



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

(21) PI 0807159-4 A2



(22) Data de Depósito: 31/01/2008
(43) Data da Publicação: 29/04/2014
(RPI 2260)

(51) Int.Cl.:
E21B 34/04
E21B 43/16

(54) Título: SISTEMA DE CONTROLE DE INJEÇÃO DE PRODUTO QUÍMICO **(57) Resumo:**

(30) Prioridade Unionista: 01/02/2007 US 60/898,836

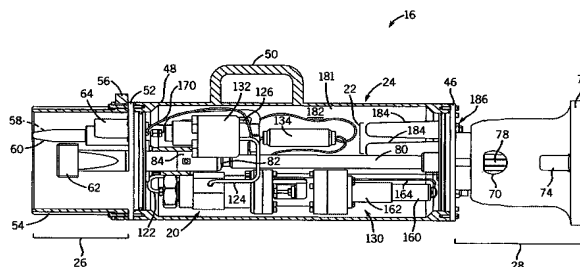
(73) Titular(es): Cameron International Corporation

(72) Inventor(es): Andrew Grace, Edmund McHugh, Gregory Greene

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT US2008052681 de 31/01/2008

(87) Publicação Internacional: WO 2008/095113de 07/08/2008



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**SISTEMA DE CONTROLE DE INJEÇÃO DE PRODUTO QUÍMICO**".

REFERÊNCIA CRUZADA AO PEDIDO AFIM

5 Este pedido reivindica prioridade ao Pedido de Patente Provisório U.S. Nº 60/898.836, intitulado "Sistema de Controle de Injeção de Produto Químico", depositado em 1 de fevereiro de 2007, que é aqui incorporado para referência.

ANTECEDENTES

10 Esta seção se destina a introduzir o leitor nos vários aspectos da técnica que podem estar relacionados a vários aspectos da presente invenção que são descritos e/ou reivindicados abaixo. Acredita-se que esta discussão seja útil em prover o leitor de informação preliminar para facilitar um melhor entendimento dos vários aspectos da presente invenção. Consequentemente, deve ser entendido que estas declarações devem ser interpretadas sob este aspecto, e não como admissões da técnica anterior.

20 Poços são geralmente usados para acessar recursos abaixo da superfície da terra. Por exemplo, óleo, gás natural e água são geralmente extraídos via um poço. Alguns poços são usados para injetar materiais abaixo da superfície da terra, por exemplo, para capturar dióxido de carbono, para armazenar gás natural para uso posterior, ou para injetar vapor ou outras substâncias perto de poço de óleo para melhorar a recuperação. Devido ao valor destes recursos de subsuperfície, a perfuração de poços implica, de maneira geral, em grandes custos, tipicamente se tomando muito cuidado para prolongar sua vida útil.

25 Sistemas de controle de injeção de produto químico são geralmente usados para manter um poço e/ou melhorar a produção de um poço. Por exemplo, sistemas de controle de injeção de produto químico são usados para injetar materiais inibidores de corrosão, materiais inibidores de espuma, materiais inibidores de cera, e/ou anticongelar para prolongar a vida
30 de um poço ou aumentar a taxa na qual os recursos são extraídos de um poço. Tipicamente, estes materiais são controladamente injetados no poço sobre um período de tempo pelo sistema de controle de injeção de produto

químico.

A vida de um sistema de controle de injeção de produto químico pode ser limitada por seus componentes mecânicos, tais como caixas de engrenagens, motores, e válvulas, que podem ficar desgastados. Além disso, sensores e atuadores usados para controlar a taxa de fluxo podem sofrer variações com o tempo, e, como resultado, a precisão do sistema de controle de injeção de produto químico pode declinar. Estes problemas podem ser particularmente críticos em aplicações submarinhas, onde o sistema de controle de injeção de produto químico pode ser difícil e/ou caro de ser acessado. A substituição de um sistema de controle de injeção de produto químico desgastado ou impreciso pode significativamente acrescentar custo à operação de um poço, por exemplo.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Estes e outros aspectos, características e vantagens da presente invenção se tornarão melhor entendidos, quando da leitura da seguinte descrição detalhada de certas concretizações exemplificativas com referência aos desenhos anexos, nos quais caracteres similares representam partes similares por todos os desenhos, onde:

a figura 1 é uma vista em perspectiva de um sistema de extração de recursos exemplificativo, de acordo com uma concretização da presente técnica;

a figura 2 é uma vista em perspectiva parcial do sistema de extração de recursos da figura 1 que representa um sistema de controle de injeção de produto químico exemplificativo e um receptáculo de válvula, de acordo com uma concretização da presente técnica;

a figura 3 é uma vista em perspectiva traseira do sistema de controle de injeção de produto químico da figura 2;

a figura 4 é uma vista em perspectiva do receptáculo de válvula da figura 2;

a figura 5 é uma vista recortada do sistema de controle de injeção de produto químico da figura 2;

a figura 6 é uma vista lateral de um regulador de fluxo exemplifi-

cativo, de acordo com uma concretização da presente técnica;

a figura 7 é uma vista em seção transversal de uma válvula exemplificativa, de acordo com uma concretização da presente técnica;

5 a figura 8 é uma vista diagramática do regulador de fluxo da figura 6;

a figura 9 é um fluxograma de um processo de controle de fluxo exemplificativo, de acordo com uma concretização da presente técnica;

10 a figura 10 é uma vista em seção transversal de um equalizador de pressão exemplificativo, de acordo com uma concretização da presente técnica;

a figura 11 é um fluxograma que representa um processo de equalização de pressão exemplificativo, de acordo com uma concretização da presente técnica;

15 a figura 12 é uma vista em seção transversal de um medidor de fluxo exemplificativo, de acordo com uma concretização da presente técnica;

as figuras 13-16 são vistas em seção transversal do medidor de fluxo da figura 12 em quatro estágios sequenciais de operação;

20 as figuras 17 e 18 são gráficos que representam sinais de sensor de posição do medidor de fluxo da figura 12 durante o fluxo de fluido dianteiro e fluxo de fluido inverso, respectivamente;

a figura 19 é um gráfico que representa a posição de agulha versus o coeficiente de fluxo para a válvula da figura 7; e

25 a figura 20 é um fluxograma que representa um procedimento de ajuste de válvula exemplificativo, de acordo com uma concretização da presente técnica.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS CONCRETIZAÇÕES ESPECÍFICAS

30 Uma ou mais concretizações específicas da presente invenção serão descritas abaixo. Estas concretizações descritas são apenas exemplificativas da presente invenção. Adicionalmente, em um esforço para prover uma descrição concisa destas concretizações exemplificativas, todas as características de uma implementação atual podem não ser descritas no relatório descritivo. Deve ser apreciado que no desenvolvimento de tal implemen-

tação atual, como em qualquer projeto de engenharia ou de desenho, inúmeras decisões específicas de implementação têm que ser feitas para atingir os objetivos específicos do desenvolvedor, tal como concordância com restrições relacionadas ao sistema e relacionadas ao negócio, que podem variar de uma implementação para outra. Além disso, deve ser apreciado que tal esforço de desenvolvimento poderia ser complexo e demorado, mas seria, contudo, uma rotina de garantia de desenho, de fabricação, e de manufatura para aqueles versados na técnica apresentando o benefício desta descrição.

Quando da introdução de elementos de várias concretizações da presente invenção, os artigos "um/uma", "o/a" ou "o dito/a dita" se destinam a indicar a existência de um ou mais elementos. Os termos "compreendendo", "incluindo", e "apresentando" se destinam a ser inclusivos, indicando, com isso, elementos adicionais além dos elementos listados. Ademais, o uso de "superior", "inferior", "acima", "abaixo", e de variações destes termos é feito por conveniência, embora não seja necessária qualquer orientação específica dos componentes.

Certas concretizações exemplificativas da presente invenção incluem um sistema de controle de injeção de produto químico que endereça uma ou mais das inadequações acima mencionadas de sistemas de controle de injeção de produto químico convencionais. Algumas concretizações podem incluir um regulador de fluxo que apresenta um medidor de fluxo de deslocamento positivo, que, conforme explicado abaixo, pode se manter preciso sobre períodos mais longos de tempo e sob uma variedade mais ampla de condições do que os medidores de fluxo usados em reguladores de fluxo convencionais. Em algumas concretizações, o regulador de fluxo pode ser configurado para exercer o controle de alimentação direto de uma válvula, sem usar um loop de controle de realimentação de posicionamento de válvula aninhado. Conforme explicado abaixo, reguladores de fluxo que exercem o controle de alimentação da válvula podem se manter precisos sobre períodos mais longos de tempo do que sistemas que exercem o controle de realimentação, que tipicamente conta com as constantes do sistema que poderão não ser apropriadas, quando do desgaste dos componentes de

válvula ou quando da alteração de outras condições. Adicionalmente, ou alternativamente, algumas concretizações podem imergir componentes do sistema de controle de injeção de produto químico em um fluido protetor, tal como óleo, para reduzir o desgaste nos componentes móveis e potencialmente prolongar sua vida útil. Para esta finalidade, algumas concretizações podem ter um alojamento vedado para conter o fluido protetor e um equalizador de pressão para reduzir as cargas hidrostáticas em aplicações submarinas, conforme explicado abaixo. Antes de detalhadamente endereçar estas características, são discutidos os aspectos de um sistema que pode empregar tal sistema de controle de injeção de produto químico.

A figura 1 representa um sistema de extração de recursos exemplificativo 10 que pode incluir um poço 12, que é coloquialmente denominado de "árvore de natal" 14 (adiante, "árvore"), um sistema de controle de injeção de produto químico 16, e um receptáculo de válvula 18. O sistema de controle de injeção de produto químico ilustrado 10 pode ser configurado para extrair hidrocarbonetos (por exemplo, óleo e/ou gás natural). Em algumas concretizações, o sistema de extração de recursos 10 pode ser baseado na terra ou disposto debaixo das águas do mar, e/ou configurado para extrair ou injetar outras substâncias, tais como aquelas discutidas acima.

Quando montada, a árvore 14 pode ser acoplada ao poço 12 e incluir uma variedade de válvulas, encaixes, e controles para operar o poço 12. O sistema de controle de injeção de produto químico 16 pode ser acoplado à árvore 14 pelo receptáculo de válvula 18. A árvore 14 pode colocar o sistema de controle de injeção de produto químico 16 em comunicação de fluido com o poço 12. Conforme explicado abaixo, o sistema de controle de injeção de produto químico 16 pode ser configurado para regular o fluxo de um produto químico através da árvore 14 e para o poço 12.

A figura 2 é uma vista em perspectiva do sistema de controle de injeção de produto químico 16 casado com o receptáculo de válvula 18. Conforme ilustrado, o sistema de controle de injeção de produto químico 16 pode incluir um regulador de fluxo 20, um equalizador de pressão 22, um alojamento 24, uma interface de árvore 26, e uma interface ROV (veículo remo-

tamente operado) 28. Conforme descrito em referência às figuras 5-8, o regulador de fluxo 20 pode incluir componentes que reduzem a probabilidade de o regulador de fluxo 20 perder a precisão com o tempo. Conforme discutido em referência às figuras 10 e 11, o equalizador de pressão 22 pode facilitar a inclusão de um fluido protetor, que, acredita-se estender a vida de componentes móveis dentro do alojamento 24. Antes de detalhadamente endereçar estas características, serão discutidos outros componentes do sistema de controle de injeção de produto químico 16.

Com referência às figuras 2 e 3, o alojamento 24 pode incluir uma placa de extremidade externa 46, uma parede lateral 48, um cabo 50, uma placa de extremidade interna 52, e uma proteção de interface de árvore 54. A parede lateral 48 e as placas de extremidade 46 e 52 podem ser formadas a partir de um material resistente à corrosão geralmente rígido e, em geral, podem definir um volume cilíndrico reto com uma base circular. A proteção de interface de árvore 54 pode se estender da parede lateral 48 além da placa de extremidade interna 52. O cabo 50 pode ser afixado (por exemplo, soldado) à parede lateral 48 e pode ter a forma de U. Algumas concretizações podem incluir cabos adicionais 50.

Conforme ilustrado pela figura 3, a interface de árvore 26 pode incluir uma chave 56, pinos de guia 58 e 60, um engate 62, um conector elétrico 64, um conector de entrada de fluido 66, e um conector de saída de fluido 68. Na presente concretização, com a exceção da chave 56, os componentes da interface de árvore 26 podem ser geralmente dispostos dentro da proteção de interface de árvore 54. Estes componentes podem ser configurados para elétrica, fluida e/ou mecanicamente acoplar o sistema de controle de injeção de produto químico 16 à árvore 14 através de componentes complementares no receptáculo de válvula 18, conforme explicado abaixo depois de discutir a interface ROV 28.

A interface ROV 28 será agora descrita com referência às figuras 2 e 5. A interface ROV ilustrada 28 pode incluir aberturas 70, um agarre alargado 72, fendas 74 e 76, e uma interface de ferramenta de torque 78. Em algumas concretizações, a interface ROV 28 pode ser uma interface

ROV API 17D classe 4. A interface ROV 28 pode ser conectada à placa de extremidade externa 46. A interface de ferramenta de torque 78, que pode ser configurada para ser acoplada a uma ferramenta de torque em um ROV, pode ser disposta dentro do agarre alargado 72 e, em geral, simetricamente
5 entre as fendas 74 e 76.

Conforme ilustrado pela figura 5, a interface de ferramenta de torque 78 pode ser acoplada a um mecanismo de acionamento interno que inclui um eixo de transmissão 80, um acoplamento rosqueado 82, e um ca-
me 84 que é ligado ao engate 62. A operação destes componentes será
10 descrita depois de discutir as características do receptáculo de válvula 18.

As figuras 2 e 4 ilustram o receptáculo de válvula exemplificativo 18. A partir das características representadas pela figura 2, o receptáculo de válvula 18 pode incluir uma entrada de fluido 86, uma saída de fluido 88, uma conexão elétrica 90, um flange de montagem 92, uma chaveta 94, flan-
15 ges de suporte 96, um flange externo 98, uma abertura de válvula 100, uma bandeja de válvula 102, e suportes de bandeja 104. A entrada de fluido 86 pode ser um conduto de fluido, um tubo, ou um cano que está em comunica-
ção de fluido com uma fonte de fluido, tal como um suprimento de um líquido a ser injetado, e a saída de fluido 88 pode ser um conduto de fluido, um tu-
20 bo, ou um cano que está em comunicação de fluido com o poço 12. A conexão elétrica 90 pode ser acoplada a uma fonte de energia, um dispositivo de entrada de usuário, um monitor e/ou um controlador de sistema. O flange de montagem 92 pode ser configurado para acoplar o receptáculo de válvula 18 à árvore 14. A chaveta 94 e a bandeja de válvula 102 podem ser configura-
25 das para alinhar pelo menos aproximadamente o sistema de controle de injeção de produto químico 16 com relação ao receptáculo de válvula 18 durante uma instalação do sistema de controle de injeção de produto químico 16. Especificamente, a bandeja de suporte de válvula 102 pode ser configura-
30 rada para sustentar o sistema de controle de injeção de produto químico 16, na medida em que ele desliza para a abertura de válvula 100, e a chave 56 pode ser configurada para deslizar para a chaveta 94 para rotacionalmente posicionar o sistema de controle de injeção de produto químico 16.

De volta às características ilustradas pela figura 4, o receptáculo de válvula 18 pode incluir uma fenda 106, chanfraduras de entrada 108 e 110, aberturas chanfradas 112 e 114, um conector elétrico complementar 116, um conector de entrada de fluido complementar 118, e um conector de saída de fluido complementar 120. Na presente concretização, estes componentes podem ser dispostos dentro da abertura de válvula 100. As chanfraduras de entrada 108 e 110 e a fenda 106 podem ser configuradas para alinhar e receber o engate 62 do sistema de controle de injeção de produto químico 16, e as aberturas chanfradas 112 e 114 podem ser configuradas para receber os pinos de guias 58 e 60, respectivamente. Adicionalmente, o conector de entrada de fluido complementar 118 pode ser configurado para fluidamente acoplar a entrada de fluido 86 ao conector de entrada de fluido 66, e o conector de saída de fluido complementar 120 pode ser configurado para fluidamente acoplar a saída de fluido 88 ao conector de saída de fluido 68. O conector elétrico complementar 116 pode ser configurado para eletricamente acoplar o conector elétrico 64 no sistema de controle de injeção de produto químico 16 à conexão elétrica 90.

Durante a instalação, o sistema de controle de injeção de produto químico 16 pode ser preso a um ROV acima ou próximo da superfície do oceano, por exemplo, em uma estrutura de suporte ou embarcação. O ROV pode então submergir e conduzir o sistema de controle de injeção de produto químico 16 para a árvore 14 e colocá-lo na bandeja de válvula 10. O ROV pode girar o sistema de controle de injeção de produto químico 16 para alinhar a chave 56 com a chaveta 94. O ROV pode então acionar o sistema de controle de injeção de produto químico 16 para frente para a abertura de válvula 100, conforme indicado pela seta 121. Na medida em que o sistema de controle de injeção de produto químico 16 se move para frente, os pinos de guia 58 e 60 podem se casar ou cooperar com as aberturas chanfradas 112 e 114 para adicionalmente refinar o alinhamento do sistema de controle de injeção de produto químico 16. Com o movimento dianteiro adicional, o engate 62 pode ser inserido através da fenda 106 com o auxílio das chanfraduras de entrada 108 e 110.

Para formar as conexões elétricas e de fluido, uma ferramenta de torque no ROV pode então girar a interface de ferramenta de torque 78, que pode girar o eixo de transmissão 80 dentro do came 84. O came 84 pode transmitir aproximadamente os primeiros 90° de rotação do eixo de transmissão 80 para rotação do engate 62, posicionando assim o engate 62 fora de alinhamento com a fenda 106 e impedindo, de maneira geral, que o engate 62 seja recuado através da fenda 106. Depois de 90° de rotação, o came 84 pode, em geral, cessar a transmissão da rotação do eixo de transmissão 80, e o acoplamento rosqueado 82 pode converter a rotação desta tração 80 em uma translação linear ou recuo do engate 62 na direção do alojamento 24. Entretanto, pelo fato de o engate 62 estar desalinhado com a fenda 106, ele pode ser geralmente impedido de se mover para trás pelo receptáculo de válvula 18. Na medida em que o engate 62 é puxado para trás, o sistema de controle de injeção de produto químico 116 pode gradualmente transladar para frente, podendo ser formadas as conexões elétricas e de fluido. Finalmente, o ROV pode ser desengatado do sistema de controle de injeção de produto químico 16 e retornar para a superfície.

Características do regulador de fluxo 20 serão agora descritas com referência às figuras 5-9. A figura 5 ilustra o regulador de fluxo 20 dentro de uma porção recortada do alojamento 24, e a figura 6 ilustra o regulador de fluxo 20 em isolamento. A figura 7 é uma vista em seção transversal de uma válvula que pode ser empregada no regulador de fluxo 20, e a figura 8 é uma representação diagramática do medidor de fluxo 20. A figura 9 ilustra um processo de controle de fluxo exemplificativo que pode ser executado pelo regulador de fluxo 20.

De volta à figura 6, o regulador de fluxo 20 pode incluir condutos de fluido 122, 124 e 126, uma válvula 128, um comando de válvula 130, um medidor de fluxo 132, e um controlador 134. Conforme explicado abaixo, o regulador de fluxo 20 pode ser configurado para regular ou controlar um parâmetro de fluxo, tal como uma taxa de fluxo volumétrica, uma taxa de fluxo de massa, um volume, e/ou uma massa de fluido que flui para o poço 12.

Características da válvula exemplificativa 128 são representadas

na vista em seção transversal da figura 7. A válvula 128 pode incluir um corpo 136, uma entrada rosqueada 138, um assento de agulha 140, uma agulha 142, vedações 144, 146 e 148, e uma tubulação de saída 150. O assento de agulha ilustrado 140 pode incluir aberturas 152 e um percurso de fluido estreitado 154. A agulha 142 pode ser configurada para linearmente transladar através do corpo 136, conforme indicado pela seta 156, e pode incluir uma ponta cônica 158 disposta geralmente dentro do assento de agulha 140.

Em operação, um fluido pode fluir através da entrada rosqueada 138, passar através do assento de agulha 140, e fluir para fora da válvula 128 através do conduto 124, que pode ser acoplado à tubulação de saída 150. A agulha 142 pode ser movida, conforme indicado, pela seta 156 para controlar a taxa de fluxo através da válvula 128. Conforme a agulha 142 é retirada ou movida para cima, uma abertura entre a ponta cônica 158 e o percurso de fluido estreitado 154 do assento de agulha 140 pode se expandir, podendo ser aumentada a taxa de fluxo. Contrariamente, na medida em que a agulha 142 é acionada para o corpo 136 ou movida para baixo, a abertura entre a ponta cônica 158 e o percurso de fluido estreitado 154 pode diminuir, e a taxa de fluxo através da válvula 128 pode diminuir. Isto é, a taxa de fluxo através da válvula 128 pode geralmente corresponder à posição da agulha 142. A válvula 128 pode ter uma relação de virada para baixo maior ou igual a 100:1, e algumas concretizações podem incluir duas ou mais válvulas 128 que são, cada qual, dimensionadas para diferentes taxas de fluxo.

De volta à figura 6, o comando de válvula ilustrado 130 pode incluir um motor 160, uma caixa de engrenagens 162, e um percurso de sinal de controle 164. O motor 160 pode ter um motor de corrente contínua (CC), por exemplo, um motor elétrico CC de 20-24 volts. Em certas concretizações, a caixa de engrenagens 162 inclui uma caixa de engrenagens planetária de alta relação de potência com uma relação de engrenagem além de 600:1. Em algumas concretizações, estes componentes 160 e 162 podem ser imersos em um ambiente cheio de óleo, conforme explicado abaixo. Vantajosamente, tal ambiente pode tender a reduzir o desgaste nestes compo-

nentes 160 e 162.

O medidor de fluxo 132 pode incluir uma entrada de fluido 166, uma saída de fluido 168, e um percurso de sinal de medição 170. Em algumas concretizações, o medidor de fluxo 132 pode ser um medidor de fluxo de deslocamento positivo. Isto é, o medidor de fluxo 132 pode ser configurado para diretamente medir uma taxa de fluxo ou uma quantidade com a detecção de um volume deslocado por um fluido que flui através do mesmo. Por exemplo, o medidor de fluxo 132 pode ser configurado para medir o volume ou a taxa de fluxo de um fluido móvel com a divisão do fluido em volumes medidos geralmente fixos. Os inúmeros volumes medidos podem geralmente determinar o volume e/ou a massa de fluido que flui através dos mesmos, e os inúmeros volumes medidos por tempo unitário podem geralmente determinar a taxa de fluxo volumétrica e/ou de massa do fluido que flui através dos mesmos. Em algumas concretizações, o medidor de fluxo 132 pode incluir uma montagem de pistão e cilindro, um dispositivo peristáltico, um medidor de palheta giratória, um medidor de engrenagem oval, um medidor de vórtice, e/ou um medidor de disco de natação. O medidor de fluxo 132 pode ter uma relação de virada para baixo maior ou igual a 100:1, 300:1, 700:1 ou 1000:1. O medidor de fluxo 132 pode ser geralmente isento de mancais e geralmente resistente quimicamente. Adicionalmente, em algumas concretizações, o medidor de fluxo 132 pode ser taxado para pressões maiores do que 34,473 MPa, 68,947 MPa, 103,421 MPa ou 137,895 MPa (5 ksi, 10 ksi, 15 ksi ou 20 ksi).

Vantajosamente, um medidor de fluxo de deslocamento positivo pode exibir menos variações sobre longos períodos de tempo (por exemplo, sobre vários anos) e pode manter a precisão com uma variedade de diferentes tipos de fluidos. Devido ao fato de o medidor de fluxo de deslocamento positivo 132 medir as taxas de fluxo e/ou volumes diretamente (em vez de inferir taxas de fluxo e volumes de uma correlação entre algum outro parâmetro, tal como queda de pressão através de uma placa de orifícios, e a taxa de fluxo) o medidor de taxa de fluxo de deslocamento positivo 132 pode ser submetido a menos fontes de erro e pode ser mais fácil de ser calibrado do

que outros tipos de medidores de fluxo. Entretanto, deve ser notado que, em outras concretizações, podem ser empregados outros tipos de medidores de fluxo, tal como um medidor de fluxo de pressão diferencial.

O recipiente 134 pode incluir um processador 172 e uma memória 174. O controlador 134 pode ser configurado para determinar uma taxa de fluxo volumétrica, uma taxa de fluxo de massa, um volume, ou uma massa com base em um sinal do medidor de fluxo 132. O controlador 134 pode ser também configurado para regular ou controlar um ou mais destes parâmetros com base no sinal do medidor de fluxo 132 com a sinalização do motor 160 para ajustar a posição da agulha 142. Para esta finalidade, o controlador 134 pode incluir software e/ou circuitos configurados para executar uma rotina de controle, tal como uma rotina de controle proporcional-integral-diferencial (PID). Em algumas concretizações, a rotina de controle e/ou os dados com base no sinal do medidor de fluxo 132 podem ser armazenados na memória 174 ou em outro meio legível por computador.

A figura 8 é uma representação diagramática do regulador 20. A partir das conexões configuradas para conduzir fluidos, o conector de entrada de fluido 66 pode ser fluidamente acoplado à entrada rosqueada 138 da válvula 128 pelo conduto de fluido 122. A tubulação de saída de fluido 150 da válvula 128 pode ser fluidamente acoplada à entrada de fluido 166 do medidor de fluxo 132 pelo conduto de fluido 124. Adicionalmente, a saída de fluido 168 do medidor de fluxo 132 pode ser fluidamente acoplada ao conector de saída de fluido 68 pelo conduto de fluido 126. De volta para as conexões configuradas para conduzir dados de informação, e/ou sinais de controle, o controlador 134 pode ser comunicativamente acoplado ao medidor de fluxo 132 pelo percurso de sinal de medição 170 e para o comando de válvula 130 pelo percurso de sinal de controle 164. Adicionalmente, o controlador 134 pode ser comunicativamente acoplado ao conector elétrico 64 para comunicação com outros componentes do sistema de extração de recursos 10 e para uma fonte de energia. A agulha 142 mecanicamente liga o comando de válvula 132 e a válvula 128.

Em operação, o controlador 134 pode exercer o controle de rea-

alimentação sobre o fluxo de fluido através do regulador de fluxo 20. O controlador 134 pode transmitir um sinal de controle para o comando de válvula 130. O conteúdo do sinal de controle pode ser determinado por uma comparação ou baseado em uma comparação entre o parâmetro de fluxo (por exemplo, uma taxa de fluxo volumétrica, uma taxa de fluxo de massa, um volume, ou uma massa) medido pelo medidor de fluxo 132 e um valor desejado do parâmetro de fluxo. Por exemplo, se o controlador 134 determinar que a taxa de fluxo através do regulador de fluxo 20 é menor do que uma taxa de fluxo desejada, o controlador 134 poderá sinalizar o comando de válvula 130 para retirar a agulha 142 a certa distância. Em resposta, o motor 160 pode acionar a caixa de engrenagens 162, e a caixa de engrenagens 162 pode converter o movimento rotacional do motor 160 em translação linear da agulha 142. Como resultado, em algumas concretizações, a taxa de fluxo através da válvula 128 pode aumentar na medida em que a abertura entre a ponta cônica 158 da agulha 142 do percurso de fluxo estreitado 154 do assento de agulha 140 aumenta. Alternativamente, se o controlador 134 determinar que a taxa de fluxo (ou outro parâmetro de fluxo) através do regulador de fluxo 20 é maior do que uma taxa de fluxo desejada (ou outro parâmetro de fluxo), o controlador 134 poderá sinalizar o comando de válvula 130 para acionar a agulha 142 a uma certa distância para a válvula 128, potencialmente diminuindo assim a taxa de fluxo. Em outras palavras, o controlador 134 pode sinalizar o comando de válvula 130 para mover a agulha 142 a uma certa distância com base em um parâmetro de fluxo detectado pelo medidor de fluxo 132.

Para controlar o parâmetro de fluxo, o controlador 134 pode exercer o controle de realimentação e/ou de alimentação do comando de válvula 130. Por exemplo, em algumas concretizações, o controlador 134 pode receber um sinal de realimentação de acionamento 175 que é indicativo da posição da agulha 142 ou que é correlacionado com a mesma. Com o uso do sinal de realimentação de acionamento 175, o controlador 134 pode exercer o controle de realimentação sobre a posição da agulha 142. Isto é, o controlador 134 pode enviar um sinal de controle 164 que é determinado,

5 pelo menos em parte, por uma comparação entre o sinal de realimentação de acionamento 175 e uma posição de agulha desejada. A posição da agulha desejada pode ser determinada por uma tabela, uma equação, e/ou uma relação armazenada na memória 174 que correlaciona a posição da agulha com a taxa de fluxo através da válvula 128. Concretizações que empregam o controle de realimentação tanto sobre a posição da agulha 142 quanto sobre o parâmetro de fluxo podem ser caracterizadas como tendo um loop de controle aninhado, por exemplo, um loop de controle de realimentação direcionado para controlar a posição da agulha aninhada dentro de um loop de controle de realimentação direcionado para controlar o parâmetro de fluxo.

10 Algumas concretizações podem não incluir um loop de controle aninhado ou podem empregar um loop de controle aninhado em uma maneira mais limitada. Por exemplo, em algumas concretizações, o controlador 134 pode não receber o sinal de realimentação de acionamento 175 ou pode parcial ou inteiramente desconsiderar o sinal de realimentação de acionamento 175. Em certas concretizações, o controlador 134 pode exercitar o controle de alimentação sobre a posição da agulha 142. Isto é, o controlador 134 pode transmitir o sinal de controle 164 para o comando de válvula 130 com base em uma diferença entre um valor de parâmetro de fluxo desejado e um valor de parâmetro de fluxo medido, não obstante uma posição comum da agulha 142. Em outras palavras, algumas concretizações podem não contar com uma correlação armazenada entre a posição da agulha e a taxa de fluxo através da válvula 128. Por exemplo, em operação, o controlador 134 pode determinar que a taxa de fluxo volumétrica comum através do regulador de fluxo 20 é menor do que a taxa de fluxo volumétrica desejada e, em resposta, o sinal do comando de válvula 130 para deslocar a posição da agulha 142 a uma certa distância. Em algumas concretizações, o controlador 134 pode terminar esta distância sem consideração à posição comum da agulha 142.

30 Vantajosamente, concretizações sem um loop de controle aninhado podem controlar os parâmetros de fluxo mais precisamente sobre um período mais longo de tempo e sob uma variedade mais ampla de circuns-

tâncias do que os sistemas convencionais. Devido ao fato de algumas concretizações não contarem com uma correlação entre a posição da agulha 142 e a taxa de fluxo através da válvula 128, elas podem ser mais robustas em face das condições variáveis. Por exemplo, a ponta cônica 158 da agulha 142 ou o percurso de fluido estreitado 154 do assento da agulha 140 pode desgastar e mudar a relação entre a posição da agulha 142 e a taxa de fluxo através da válvula 129. Tal mudança poderia introduzir erro, quando do exercício de um controle de realimentação da posição da agulha 142. Em algumas circunstâncias, este erro poderia diminuir a sensibilidade, a estabilidade, ou a precisão do regulador de fluxo 20. Em contraste, concretizações sem um loop de controle aninhado para controlar a posição da agulha 142 podem ser afetadas menos por estas fontes de erro.

A figura 9 é um fluxograma que ilustra um processo de controle de fluxo exemplificativo 176. O processo de controle de fluxo 176 pode incluir a detecção direta de um parâmetro de fluxo de um fluxo através de uma cabeça de poço com um medidor de fluxo de deslocamento positivo, conforme indicado pelo bloco 178, e o ajuste do parâmetro de fluxo com base em um sinal do medidor de fluxo de deslocamento positivo, conforme representado pelo bloco 180. O ajuste do parâmetro de fluxo pode incluir a abertura ou o fechamento parcial ou total de uma válvula com o exercício de um controle de realimentação e/ou de alimentação sobre o grau com relação ao qual a válvula é aberta ou fechada.

O processo de controle de fluxo exemplificativo 176 pode resultar no controle relativamente robusto do parâmetro de fluxo sobre longos períodos de tempo. Conforme discutido acima, acredita-se que certos medidores de fluxo de deslocamento positivo tenham uma maior confiabilidade (isto é, uma melhor exatidão ou precisão com o tempo) porque eles medem o fluxo diretamente em vez de inferir a taxa de fluxo de uma correlação entre algum outro parâmetro (tal como uma queda de pressão através de uma placa de orifícios) e a taxa de fluxo. Tais medidores de fluxo de deslocamento positivo podem ser robustos e responsivos a mudanças na relação entre o parâmetro e a taxa de fluxo. Adicionalmente, concretizações que não exer-

cem um controle de realimentação sobre o grau com relação ao qual a válvula é aberta ou fechada (ou pelo menos o controle de realimentação aninhado direto da posição da válvula) podem ser robustas e responsivas a mudanças na relação entre a taxa de fluxo e a posição da válvula.

5 Outras características do sistema de controle de injeção de produto químico 16 podem tender a prolongar a vida útil. Por exemplo, de volta à figura 5, um interior 181 do alojamento 24 pode ser parcial ou substancialmente enchido por completo com um fluido protetor 182, tal como óleo. Em algumas concretizações, o fluido protetor 182 pode ser um óleo de mecanismo hidráulico. Vantajosamente, o fluido protetor 182 pode lubrificar e/ou
10 tender a reduzir o desgaste nos componentes dentro do alojamento 24, tais como o eixo de transmissão 80, o came 84, o acoplamento rosqueado 82, e/ou o comando de válvula 130. Para manter a separação da água do mar e do fluido protetor 182, o alojamento 124 pode ser substancialmente estanque à água. Em algumas aplicações submarinhas, uma diferença na pressão
15 entre o fluido protetor 182 e a água do mar circundante pode exercer uma carga hidrostática sobre o alojamento 24. Para reduzir esta carga, o sistema de controle de injeção de produto químico 16 pode incluir um equalizador de pressão 22.

20 Características do equalizador de pressão exemplificativo 22 serão agora descritas com referência às figuras 2, 5, 10 e 11. Conforme ilustrado pelas figuras 2 e 5, a pressão do equalizador 22 pode incluir uma ou mais vesículas 184 e encaixes 186. O equalizador de pressão 22 pode se estender para dentro para o alojamento 24 a partir da placa de extremidade
25 externa 46. Algumas concretizações podem incluir 1, 2, 3, 4, 5 ou mais vesículas.

A figura 10 ilustra uma vista em seção transversal do equalizador de pressão exemplificativo 22. A vesícula 184 pode ser formada de um material resiliente e/ou estanque à água, tal como borracha, neoprene, vinil
30 ou silicone. A vesícula 184 pode ter uma forma geralmente cilíndrica e ser acoplada ao encaixe 186 em uma extremidade.

O encaixe ilustrado 186 pode incluir uma entrada de água 188,

membros de vedação 190 e 192, e um assento de anel em O 194. A entrada de água 188 pode se estender através do encaixe 186 e prover uma passagem de fluido para a vesícula 184. O membro de vedação 190 pode vedar a vesícula 184 com relação ao encaixe 196. O membro de vedação 192 e o assento de anel em O 194 podem cooperar com uma abertura na placa de extremidade externa 46 para prender o encaixe 186 à placa de extremidade externa 46 e formar uma vedação geralmente estanque à água com a placa de extremidade externa 46. Em algumas concretizações, o encaixe 186 pode incluir roscas que cooperam com roscas complementares na placa de extremidade externa 46 e/ou uma porca rosqueada disposta fora da placa de extremidade externa 46.

Em operação, o equalizador de pressão 22 pode tender a reduzir uma diferença na pressão entre o fluido protetor 182 e a pressão da água circundante. As forças da pressão da água circundante na vesícula 184 são representadas por setas 196 na figura 10, e as forças da pressão do fluido protetor 182 são ilustradas pelas setas 198. Se a pressão da água 196 for maior do que a pressão do fluido protetor 198, a vesícula 184 poderá se expandir e/ou aplicar uma força ao fluido protetor 182 e aumentar a pressão 198 do fluido protetor 182, potencialmente reduzindo assim o diferencial de pressão. Em algumas concretizações, o fluido protetor 182 pode ser substancialmente incompressível e a vesícula 184 pode principalmente transmitir uma força do que expandir para equalizar a pressão.

Algumas concretizações podem incluir outros tipos de equalizadores de pressão 22, tal como um pistão disposto dentro de um cilindro que está em comunicação de fluido com o fluido protetor 182 e que circunda a água do mar nos respectivos lados opostos do pistão. Em outro exemplo, o equalizador de pressão 22 pode incluir uma porção resiliente ou menos rígida do alojamento 24 que é configurada para transmitir uma força para o fluido protetor 182.

A figura 11 ilustra um processo de equalização de pressão exemplificativo 200. O processo 200 pode incluir o recebimento de uma força que surge da pressão da água, conforme indicado pelo bloco 202, e/ou a

redução de um diferencial de pressão entre a pressão da água e a pressão de um fluido protetor por meio da transmissão da força para o fluido protetor, conforme indicado pelo bloco 204. A redução do diferencial de pressão pode incluir a eliminação substancial do diferencial de pressão ou a redução substancial da magnitude do diferencial de pressão. Em algumas aplicações com base na terra, o processo 200 pode incluir o recebimento de uma força que surge da pressão do ar e a transmissão da força para o fluido protetor.

As figuras 12-18 ilustram detalhes do medidor de fluxo 132. A figura 12 é uma vista lateral em seção transversal do medidor de fluxo 132, e as figuras 13-16 são vistas de topo em seção transversal que representam o medidor de fluxo 132 e os estágios sequenciais de operação. As figuras 17 e 18 são traços de sinal de sensor de posição do medidor de fluxo 132 durante o fluxo de fluido dianteiro e contrário, respectivamente.

De volta à figura 12, o medidor de fluxo 132 pode incluir uma montagem inferior 206 e uma montagem superior 208. A montagem inferior 206 pode incluir um corpo 210 apresentando engastes 212 e 214, uma passagem de entrada de fluido 216, uma passagem de saída de fluido 218, e um receptáculo de montagem de medição 220.

O receptáculo de montagem de medição 220 pode definir, em geral, um volume cilíndrico reto e alojar uma base de câmara 222, um rotor 224 e uma tampa 226. Uma câmara cilíndrica geralmente reta 228 pode ser definida pela base da câmara 222, e o rotor 224 pode ser disposto dentro da câmara 228. Na base da câmara 222, pode também ser incluído um esteio central 230 apresentando um canaleta interno geralmente circular 232 e uma aleta 233, que é visível nas figuras 13-16. A base da câmara 222, a câmara 228, o esteio central 230, e o canaleta interno 232 podem ser geralmente concêntricos e rotacionalmente assimétricos. A passagem de entrada de fluido 216 e a passagem de saída de fluido 218 podem se estender através da base da câmara 222 para a câmara 228, conforme ilustrado na figura 16.

O rotor 224 pode incluir um disco superior 234, uma parede lateral 236, um membro de guia 238 e um ímã 240. Também, o rotor 24 pode incluir uma fenda de came 242, que é visível nas figuras 13-16. O disco su-

perior 234 pode ter uma forma geralmente circular com a exceção da fenda de came 242, e a parede lateral 236 pode ter uma forma tubular geralmente cilíndrica que se estende do fundo do disco superior 234. O membro de guia 238 pode ser um membro cilíndrico geralmente reto que é geralmente concêntrico tanto com as paredes laterais 236 como com o disco superior 234.

O alojamento superior 208 pode incluir um corpo 244, uma vedação externa 246, uma vedação interna 248, e uma montagem de sensor de posição 250. A montagem de sensor de posição 250 pode incluir sensores de posição 252, e 254, receptáculos de sensor 256 e 258, engastes de sensor 260 e 262, molas 264 e 266, e percursos de sinal de posição 268 e 270. Os sensores de posição 252 e 254 podem ser comutadores de palheta, sensores de efeito Hall, comutadores de proximidade, ou outros tipos de sensores configurados para detectar o movimento do rotor 242. Vantajosamente, os dois sensores de posição 252 e 254 podem prover redundância no caso de um dos sensores de posição 252 e 254 falhar. As molas 264 e 266 podem pressionar os engastes de sensor 260 e 262 contra os sensores de posição 252 e 254, respectivamente. Os percursos de sinal de posição 268 e 270 podem ser comunicativamente acoplados aos sensores de posição 252 e 254, respectivamente.

Os sensores de posição 252 e 254 podem ser posicionados de tal modo que o ímã 240 passe sob cada sensor de posição 252 e 254 uma vez durante cada ciclo do rotor 224. Em algumas concretizações, o sensor de posição 252 pode ser posicionado em um deslocamento de fase 272 (vide figuras 13-16) à frente do sensor de posição 254 com relação ao ciclo do rotor 224. Isto é, na medida em que o rotor 224 se move dentro da câmara 228, o ímã 240 não passa simultaneamente sob os sensores de posição 252 e 254. Vantagens de várias magnitudes de deslocamento de fase 272 são descritas abaixo com referência às figuras 17 e 18, depois da descrição da operação do medidor de fluxo 132.

As figuras 13-16 ilustram quatro estágios de um ciclo do rotor 224. O movimento do rotor 24 pode ser acionado por uma diferença na pres-

são de fluido entre a entrada de fluido 216 e a saída de fluido 218. O movimento do rotor 224 apresenta tanto um componente de translação como um componente de rotação. O componente de translação pode ser guiado pelo movimento do membro de guia 238 em torno do canaleta interno 232. Isto é, 5 o centro do rotor 224 pode traçar um percurso circular durante cada ciclo. A posição do rotor 224 dentro do canaleta interno circular 232 pode ser referida como um ângulo de rotor, com um deslocamento de 360° no ângulo do rotor geralmente correspondendo a um ciclo do rotor 224. Ao mesmo tempo, o rotor 224 translada, o rotor 224 gira em torno de um ponto de contato 274, 10 onde ele entra em contato com a aleta 233. Em outras palavras, na medida em que o rotor 224 translada através do percurso definido pelo canaleta interno 232, a aleta 233 desloca a posição angular do rotor 224 com relação ao corpo 210.

Cada ciclo do rotor 224 pode conduzir uma quantidade ou um 15 volume discreto de fluido da entrada de fluido 216 para a saída de fluido 218. Adicionalmente, durante cada ciclo do rotor 224, o ímã 240 pode passar sob cada sensor de posição 252 e 254, e, como resultado, os sensores de posição 252 e 254 podem transmitir um sinal de sensor de posição nos percursos de sinal de posição 268 e 270, respectivamente. O controlador 134 pode 20 receber os sinais de sensor de posição e contá-los para determinar o número de vezes em que o rotor 224 girou ou sincronizá-los para determinar a taxa na qual o rotor 224 está girando. Com a multiplicação do número de ciclos contados e a quantidade discreta de fluido conduzido com cada ciclo, o controlador 134 pode determinar a quantidade de fluido que passa através 25 do medidor de fluxo 132. Similarmente, com a multiplicação da taxa na qual o rotor 224 está girando e a quantidade de fluido conduzido com cada ciclo, o controlador 134 pode determinar uma taxa de fluxo através do medidor de fluxo 132.

As figuras 17 e 18 representam sinais de sensor de posição du- 30 rante o fluxo de fluido dianteiro e o fluxo de fluido inverso, respectivamente. Cada vez que o rotor 224 passa sob um dos sensores de posição 252 e 254, os sensores de posição 252 e 254 podem transmitir um sinal indicando que

o ímã 240 está próximo do sensor 252 ou 254.

A direção do fluxo de fluido pode ser determinada pela comparação dos sinais dos sensores de posição 252 e 254. No caso de fluxo de fluido dianteiro, representado pela figura 17, o sensor de posição 252 detecta o ímã 240 depois que o rotor 224 percorre através de um ângulo de rotor relativamente pequeno a partir do sensor de posição 254. Em outras palavras, o deslocamento de fase 272 entre os sensores de posição 252 e 254 parece relativamente pequeno. Em contraste, o deslocamento de fase 272 no caso de fluxo inverso, representado pela figura 18, parece relativamente grande. Isto é, o sensor de posição 252 detecta o ímã 240 depois de o rotor 224 percorrer sobre um ângulo de rotor relativamente grande. Desse modo, para determinar a direção de fluxo de fluido, o controlador 134 pode medir o deslocamento de fase 272. Se o deslocamento de fase 272 for menor do que certo valor, por exemplo, 180 graus, então, o controlador 134 poderá determinar que o fluxo de fluido esteja na direção dianteira. Por outro lado, se o deslocamento de fase 272 for maior do que o valor, então, o controlador 134 poderá determinar que o fluxo de fluido esteja na direção inversa.

O controlador pode medir o deslocamento de fase 272 com a comparação do período do sinal de um dos sensores de posição 252 e 254 para o tempo entre sinais dos sensores de posição 252 e 254. A relação do tempo entre os sinais com relação ao período pode geralmente corresponder à relação do deslocamento de fase 272 para um ciclo completo. Como resultado, 360 graus (um ciclo) multiplicados pelo tempo do sensor de posição 254 que envia um sinal para o sensor de posição 252 que envia um sinal, e divididos pelo período do sinal do sensor de posição 254 podem ser, em geral, iguais ao deslocamento de fase 272. Em outras palavras, o deslocamento de fase 272 pode ser calculado com a seguinte equação, onde $t_{\text{signal A}}$ é o tempo no qual o sensor de posição 252 detecta o ímã 240, $t_{\text{signal B}}$ é o tempo no qual o sensor de posição 254 detecta o ímã 240, e $\text{Period}_{\text{signal A}}$ é o tempo entre sinais consecutivos do sensor de posição 252:

$$\text{Deslocamento de fase} = 360 * (t_{\text{signal A}} - t_{\text{signal B}}) / \text{Period}_{\text{signal A}}$$

Uma variedade de procedimentos pode ser executada com base

na direção de fluxo de fluido determinada pelo controlador 134. Por exemplo, a direção de fluxo de fluido, ou uma mudança na direção, pode ser registrada na memória. Em algumas concretizações, o fluxo de fluido em uma direção (isto é, dianteiro ou inverso) pode disparar uma advertência audível ou visível (por exemplo, uma advertência de bomba rompida em um monitor ou alto-falante), ou a válvula 128 pode ser ajustada (por exemplo, substancialmente fechada).

A figura 19 ilustra um exemplo de uma curva de fluxo através da válvula 128. Este gráfico representa a posição da agulha 142 (Figura 7), como uma porcentagem de um curso, versus o coeficiente de fluxo (C_v) através da válvula 128. A curva ilustrada inclui uma zona de controle de fluxo 276, uma zona estática 278 e uma zona de lavagem 280. Em algumas concretizações, a zona de lavagem 280 pode ser usada para eliminar detritos da agulha 142.

A figura 20 ilustra um procedimento de ajuste de válvula exemplificativo 282. O procedimento ilustrado 282 pode incluir a medição de um parâmetro de um fluido que flui através de uma válvula, conforme ilustrado pelo bloco 284. Isto pode incluir as etapas acima mencionadas de fluir o fluido através do medidor de fluxo 132. Depois, o procedimento 282 pode incluir a abertura ou o fechamento da válvula por uma primeira distância, conforme ilustrado pelo bloco 286. Isto pode incluir as etapas acima mencionadas de mover a agulha 142 na válvula 128. O procedimento 282 pode também incluir a medição do parâmetro do fluxo de fluido com a válvula aberta ou fechada pela primeira distância, conforme ilustrado pelo bloco 286. Isto pode incluir as etapas acima mencionadas de mover a agulha 142 na válvula 128. O procedimento 282 pode também incluir a medição do parâmetro do fluxo de fluido com a válvula aberta ou fechada pela primeira distância, conforme ilustrado pelo bloco 288, e a abertura ou o fechamento da válvula por uma segunda distância, conforme ilustrado pelo bloco 290. Estes procedimentos podem novamente incluir as etapas acima mencionadas de operar o medidor de fluxo 132 e a válvula 128. Depois, o procedimento 282 pode incluir a medição do parâmetro do fluxo de fluido com a válvula aberta ou fechada pela

segunda distância, conforme ilustrado pelo bloco 292, uma etapa que pode incluir a operação do medidor de fluxo 132. Em algumas concretizações, os parâmetros medidos das etapas ilustradas pelos blocos 284, 288 e 292 podem então ser comparados a uma relação do parâmetro à distância, tal como a porcentagem de curso da agulha 142, armazenada na memória. A comparação pode incluir a comparação dos valores medidos à correlação armazenada acima mencionada entre a posição da agulha e a taxa de fluxo através da válvula 128, tal como a correlação ilustrada pela figura 19. Finalmente, em algumas concretizações, o grau com relação ao qual a válvula é aberta ou fechada pode ser ajustado com base na comparação, conforme ilustrado pelo bloco 296.

Enquanto a invenção pode ser sujeita a várias modificações e formas alternativas, concretizações específicas foram mostradas por meio de exemplo nos desenhos e foram aqui descritas em detalhes. Contudo, deve ser entendido que a invenção não se destina a ser limitada às formas específicas descritas. Em vez disso, a invenção deve cobrir todas as modificações, equivalentes, e alternativas que estejam dentro do espírito e do escopo da invenção, conforme definida pelas seguintes reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho que compreende:
 - um sistema de controle de injeção de produto químico para regular um fluxo de fluido em uma cabeça de poço, o sistema de controle de injeção de produto químico compreendendo:
 - um percurso de fluxo apresentando uma entrada e uma saída;
 - uma válvula motorizada disposta no percurso de fluido entre a entrada e a saída;
 - um medidor de fluxo disposto no percurso de fluido entre a entrada e a saída; e
 - um controlador comunicativamente acoplado tanto ao medidor de fluxo como à válvula motorizada, onde o controlador é configurado para exercer o controle de realimentação de um parâmetro de fluxo de fluido através do percurso de fluxo com base em um sinal de realimentação do medidor de fluxo sem exercer o controle de realimentação de uma posição da válvula motorizada.
2. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, no qual o medidor de fluxo compreende um medidor de fluxo de deslocamento positivo.
3. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, no qual o controlador é configurado para exercer o controle de alimentação da posição da válvula motorizada com base em uma diferença entre um valor desejado do parâmetro e um valor do parâmetro indicado pelo sinal de realimentação.
4. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, no qual a válvula motorizada compreende uma agulha.
5. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, no qual pelo menos uma porção substancial de um interior do sistema de controle de injeção de produto químico é enchida com um fluido protetor.
6. Aparelho, de acordo com a reivindicação 5, no qual o fluido protetor compreende óleo.
7. Aparelho, de acordo com a reivindicação 5, no qual o sistema de controle de injeção de produto químico compreende um equalizador de pressão.

8. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, no qual o parâmetro do fluxo de fluido é uma taxa de fluxo volumétrica.

5 9. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, que compreende uma árvore acoplada ao sistema de controle de injeção de produto químico e um poço acoplado à árvore.

10. Aparelho que compreende:

um sistema de controle de injeção de produto químico compreendendo:

10 uma interface de árvore configurada para acoplar o sistema de controle de injeção de produto químico a uma árvore; e um medidor de fluxo de deslocamento positivo.

15 11. Aparelho, de acordo com a reivindicação 10, no qual a interface de árvore compreende uma interface de árvore submarinha que inclui um conector de entrada de fluido, um conector de saída de fluido e um conector elétrico.

12. Aparelho, de acordo com a reivindicação 10, no qual o sistema de controle de injeção de produto químico compreende:

um controlador comunicativamente acoplado ao medidor de fluxo de deslocamento positivo;

20 um comando de válvula comunicativamente acoplado ao controlador; e

uma válvula acoplada ao comando de válvula, de tal modo que o movimento do comando de válvula mude o grau com relação ao qual a válvula é aberta ou fechada.

25 13. Aparelho, de acordo com a reivindicação 12, no qual o controlador é configurado para sinalizar o comando de válvula para mudar o grau com relação ao qual a válvula é aberta ou fechada com base em um sinal do medidor de fluxo de deslocamento positivo.

30 14. Aparelho, de acordo com a reivindicação 13, no qual o sistema de controle de injeção de produto químico não inclui um loop de controle de realimentação aninhado configurado para exercer o controle de realimentação de uma posição da válvula.

15. Aparelho, de acordo com a reivindicação 13, no qual o controlador é configurado para sinalizar o comando de válvula sem referência a uma posição comum do comando de válvula, da válvula, ou de combinação destes.

5 16. Aparelho, de acordo com a reivindicação 10, no qual um interior do sistema de controle de injeção de produto químico é pelo menos parcialmente enchido com um fluido protetor, e no qual o sistema de controle de injeção de produto químico compreende um equalizador de pressão.

17. Método que compreende:

10 a detecção de um parâmetro de fluxo através de um sistema de controle de injeção de produto químico com um medidor de fluxo de deslocamento positivo; e

15 o ajuste de um grau com relação ao qual uma válvula no sistema de controle de injeção de produto químico é aberta em resposta ao parâmetro detectado.

18. Método, de acordo com a reivindicação 17, no qual o ajuste do grau ao qual a válvula é aberta compreende a sinalização de um comando de válvula sem referência a uma posição comum da válvula.

20 19. Método, de acordo com a reivindicação 17, no qual a detecção de um parâmetro de fluxo compreende a detecção de uma taxa de fluxo volumétrica.

20. Método, de acordo com a reivindicação 17, que compreende o fluxo de um produto químico em um poço via o sistema de controle de injeção de produto químico.

25 21. Método, de acordo com a reivindicação 20, que compreende a extração de um hidrocarboneto do poço.

22. Aparelho que compreende:

um sistema de controle de injeção de produto químico compreendendo:

30 uma interface de árvore configurada para acoplar a válvula de injeção de produto químico a um receptáculo de árvore;

um interior pelo menos substancialmente encerrado; e

um fluido protetor disposto dentro do interior.

23. Aparelho, de acordo com a reivindicação 22, no qual o sistema de controle de injeção de produto químico compreende um equalizador de pressão.

5 24. Aparelho, de acordo com a reivindicação 23, no qual o equalizador de pressão compreende uma vesícula.

25. Aparelho, de acordo com a reivindicação 22, no qual o fluido protetor compreende óleo, e no qual o interior do sistema de controle de injeção de produto químico é substancialmente enchido com o fluido protetor.

10 26. Aparelho, de acordo com a reivindicação 22, no qual no sistema de controle de injeção de produto químico compreende uma interface de veículo operado remoto (ROV).

27. Método que compreende:

15 a provisão de um sistema de controle de injeção de produto químico apresentando um interior que é pelo menos parcialmente enchido com óleo e um equalizador de pressão no comunicação de fluido tanto com o interior como com um exterior do sistema de controle de injeção de produto químico, no qual o equalizador de pressão é configurado para reduzir uma diferença de pressão entre o interior e um exterior do sistema de controle de
20 injeção de produto químico.

28. Método, 27, no qual o equalizador de pressão compreende uma vesícula.

29. Método, de acordo com a reivindicação 27, no qual o sistema de controle de injeção de produto químico compreende um medidor de fluxo
25 de deslocamento positivo.

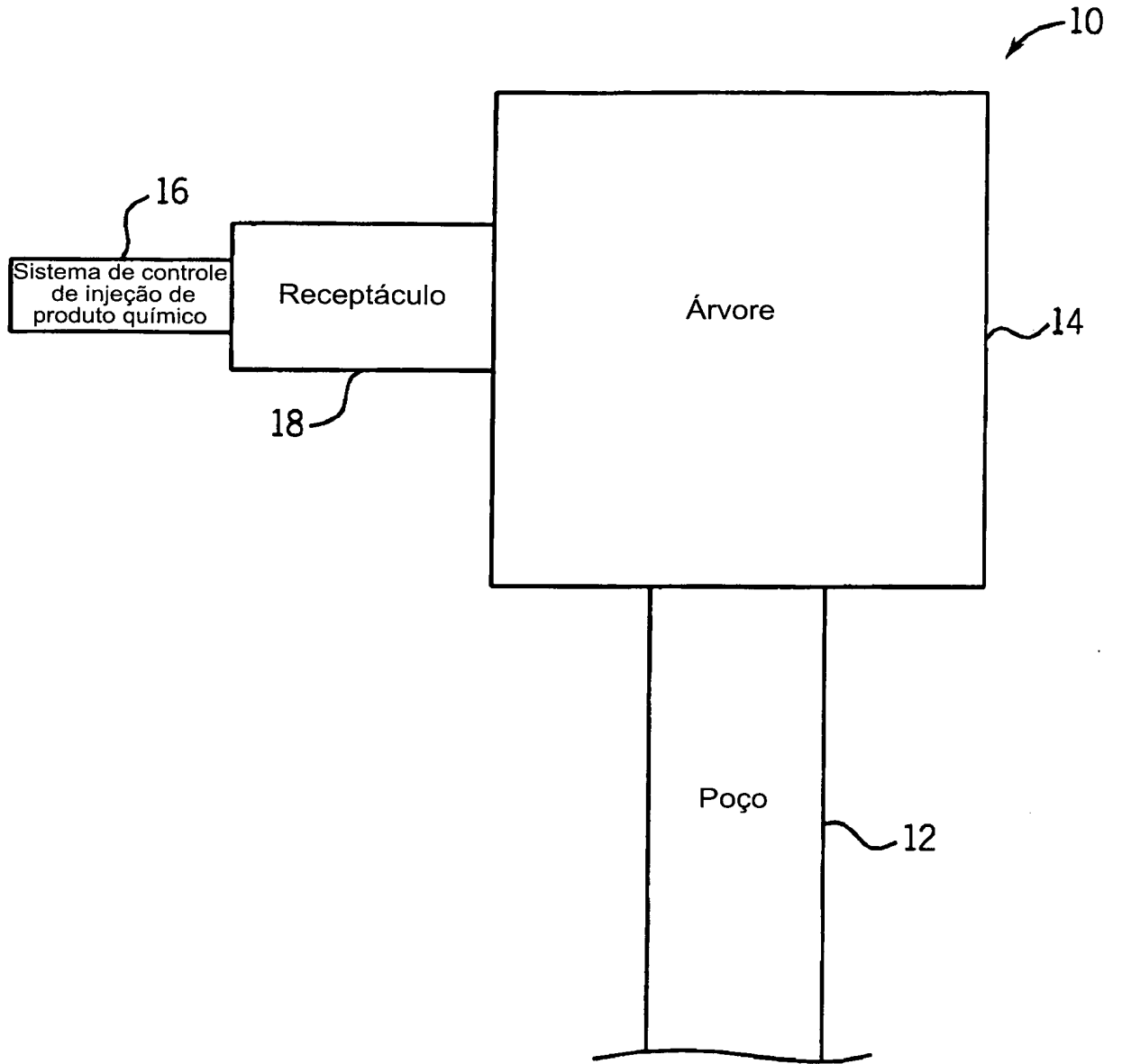


FIG. 1

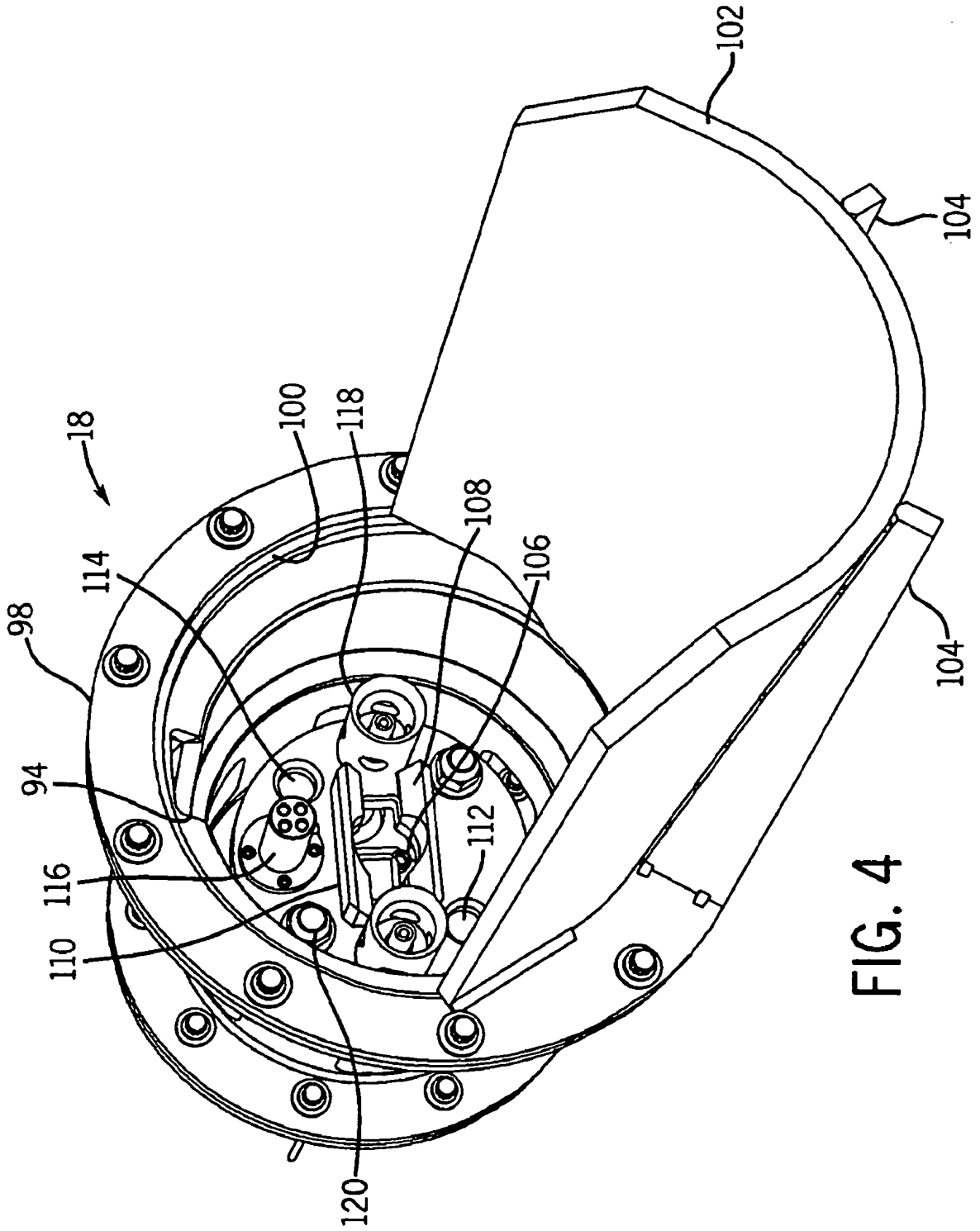


FIG. 4

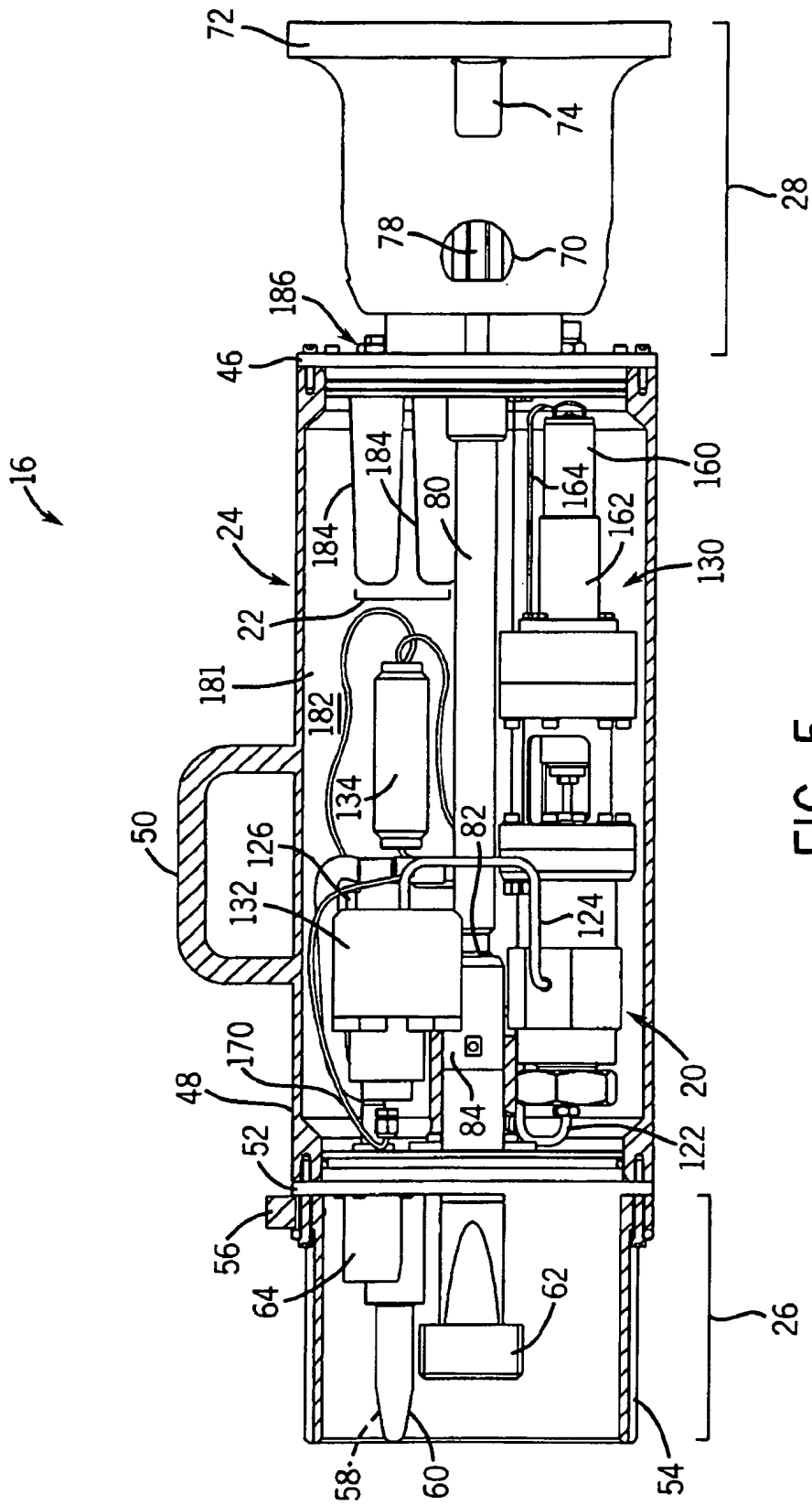


FIG. 5

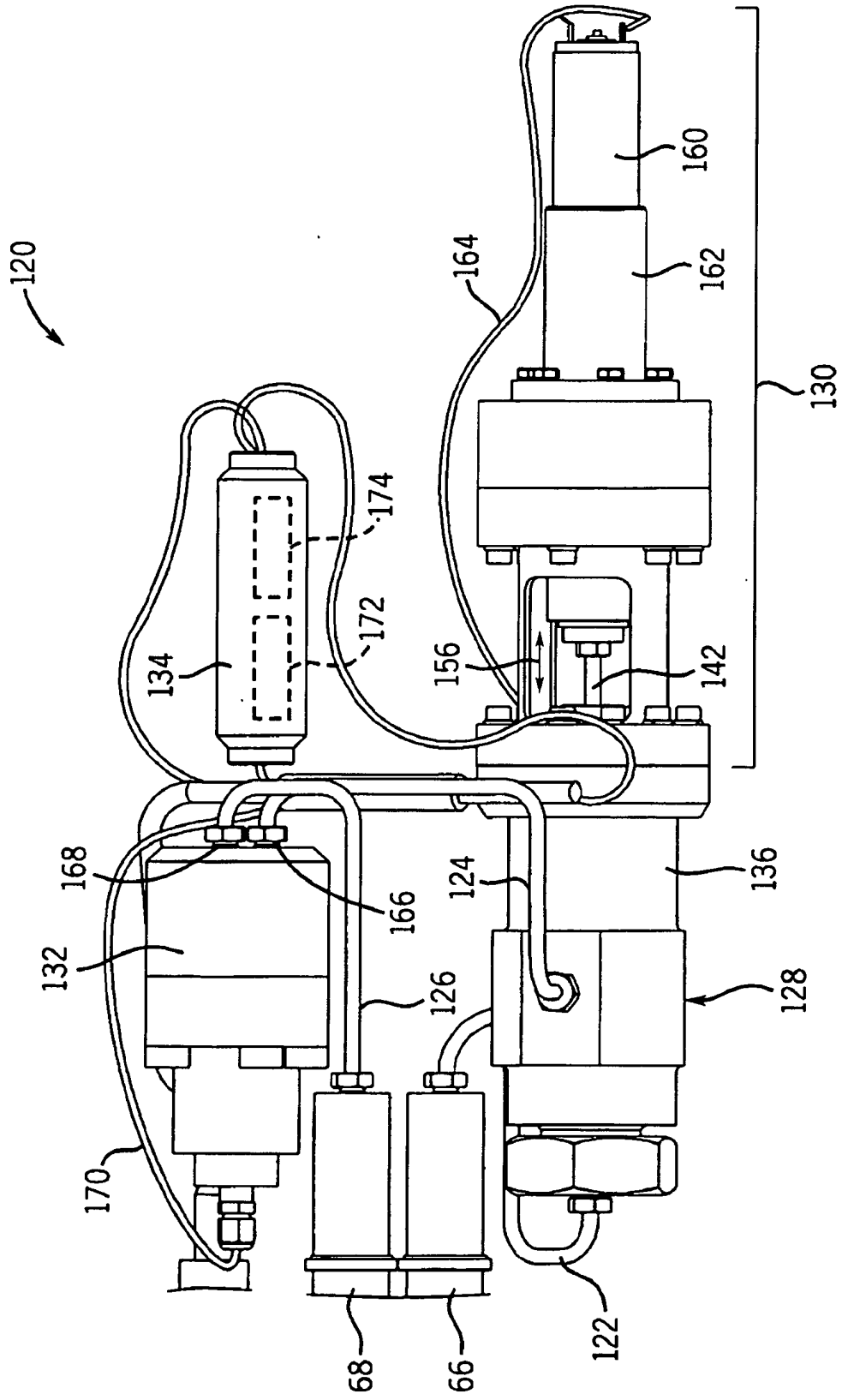
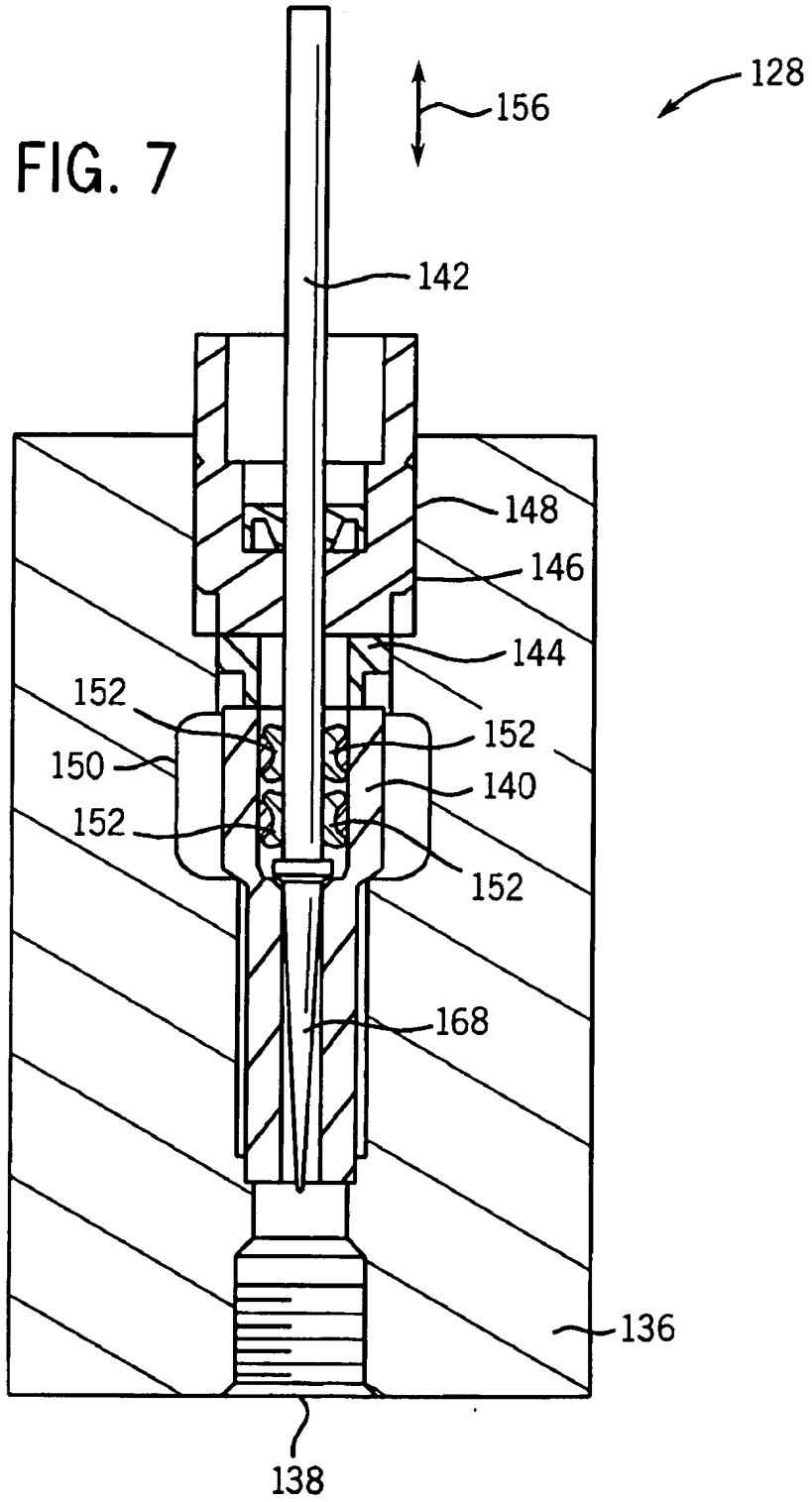
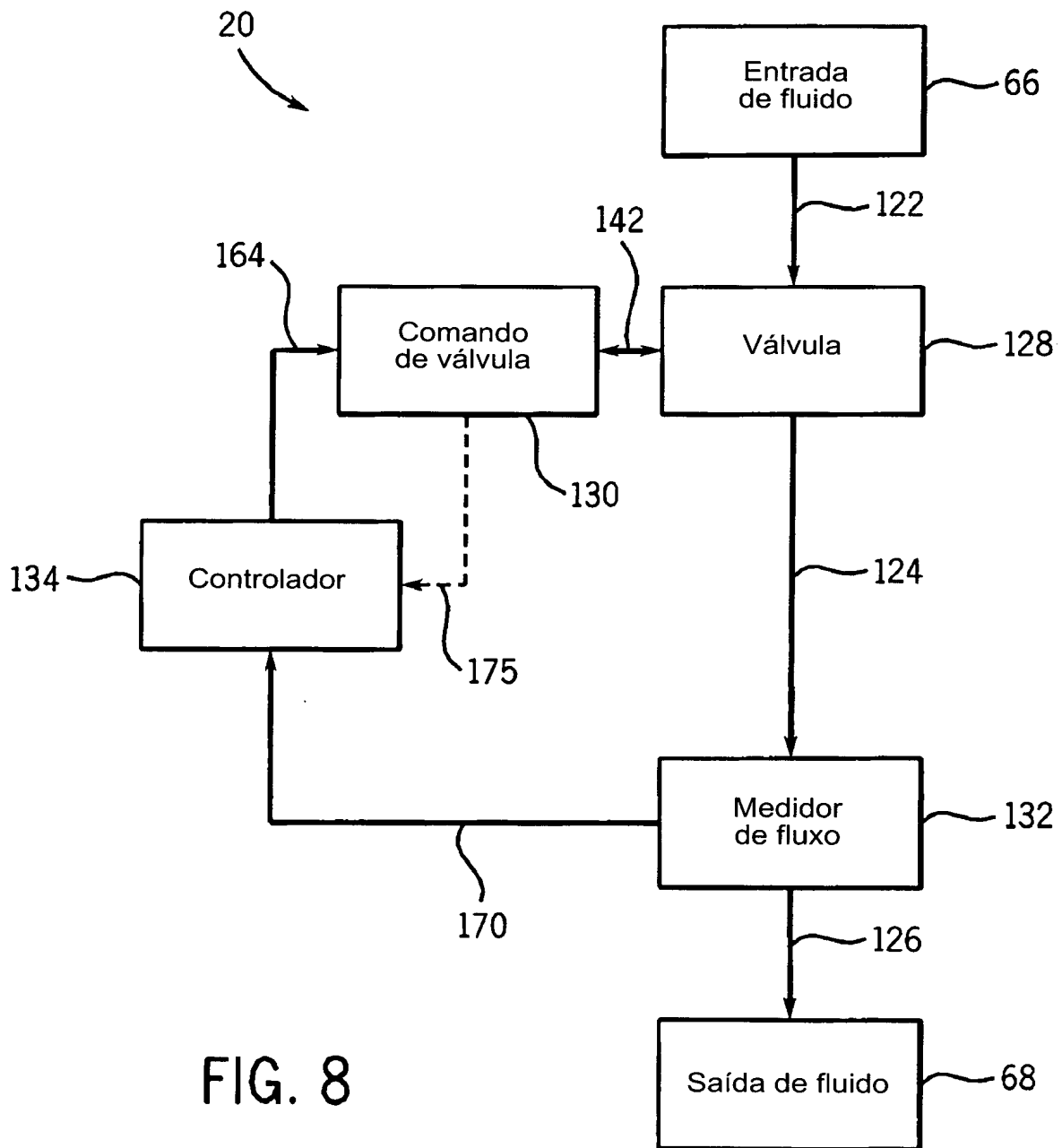


FIG. 6

FIG. 7





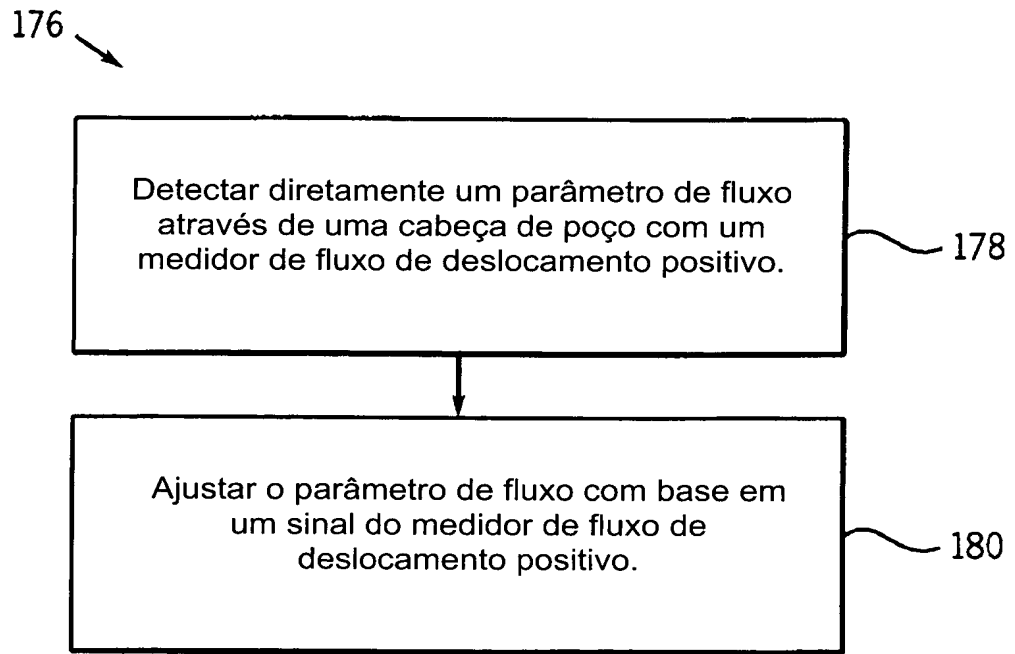


FIG. 9

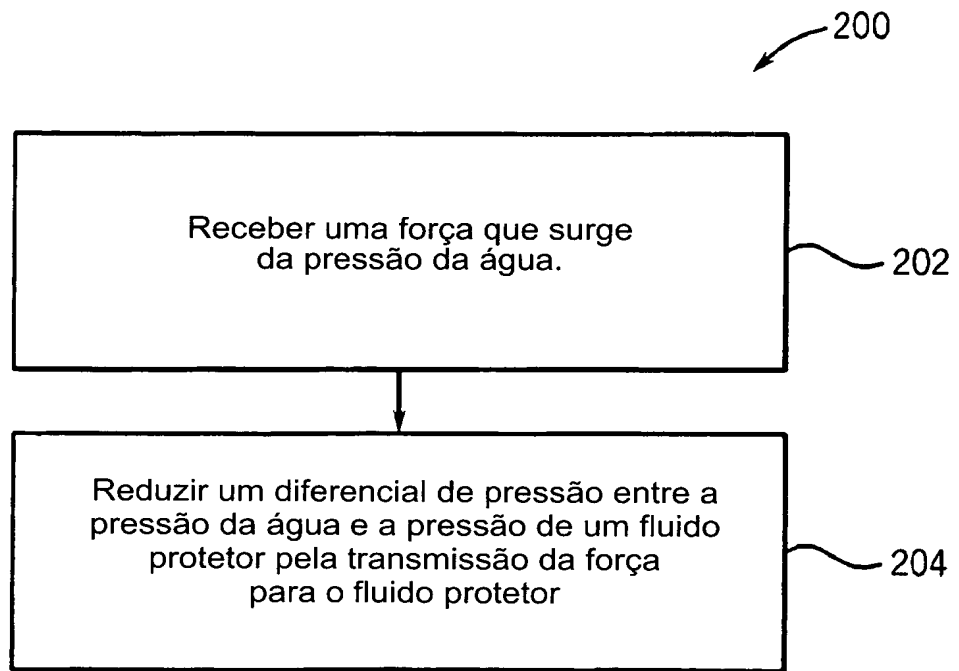


FIG. 11

22

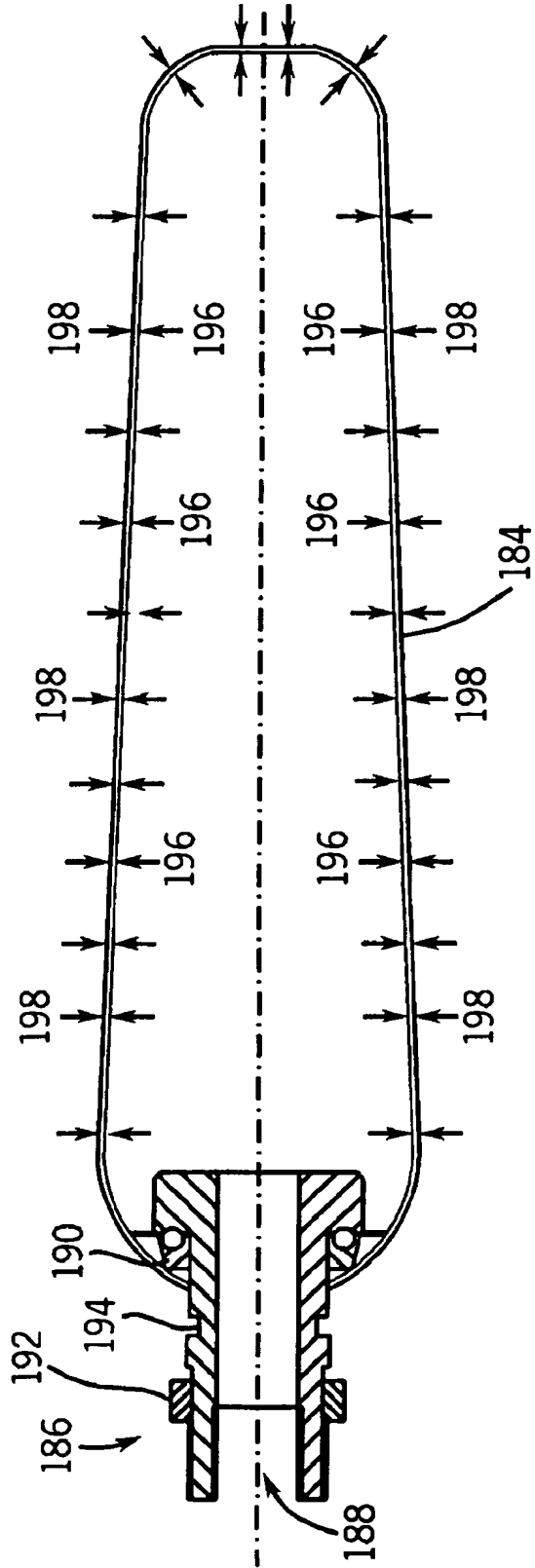
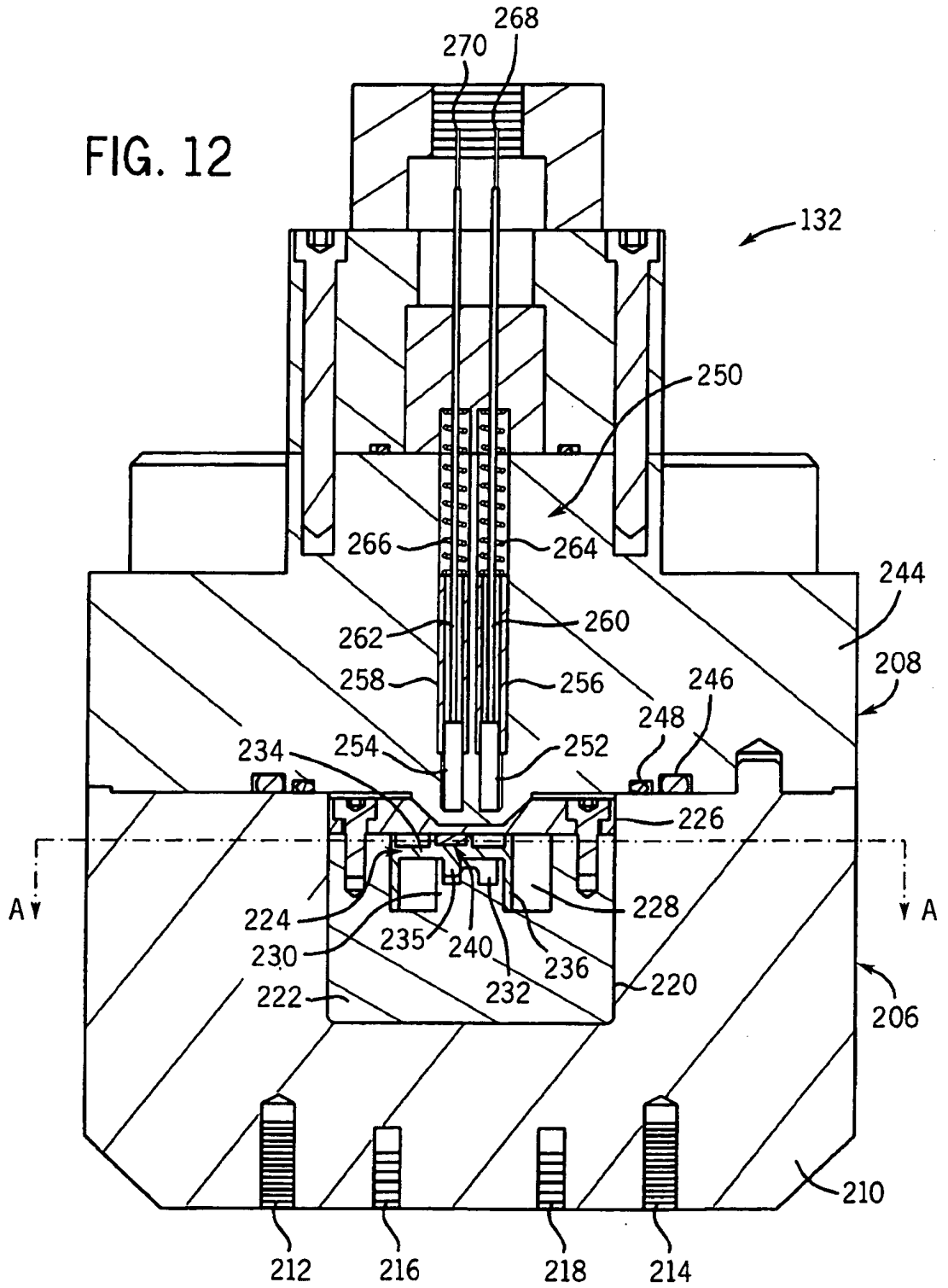


FIG. 10

FIG. 12



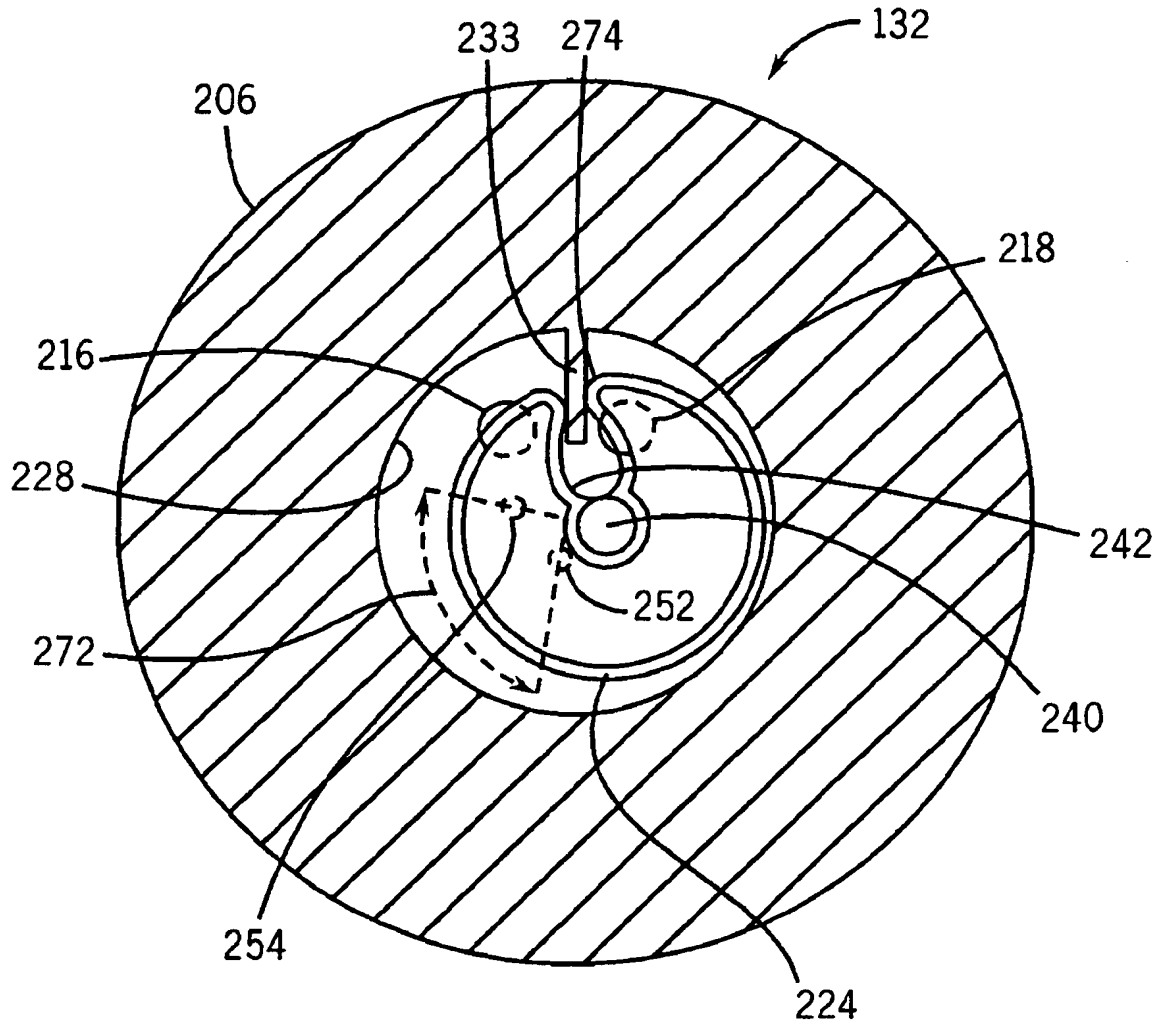


FIG. 13

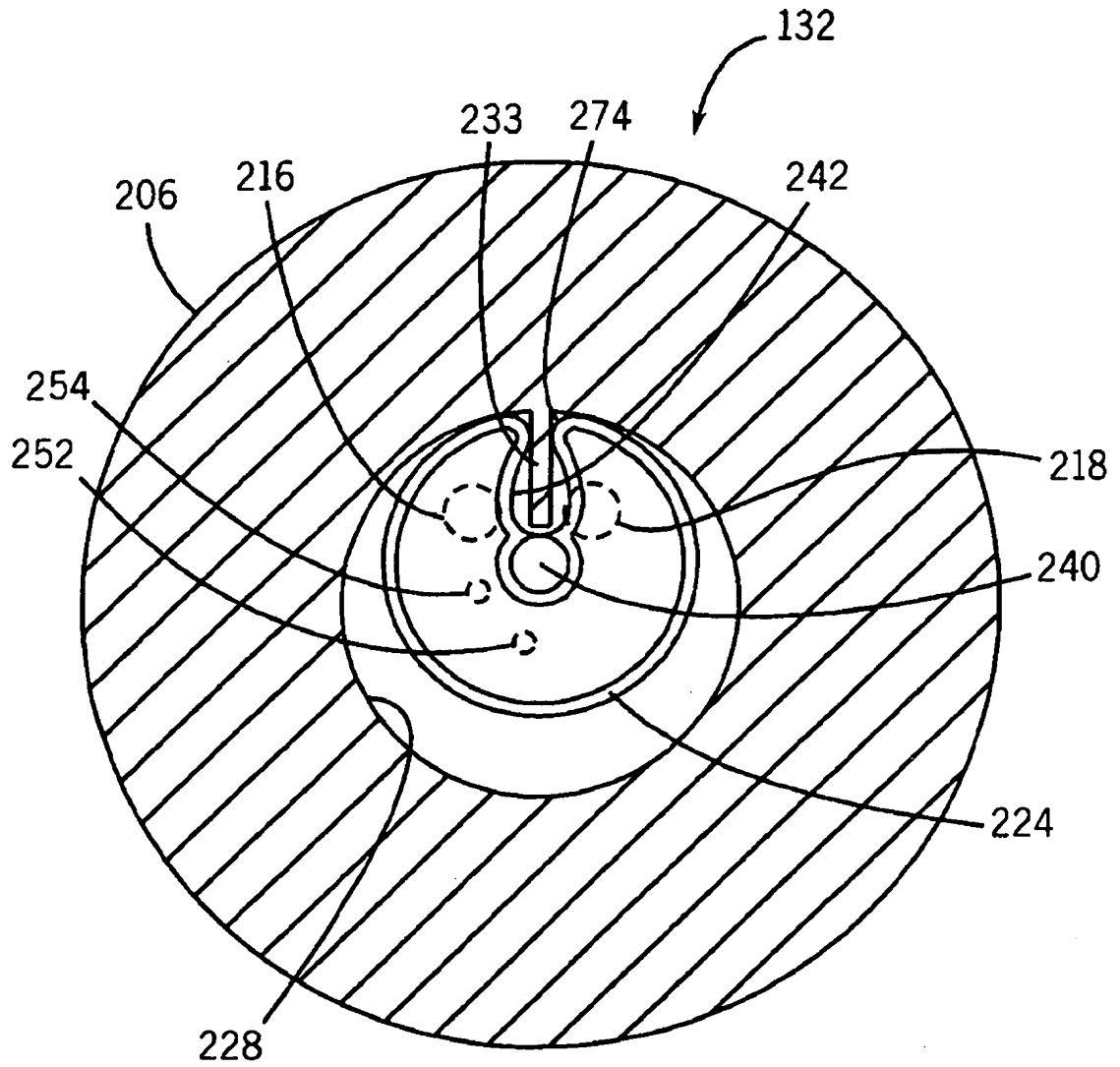


FIG. 14

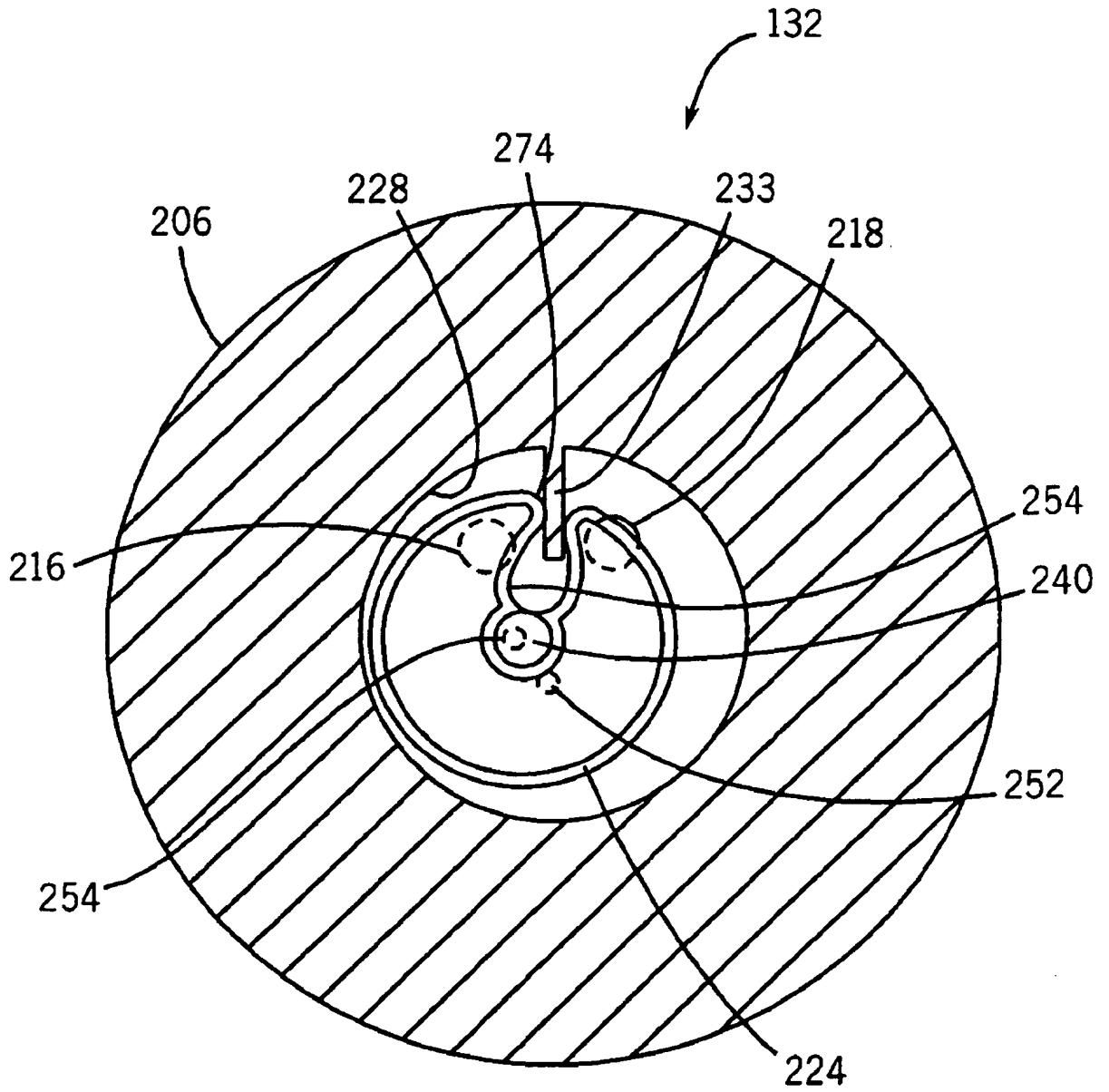


FIG. 15

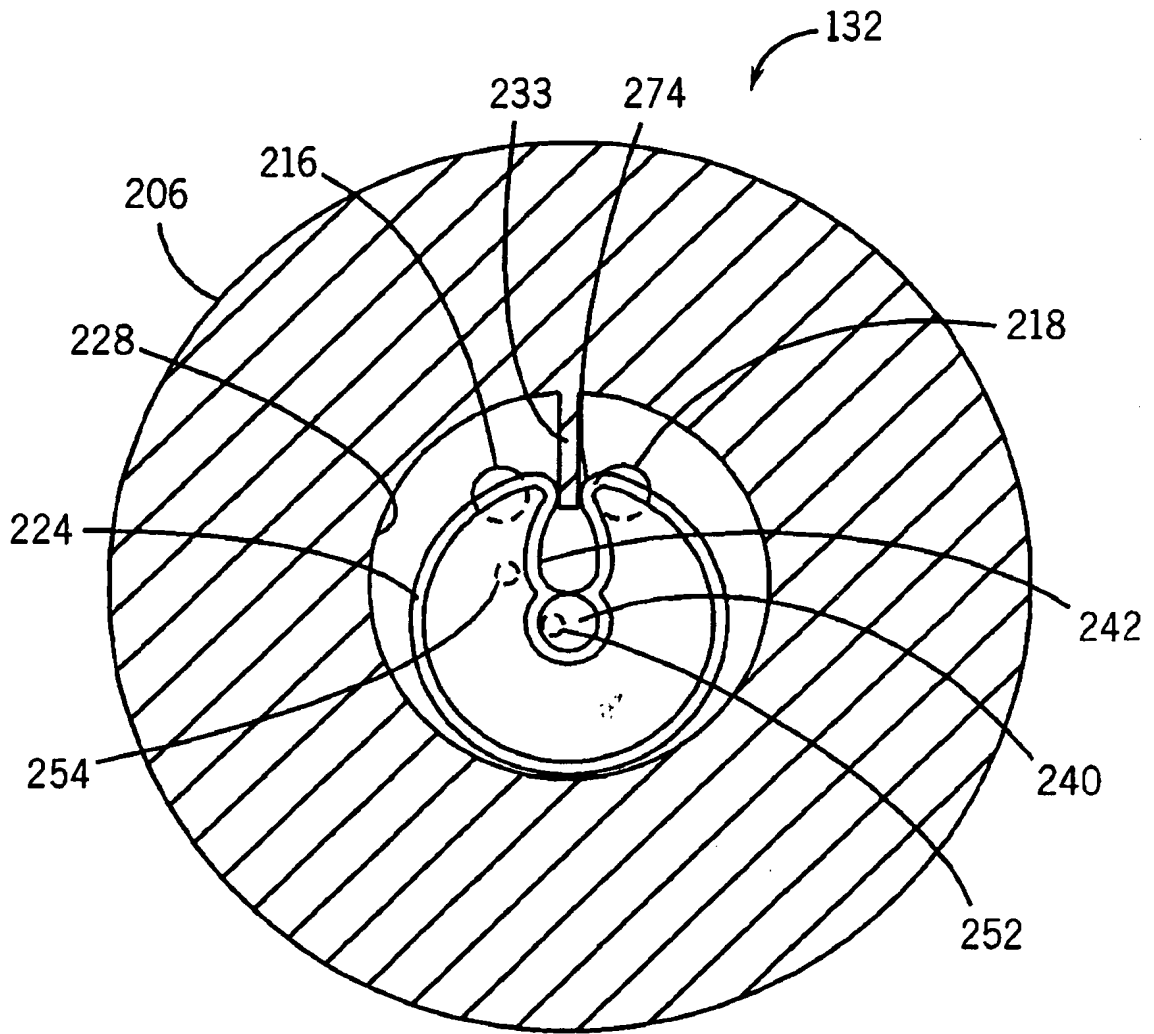


FIG. 16

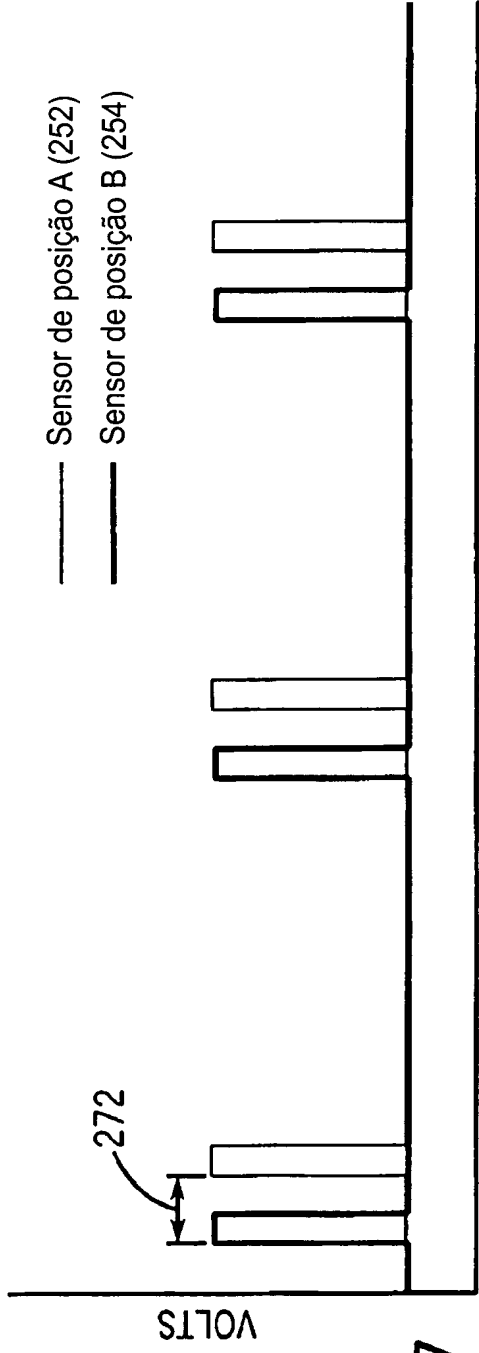


FIG. 17

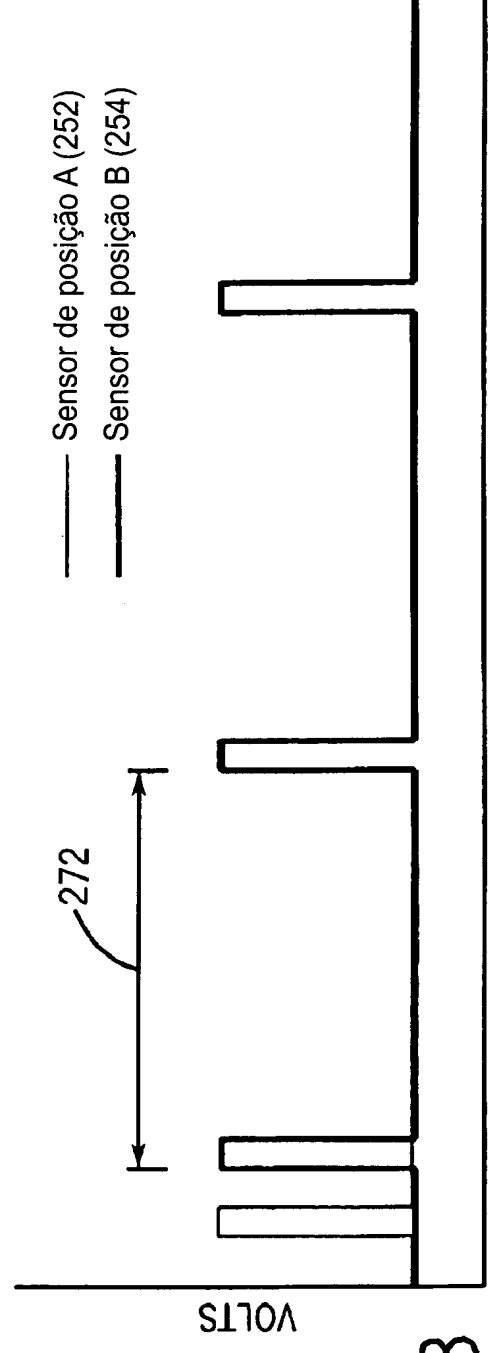


FIG. 18

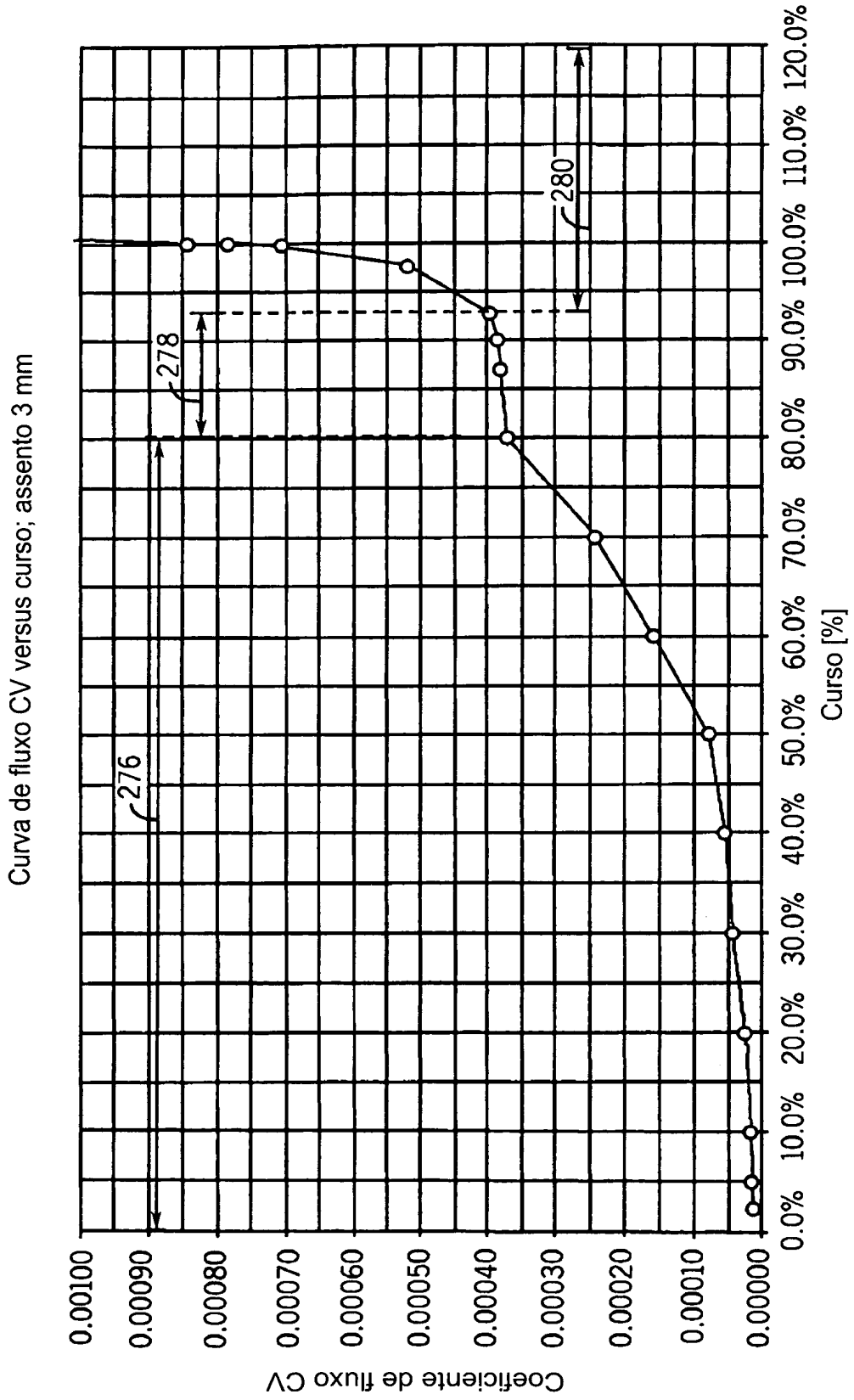


FIG. 19

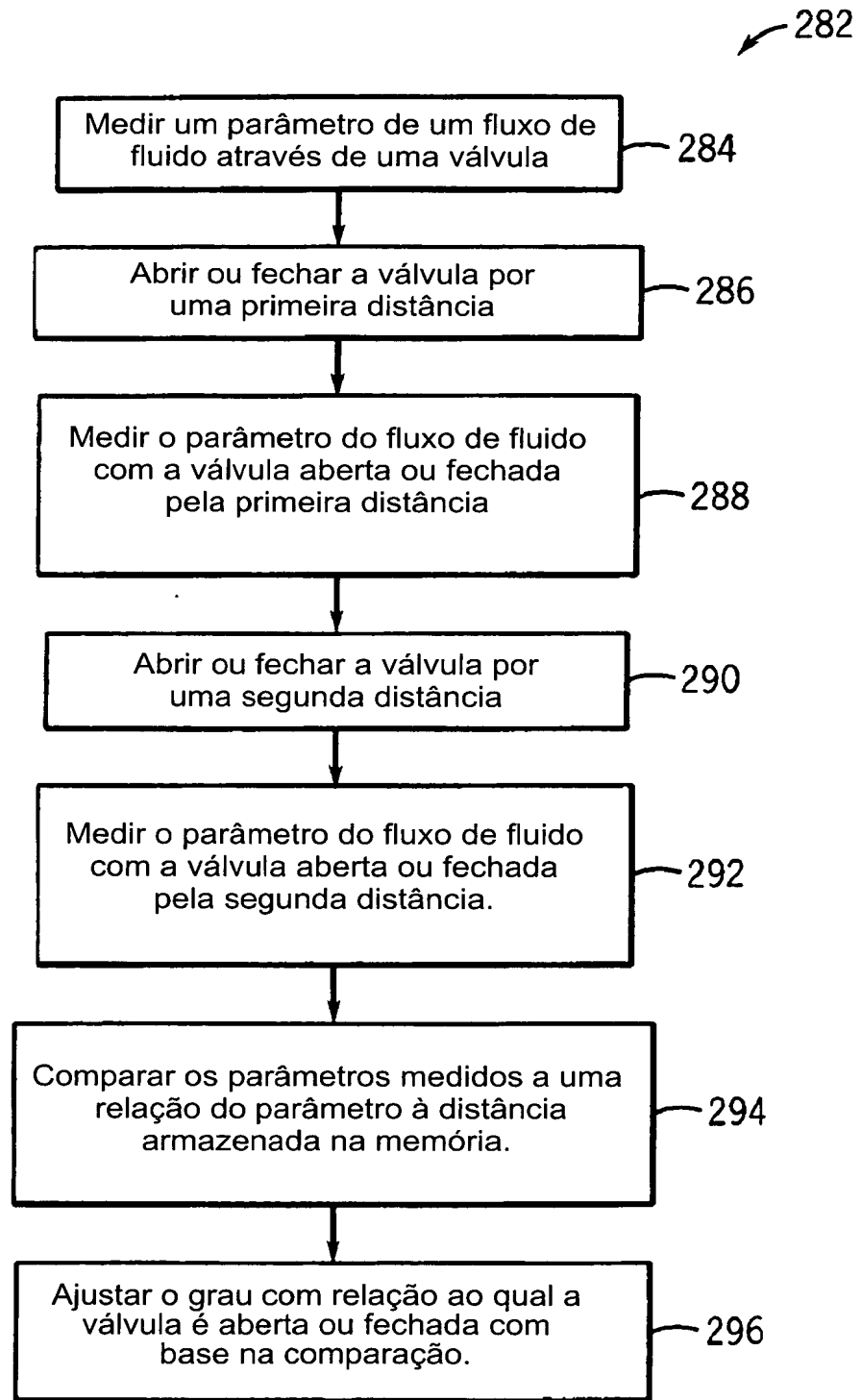


FIG. 20

RESUMO

Patente de Invenção: **"SISTEMA DE CONTROLE DE INJEÇÃO DE PRODUTO QUÍMICO"**.

5 A invenção refere-se a um aparelho que inclui um sistema de controle de injeção de produto químico. O sistema de controle de injeção de produto químico pode incluir uma interface de árvore configurada para acoplar o sistema de controle de injeção de produto químico a uma árvore e a um medidor de fluxo de deslocamento positivo.