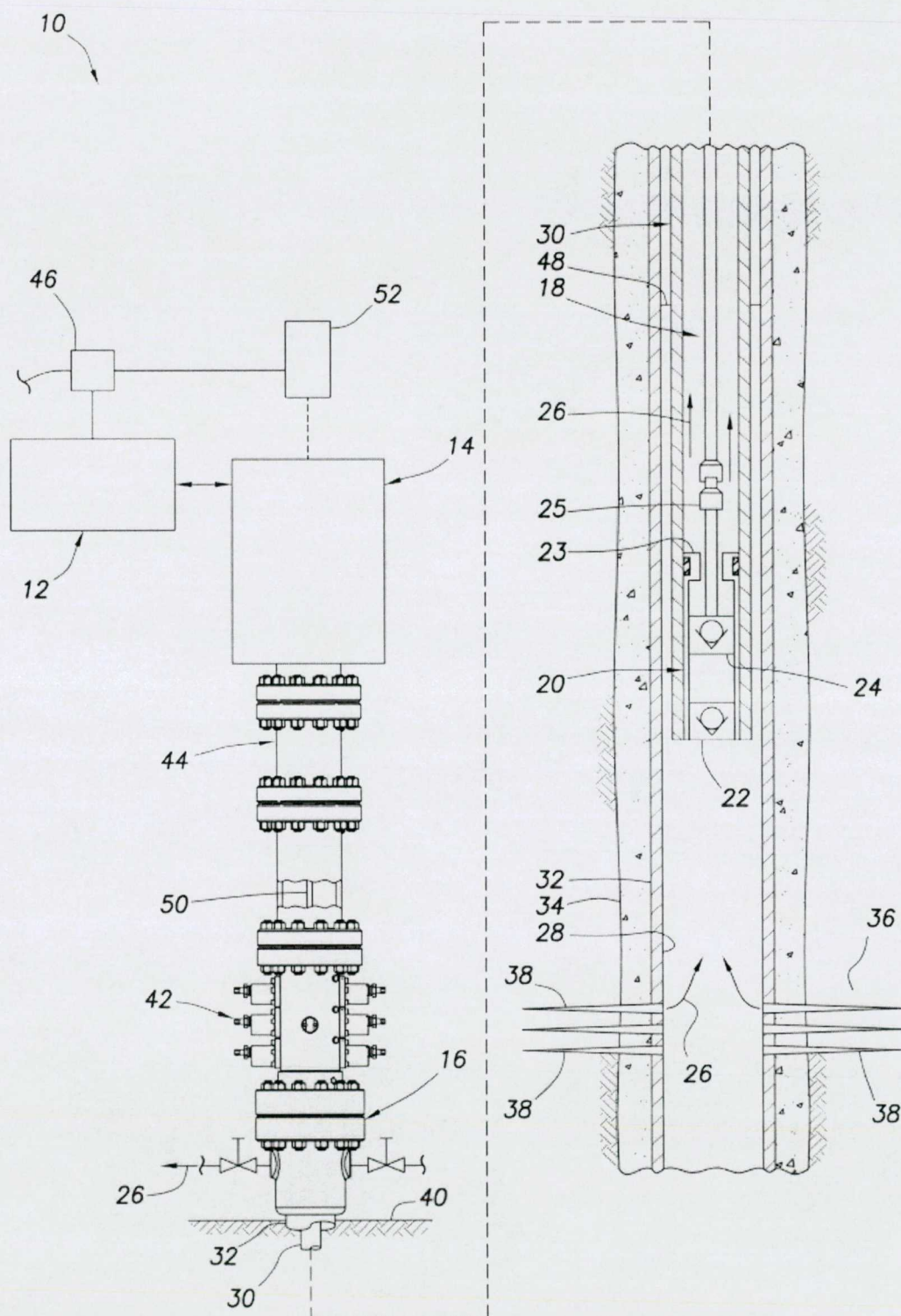


FIG. 1

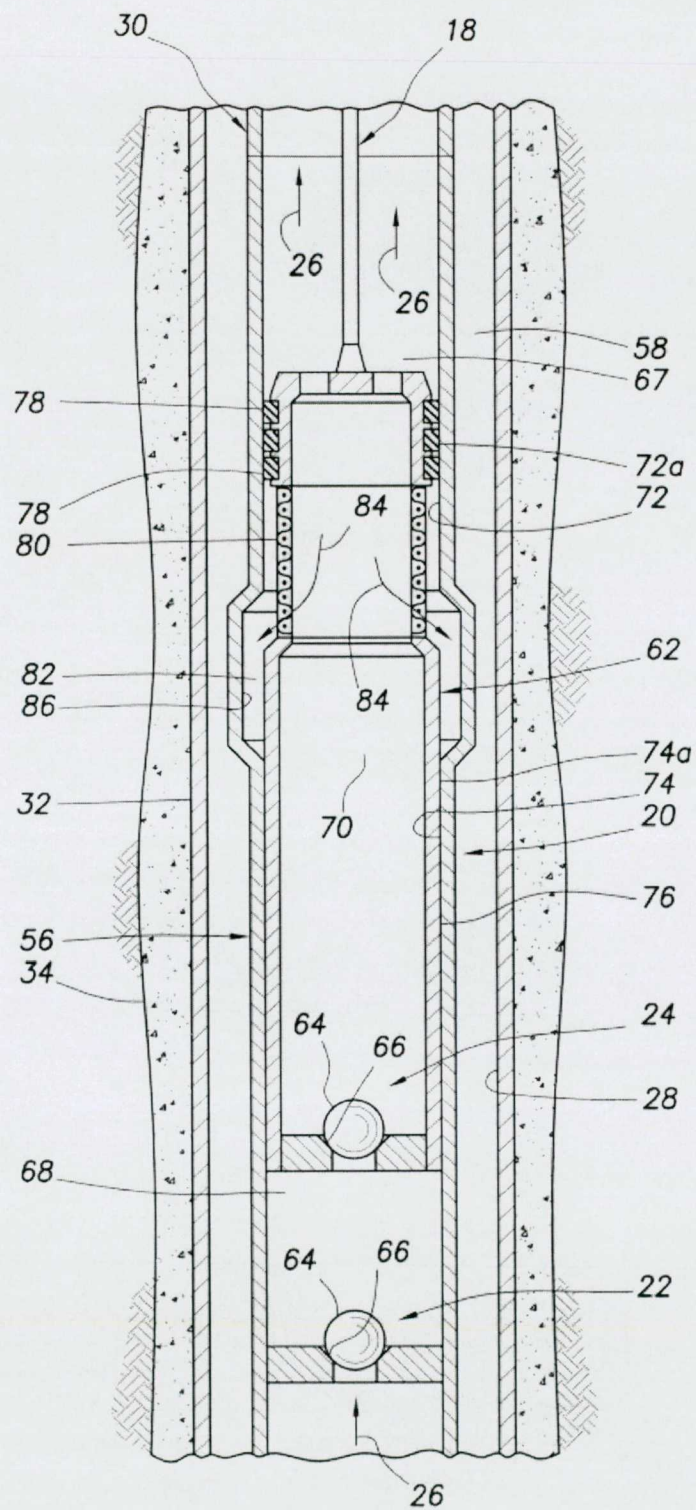


FIG.2

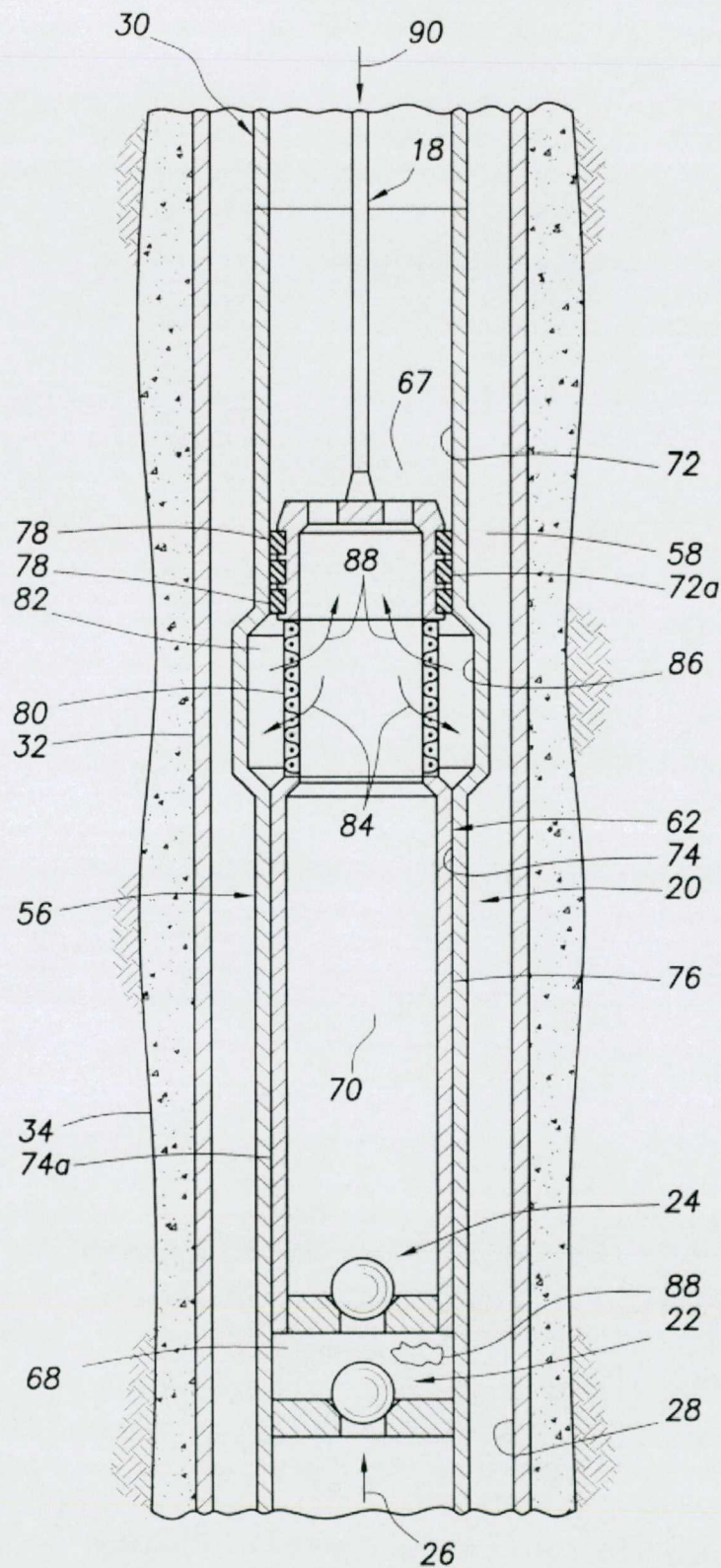


FIG.3A

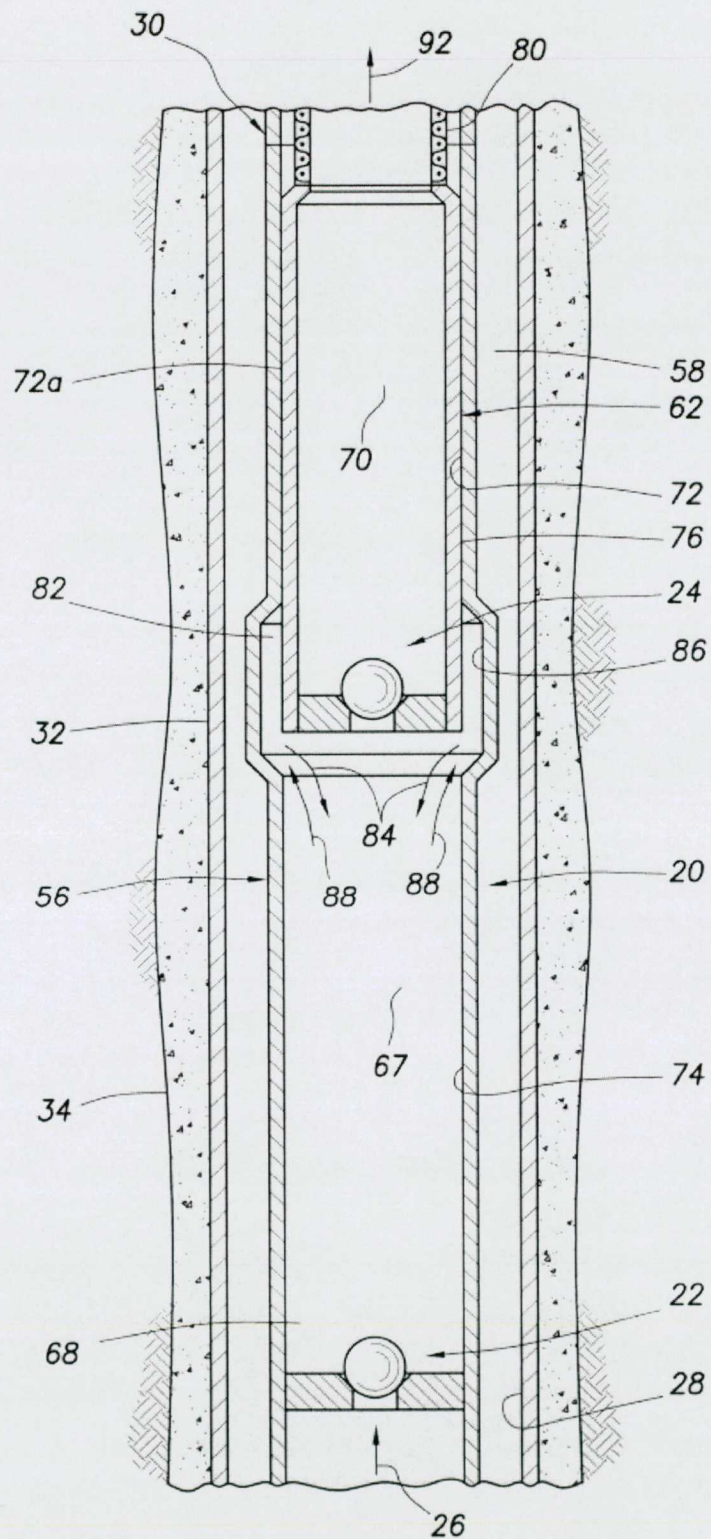


FIG. 3B

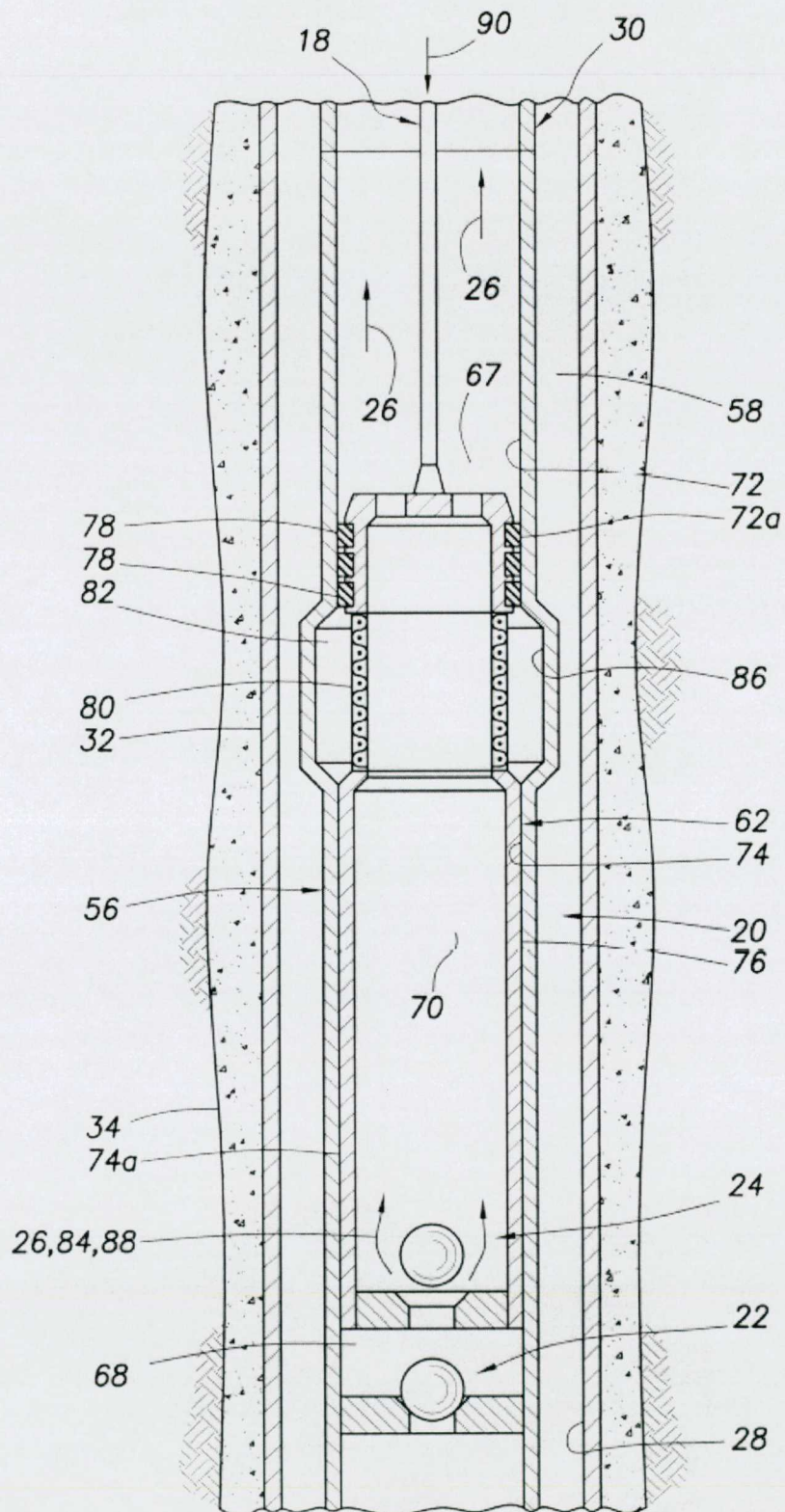


FIG. 3C

RESUMO**OPERAÇÕES DE ELEVAÇÃO ARTIFICIAL DE POÇO COM BOMBA
TOLERANTE À AREIA E GÁS**

Uma bomba pode incluir um êmbolo e um barril, em uma extensão de curso, fluxo sendo substancialmente restringido entre o êmbolo e o barril em posições espaçadas e uma passagem interior de êmbolo em comunicação filtrada com uma câmara de fluido entre as posições, e em uma extensão de curso oposta, a câmara de fluido sendo em comunicação com a válvula parada. Um método pode incluir deslocar um êmbolo em uma direção, recebendo assim líquido filtrado em uma câmara de fluido, e b) deslocar o êmbolo em uma direção oposta, transferindo assim o líquido para uma passagem interior de barril. Um sistema pode incluir um atuador que move em vaivém uma coluna de haste, e uma bomba incluindo um êmbolo com uma válvula de viagem, um barril tendo uma válvula parada, e um filtro que filtra o líquido que flui a partir de uma coluna de tubulação para uma câmara de compressão disposta entre a válvula de viagem e a válvula parada.