



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

(11) BR 112015026169-8 B1



(22) Data do Depósito: 17/04/2014

(45) Data de Concessão: 26/10/2021

(54) Título: CONJUNTO DE VÁLVULA PARA OPERAÇÃO DENTRO DE UM CORPO DE VÁLVULA DE UMA BOMBA, E, BOMBA

(51) Int.Cl.: E21B 21/10; F16K 11/02.

(30) Prioridade Unionista: 18/04/2013 US 61/813,221.

(73) Titular(es): NATIONAL OILWELL VARCO, L.P..

(72) Inventor(es): ADRIAN MARICA.

(86) Pedido PCT: PCT US2014034563 de 17/04/2014

(87) Publicação PCT: WO 2014/172578 de 23/10/2014

(85) Data do Início da Fase Nacional: 15/10/2015

(57) Resumo: CONJUNTO DE VÁLVULA PARA OPERAÇÃO DENTRO DE UM CORPO DE VÁLVULA DE UMA BOMBA, E, BOMBA. Conjunto de válvula para operação dentro de um corpo de válvula de uma bomba inclui uma linha de centro axial, um guia de gatilho tendo uma haste, e um gatilho acoplado de modo deslizando ao guia de gatilho de modo que o gatilho e o guia de gatilho definem uma cavidade interna. O conjunto de válvula também inclui um sistema de montagem de guia de gatilho flexível acoplado ao guia de gatilho e ao gatilho e inclui um restritor de fluxo de área variável em comunicação fluidica com a cavidade interna. O sistema de montagem de guia de gatilho flexível é configurado para suportar o guia de gatilho e o gatilho para movimento lateral e axial do guia de gatilho e do gatilho em relação à linha de centro axial. O gatilho é móvel em relação ao guia de gatilho para ajustar o volume da cavidade interna.

“CONJUNTO DE VÁLVULA PARA OPERAÇÃO DENTRO DE UM CORPO DE VÁLVULA DE UMA BOMBA, E, BOMBA”

REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDOS RELACIONADOS

[001] Este Pedido reivindica o benefício do Pedido de Patente Provisório US de número de série 61/813.221, depositado em 18 de abril de 2013 e intitulado "CONJUNTO DE VÁLVULA PARA OPERAÇÃO DENTRO DE UM CORPO DE VÁLVULA DE UMA BOMBA, E BOMBA" que é aqui incorporado para referência em sua totalidade.

DECLARAÇÃO RELATIVA À PESQUISA OU DESENVOLVIMENTO PATROCINADO DE FORMA FEDERAL

[002] Não aplicável

FUNDAMENTO

[003] A descrição refere-se, de forma genérica, a sistemas e métodos para reduzir a criação de pulsações em um fluido que passa através de uma válvula.

[004] Para formar um poço para óleo ou gás, um conjunto de furo de fundo (BHA), que inclui uma broca de perfuração, é acoplado a um comprimento de tubo de perfuração para formar uma coluna de perfuração. A coluna de perfuração é então posicionada contíguo à terra ou inserida furo abaixo, onde começa a perfuração. Durante perfuração fluido de perfuração, ou “lama”, é circulado para baixo através da coluna de perfuração, para lubrificar e resfriar a broca de perfuração, bem como fornecer um veículo para remoção de fragmentos de perfuração do furo de sondagem. Depois de deixar a broca o fluido de perfuração retorna para a superfície através do anel formado entre a coluna de perfuração e a parede circundante do furo de sondagem.

[005] Instrumentação para fazer diversas medições furo abaixo e dispositivos de comunicação são comumente montados dentro da coluna de perfuração. Muitos destes dispositivos de instrumentação e comunicação

operam enviando e recebendo pulsos de pressão através da coluna anular de fluido de perfuração mantido no furo de sondagem.

[006] Bombas de lama são comumente utilizadas para distribuir o fluido de perfuração para a coluna de perfuração durante operações de perfuração. Diversas bombas de lama convencionais são bombas alternativas que têm um ou mais conjuntos de pistão-cilindro acionados por um eixo de manivela e acoplados hidraulicamente entre um coletor de aspiração e um coletor de descarga. Cada conjunto de pistão-cilindro tem um pistão abrigado dentro de um cilindro. Uma válvula de aspiração posicionada entre o cilindro e o coletor de aspiração é operável para controlar o fluxo de fluido de perfuração a partir do coletor de aspiração para o cilindro. Da mesma maneira, uma válvula de descarga posicionada entre o cilindro e o coletor de descarga é operável para controlar o fluxo de fluido de perfuração a partir do cilindro para o coletor de descarga.

[007] Durante operação da bomba de lama o pistão é acionado para ter movimento recíproco dentro do cilindro. Quando o pistão move para expandir o volume dentro do cilindro, a válvula de descarga está fechada e o fluido de perfuração é tirado do coletor de aspiração através da válvula de aspiração para o cilindro. Depois que o pistão inverte a direção, o volume dentro do cilindro diminui, a pressão do fluido de perfuração contido dentro do cilindro aumenta, a válvula de aspiração fecha e o fluido de perfuração agora pressurizado é descarregado do cilindro através da válvula de descarga para o coletor de descarga. Enquanto a bomba de lama está operacional, este ciclo se repete, muitas vezes a uma velocidade cíclica elevada, e fluido de perfuração pressurizado é alimentado de maneira contínua para a coluna de perfuração em uma velocidade substancialmente constante.

[008] Diversas válvulas convencionais de aspiração e descarga são válvulas de gatilho, cada tal válvula tendo um gatilho que é móvel em relação a um assento de válvula, entre uma posição assentada na qual o gatilho engata

o assento de válvula para impedir o fluxo de fluido através da válvula, e uma posição não assentada na qual o gatilho está desengatado do assento de válvula e fluido pode passar através da válvula. Quando movendo entre as posições assentada e não assentada, é comum que o gatilho estremeça. Como aqui utilizada, a expressão “estremeça” se refere ao movimento instável do gatilho provocado, no mínimo em parte, por forças exercidas no gatilho a partir de fluido que passa ao redor do gatilho, através da válvula.

[009] Estremecimento cria pulsações no fluido de perfuração, as quais podem perturbar os dispositivos de comunicação e instrumentação furo abaixo, degradando a precisão de medições feitas pela instrumentação e dificultando comunicações entre dispositivos furo abaixo e sistemas de controle na superfície. Com o tempo as pulsações podem também provocar dano de fadiga ao tubo da coluna de perfuração e a outros componentes furo abaixo. Além disto, quando o gatilho está próximo do assento de válvula, estremeçamento resulta em contato repetido entre o gatilho e o assento de válvula. Com o tempo o impacto repetido do gatilho contra o assento de válvula provoca desgaste de cada componente, o que encurta sua vida útil.

SUMÁRIO

[0010] Em algumas modalidades um conjunto de válvula para operação dentro de um corpo de válvula de uma bomba inclui uma linha de centro axial, um guia de gatilho que tem uma haste, um gatilho acoplado de maneira deslizante ao guia de gatilho e que recebe a haste guia de gatilho, no qual o gatilho e o guia de gatilho definem uma cavidade interna, um sistema de montagem de guia de gatilho flexível que é acoplado ao guia de gatilho, e o gatilho configurado para suportar o guia de gatilho e o gatilho para movimento lateral é axial do guia de gatilho e o gatilho em relação à linha de centro axial, e um restritor de fluxo de área variável em comunicação fluídica com a cavidade interna, no qual o gatilho é móvel em relação ao guia de gatilho para ajustar o volume da cavidade interna. O gatilho pode incluir um

corpo de gatilho que tem uma cabeça de gatilho e uma ranhura de vedação anular na cabeça de gatilho e uma vedação elástica colocada dentro da ranhura de vedação, a vedação compreendendo uma primeira protuberância anular que se estende além da ranhura de vedação e um rebaixo anular contíguo à primeira protuberância anular. A vedação pode incluir uma segunda protuberância anular e no qual o rebaixo anular é colocado entre as primeira e segunda protuberâncias anulares. Em algumas modalidades o restritor de fluxo de área variável inclui uma mola acoplada contígua ao gatilho oco que formando uma porção de uma passagem de fluido entre a cavidade interna e uma superfície exterior do conjunto de válvula. A mola pode ser acoplada entre o gatilho e o guia de gatilho. Em algumas modalidades o conjunto de válvula ainda inclui uma passagem de fluido entre a cavidade interna e uma superfície exterior do conjunto de válvula para fornecer a comunicação fluídica, e o restritor de fluxo de área variável é configurado para ajustar uma área de fluxo da passagem de fluido, com isto fornecendo uma área de fluxo variável para um primeiro fluxo de fluido que deixa a cavidade interna. O restritor de fluxo de área variável pode ser configurado para fornecer uma área de fluxo fixa para um segundo fluxo de fluido que penetra na cavidade interna.

[0011] Em algumas modalidades um conjunto de válvula para operação dentro de um corpo de válvula de uma bomba inclui uma linha de centro axial, um guia de gatilho, um sistema de montagem de guia de gatilho flexível que engata o guia de gatilho e configurado para suportar de maneira elástica o guia de gatilho e responder de maneira elástica a movimento lateral e axial do guia de gatilho em relação à linha de centro axial, e um gatilho acoplado de maneira deslizante ao guia de gatilho e móvel com o guia de gatilho. O sistema de montagem do guia de gatilho flexível pode compreender uma pluralidade de membros suporte estendidos acoplados ao guia de gatilho e que se estendem radialmente e axialmente do guia de gatilho. O sistema de

montagem do guia de gatilho pode ainda compreender uma porca de guia de gatilho que tem uma pluralidade de canais que recebem a pluralidade de membros suporte estendidos, onde a porca é recebida em rosqueamento pelo guia de gatilho. Os membros de suporte estendidos podem se estender ao redor de uma porção do gatilho. Os membros de suporte estendidos podem se estender axialmente em duas direções a partir de uma região onde os membros suporte estendidos acoplam ao guia de gatilho. O conjunto de válvula pode incluir um retentor com um rebaixo de retentor para o qual se estende o guia de gatilho, e uma folga entre o retentor e o guia de gatilho que possibilita movimento do guia de gatilho ao redor da linha de centro axial. O conjunto de válvula pode ainda incluir uma mola de suporte colocada dentro do rebaixo de retentor e um anel de suporte colocado dentro do rebaixo de retentor contíguo à mola de suporte, e no qual o guia de gatilho é colocado contra o anel de suporte possibilitando movimento do guia de gatilho ao redor da linha de centro axial. O conjunto de válvula pode incluir um anel de encaixe acoplado ao retentor contíguo ao anel de suporte e oposto ao anel de suporte oposto à mola de suporte. O conjunto de válvula pode ainda incluir uma placa de base entre a mola de suporte e a extremidade do rebaixo de retentor. O conjunto de válvula pode ainda incluir um parafuso de ajuste recebido em rosqueamento por um orifício que passa através da extremidade do rebaixo de retentor, no qual o parafuso de ajuste é configurado para forçar a placa de base para longe da extremidade do rebaixo de retentor e para fazer com que a placa de base aplique pressão contra a mola de suporte e o anel de suporte para forçar o guia de gatilho para longe da extremidade do rebaixo de retentor. Além disto, o anel de encaixe pode limitar o passeio axial do anel de suporte em uma direção para longe da extremidade do rebaixo de retentor. Também um ressalto entre a primeira e segunda porções de rebaixo do rebaixo de retentor pode limitar o passeio axial do anel de suporte e o guia de gatilho em uma direção no sentido da extremidade do rebaixo de retentor. Em

algumas modalidades o conjunto de válvula inclui uma passagem de fluido que se estende desde o rebaixo de gatilho através de um restritor de fluxo de área variável, no qual a passagem de fluido está em comunicação fluídica com uma superfície exterior do conjunto de válvula, e no qual o restritor de fluxo de área variável é configurado para ajustar uma área de fluxo da passagem de fluido.

[0012] Em algumas modalidades um conjunto de válvula para operação dentro de um corpo de válvula de uma bomba inclui uma guia de gatilho que tem uma haste, um gatilho oco que recebe nele a haste guia de gatilho, no qual o gatilho e o guia de gatilho definem uma cavidade interna, e um restritor de fluxo de área variável em comunicação fluídica com a cavidade interna, no qual o gatilho oco é móvel em relação ao guia de gatilho para ajustar o volume da cavidade interna. O conjunto de válvula pode incluir uma passagem de fluido que se estende desde a cavidade interna através do restritor de fluxo de área variável, no qual a passagem de fluido está em comunicação fluídica com uma superfície exterior do conjunto de válvula e no qual o restritor de fluxo de área variável é configurado para ajustar uma área de fluxo da passagem de fluido. O restritor de fluxo de área variável pode incluir um anel de retenção ligado ao conjunto de válvula. O restritor de fluxo de área variável pode ainda incluir uma mola de regulagem que tem uma extremidade contígua ao anel de retenção. O restritor de fluxo de área variável pode ainda incluir um anel móvel colocado entre a mola de regulagem e uma superfície de contato interior do conjunto de válvula e que está em comunicação fluídica com a cavidade interna, no qual o restritor de fluxo de área variável é colocado contíguo ao gatilho oco e à haste guia de gatilho, e no qual a mola de regulagem solicita o anel móvel no sentido da superfície de contato interior do conjunto de válvula. Em algumas modalidades o conjunto de válvula inclui um segundo restritor de fluxo de área variável em comunicação fluídica com a cavidade interna, que compreende uma mola de

gatilho colocada dentro do gatilho oco e que circunda o guia de gatilho, a mola de gatilho solicitando o gatilho oco em uma direção para longe do guia de gatilho.

[0013] Em algumas modalidades uma bomba inclui um corpo de válvula, cavidade de válvula colocada no corpo de válvula, um primeiro conjunto de válvula colocado dentro da cavidade de válvula, o primeiro conjunto de válvula incluído um guia de gatilho que tem uma haste alongada que se estende axialmente a partir de uma base, um gatilho que recebe nele em deslizamento a haste guia de gatilho, no qual o gatilho e o guia de gatilho definem uma cavidade interna, e um restritor de fluxo que fornece uma área variável para comunicação fluídica entre a cavidade interna e a cavidade de válvula, no qual o gatilho oco é móvel em relação ao guia de gatilho para ajustar o volume da cavidade interna. Em algumas modalidades a bomba ainda inclui um segundo conjunto de válvula alinhado de maneira coaxial com o primeiro conjunto de válvula e colocado dentro da mesma cavidade de válvula.

[0014] Assim, modalidades descritas aqui incluem uma combinação de aspectos e características projetadas para enfrentar diversas dificuldades associadas com certos dispositivos, sistemas e métodos precedentes. Os diversos aspectos e características descritos acima, bem como outros, serão facilmente evidentes para aqueles de talento ordinário na técnica quando da leitura da descrição detalhada que segue, e por meio de referência aos desenhos que acompanham.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0015] Para uma descrição detalhada das modalidades descritas da invenção, referência será feita agora aos desenhos que acompanham, nos quais:

a figura 1 é uma vista em perspectiva de uma bomba que inclui uma pluralidade de válvulas de acordo com os princípios descritos aqui;

as figuras 2A e 2B são vistas em perspectiva da bomba da figura 1 na ausência dos conjuntos pistão-cilindro, que ilustram os blocos de válvula de acordo com os princípios descritos aqui;

a figura 3 é uma vista em seção transversal de um bloco de válvula que ilustra os conjuntos de válvula de aspiração e de descarga colocados nele de acordo com os princípios descritos aqui;

a figura 4 é uma vista em seção transversal axial em perspectiva do conjunto de válvula de aspiração da figura 3 de acordo com os princípios descritos aqui;

a figura 5 é uma vista da extremidade em perspectiva do gatilho da figura 4 de acordo com os princípios descritos aqui;

a figura 6 é uma vista em perspectiva que mostra uma seção transversal de perfil do subconjunto de gatilho da figura 4 de acordo com os princípios descritos aqui;

a figura 7 é uma vista em seção transversal axial em perspectiva próxima do conjunto de válvula de aspiração da figura 4 de acordo com os princípios descritos aqui;

a figura 8 é uma vista em perspectiva da luva do conjunto de válvula de aspiração da figura 3 de acordo com os princípios descritos aqui;

a figura 9 é uma vista da extremidade em perspectiva do conjunto de válvula de aspiração da figura 3 de acordo com os princípios descritos aqui;

a figura 10 é uma vista lateral de um membro de suporte estendido do conjunto de válvula de aspiração da figura 9 de acordo com os princípios descritos aqui;

a figura 11 é uma vista da extremidade em perspectiva da porca para guia de gatilho do conjunto de válvula de aspiração da figura 9 de acordo com os princípios descritos aqui;

a figura 12 é uma vista em seção transversal axial em

perspectiva de outra modalidade de um conjunto de válvula de aspiração de acordo com os princípios descritos aqui;

a figura 13 é uma vista em seção transversal axial em perspectiva do subconjunto de gatilho do conjunto de válvula de aspiração da figura 12 de acordo com os princípios descritos aqui;

a figura 14 é uma vista em seção transversal de ainda outra modalidade de outro bloco de válvula que tem conjuntos de válvula de aspiração e de descarga colocados nele de acordo com os princípios descritos aqui;

a figura 15 é uma vista em perspectiva traseira do conjunto de válvula de aspiração da figura 14 de acordo com os princípios descritos aqui;
e

a figura 16 é uma vista em seção transversal de perfil de um subconjunto de gatilho compatível com uma substituição para o subconjunto de gatilho do conjunto de válvula de aspiração da figura 4 de acordo com os princípios descritos aqui.

NOTAÇÃO E NOMENCLATURA

[0016] A descrição a seguir é direcionada a modalidades tomadas como exemplo de um conjunto de válvula de gatilho para utilização em uma bomba de fluido. Estas modalidades não devem ser interpretadas, ou de outra maneira utilizadas, como limitativas do escopo da descrição, inclusive das reivindicações. Alguém versado na técnica irá entender que a descrição a seguir tem aplicação ampla, e que a discussão de qualquer modalidade quer significar somente ser tomada como exemplo daquela modalidade, e não ter a intenção de sugerir de qualquer maneira que o escopo da descrição, inclusive das reivindicações, está limitado àquela modalidade.

[0017] As figuras do desenho não estão necessariamente em escala. Certos aspectos e componentes descritos aqui podem ser mostrados exagerados em escala ou em alguma forma esquemática, e alguns detalhes de

elementos convencionais podem não estar mostrados, no interesse da clareza e concisão. Em algumas das figuras, para melhorar clareza e concisão da figura, um ou mais componentes ou aspectos de um componente podem ser omitidos ou podem não ter numerais de referência que identificam os aspectos ou componentes, que são identificados em outro lugar. Em adição, numerais de referência iguais ou idênticos podem ser utilizados para identificar elementos comuns ou similares.

[0018] Os termos “incluindo” e “compreendendo” são aqui utilizados, inclusive nas reivindicações, em uma maneira de extremidade aberta, e assim deveriam ser interpretados para significar “incluindo, porém, não limitado a”. Também o termo “acoplam” ou “acopla”, é projetado para significar uma conexão indireta ou direta. Assim, se um primeiro componente acopla ou é acoplado a um segundo componente, a conexão entre os componentes pode ser através de um engatamento direto dos dois componentes, ou através de uma conexão indireta que é realizada por meio de outros componentes intermediários, dispositivos e/ou conexões. A citação “baseada em” (“com base em”) significa “baseada no mínimo em parte em”. Portanto se X é baseado em Y, X pode ser baseado em Y e qualquer número de outros fatores.

[0019] Além disto, os termos “axial” e “axialmente” genericamente significam ao longo ou paralelo a uma linha de centro central ou longitudinal. Os termos “radial” e “radialmente” genericamente significam perpendicular à linha de centro central ou longitudinal, os termos são consistentes com seus significados comumente compreendidos com relação a um sistema de coordenadas cilíndricas.

[0020] Qualquer referência a uma direção relativa com relação a um objeto, por exemplo, “cima”, “para cima”, e “esquerda”, “para esquerda”, “baixo”, ou “mais baixo”, e horário, é feita para finalidade de esclarecimento, e pertence à orientação como mostrado. Se o objeto foi visto de outra orientação, pode ser apropriado descrever direção utilizando um termo

alternativo.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0021] Fazendo referência agora à figura 1, nela está mostrada uma bomba 100 que inclui uma pluralidade de válvulas de acordo com os princípios descritos aqui. A bomba 100 é operável para pressurizar um fluido de trabalho tal como, porém, não limitado a lama de perfuração, para uma pressão desejada. O fluido de trabalho é tirado de um coletor de aspiração (não mostrado) através de uma entrada de bomba 105 para a bomba 100, pressurizado pela bomba 100 e descarregado da bomba 100 através de uma saída de bomba 110, para um coletor de descarga (não mostrado).

[0022] Na modalidade ilustrada a bomba 100 é uma bomba hexagonal que tem seis conjuntos de pistão-cilindro 115 acionados por um came axial comum (não mostrado). Cada conjunto pistão-cilindro 115 é acoplado a um bloco de válvula 120 que pode também ser chamado um corpo de válvula. Além disto, cada conjunto pistão-cilindro 115 inclui um pistão colocado de maneira móvel dentro de um cilindro e acoplado ao came axial. Durante operação da bomba 100 o came axial gira fazendo com que os pistões translacionem ou tenham movimento recíproco dentro de seus respectivos cilindros.

[0023] Voltando para as figuras 2A e 2B, que delineiam a bomba 100 na ausência dos conjuntos de pistão-cilindro 115, cada bloco de válvula 120 tem uma cavidade interna 122 que tem porções caracterizadas por diâmetros diferentes. O bloco de válvula 120 também tem uma porta de cilindro 130 em comunicação fluídica com o cilindro do conjunto de pistão cilindro associado 115, uma porta de aspiração 135 em comunicação fluídica com a entrada de bomba 105, e uma porta de descarga 140 localizada na base do bloco de válvula 120 em comunicação fluídica com a saída de bomba 110. A porta de cilindro 130, a porta de aspiração 135 e a porta de descarga 140 estão periodicamente em comunicação fluídica com as diversas porções da

cavidade interna 122, dependendo da ação cíclica de módulos de aspiração e descarga da válvula, o que será descrito em seguida. A cavidade interna 122 ou porções da cavidade interna 122 podem também ser chamadas uma cavidade de válvula.

[0024] Fazendo referência à figura 3, a bomba 100 ainda inclui um conjunto de válvula de aspiração 145 e um conjunto de válvula de descarga 150, colocados dentro de duas porções diferentes, ou cavidades de válvula 123, 126, respectivamente, da cavidade interna 122 de cada bloco de válvula 120. Uma terceira porção da cavidade interna 122 é configurada como uma câmara de bombeamento 125, colocada entre o conjunto de válvula de aspiração 145, o conjunto de válvula de descarga 150 e a porta de cilindro 130. A câmara de bombeamento 125 está em comunicação fluídica com a porta de cilindro 130 e o conjunto de pistão-cilindro correspondente 115. O conjunto de válvula de aspiração 145 é operado para controlar o fluxo de fluido de trabalho a partir da entrada de bomba 105 para a cavidade de válvula 123 e a câmara de bombeamento 125. O conjunto de válvula de descarga 150 é operável para controlar o fluxo de fluido de trabalho pressurizado a partir da câmara de bombeamento 125 para a cavidade de válvula 126, porta de descarga 140 e a saída de bomba 110.

[0025] A figura 3 delinea uma seção transversal de um bloco de válvula 120 que bifurca o conjunto de válvula de aspiração 145 e o conjunto de válvula de descarga 150 colocados nele ao longo de suas linhas de centro axiais. Como descrito anteriormente, o conjunto de válvula de aspiração 145 é colocado dentro da cavidade interna do bloco de válvula 122 para controlar o fluxo de fluido de trabalho a partir da entrada de bomba 105 através da porta de aspiração 135 do bloco de válvula 120 para a câmara de bombeamento 125. O conjunto de válvula de descarga 150 é colocado dentro da cavidade interna do bloco de válvula 122 para controlar o fluxo de fluido de trabalho pressurizado através da porta de descarga 140 localizada atrás do conjunto de

válvula de descarga 150 nesta vista do bloco de válvula 120 para a saída de bomba 110. Na modalidade ilustrada, o conjunto de válvula de aspiração 145 e o conjunto de válvula de descarga 150 são substancialmente idênticos em ambos, em estrutura e em operação. No interesse de brevidade, apenas o conjunto de válvula de aspiração 145 será descrito em detalhe. Contudo, sua descrição é também aplicável ao conjunto de válvula de descarga 150.

[0026] O conjunto de válvula de aspiração 145 inclui uma linha de centro axial 146, um conjunto de cobertura de válvula 200, com um conjunto de retentor 205, um guia de gatilho 215 mantido dentro da cavidade interna de bloco de válvula 122 por meio de conjuntos 200, 205, um subconjunto de gatilho 220 recebido de maneira deslizante no guia de gatilho 215, e um assento de válvula 240 distal do conjunto de cobertura de válvula 200. O subconjunto de gatilho 220 inclui um gatilho 235 e um membro resiliente recebido dentro do gatilho 235. Na figura 3 membro resiliente é uma mola de gatilho anular 230 e, mais especificamente, uma mola ondulada. O conjunto de retentor 205 inclui uma luva de extensão 205, uma tampa 207 e um membro de engatamento 210. O conjunto de retentor 205 tem uma porção extrema aumentada 209 colocada em deslizamento dentro de uma extremidade exterior aumentada da cavidade interna 122 definida em relação a uma porção interior da cavidade interna 122 e a porção extrema aumentada 209 assenta contra um ombro interior do bloco de válvula 121 para limitar a posição axial do conjunto de retentor 205 em relação ao bloco de válvula 120. A porção extrema 209 inclui luva de extensão 206 e uma porção tampa 207. O conjunto de cobertura de válvula 200 é acoplado a, ou montado contíguo à porção extrema 209 do conjunto de retentor 205. O conjunto de retentor 205 pode também ser simplesmente chamado retentor e, em algumas modalidades, o conjunto de retentor é substituído por uma peça única. Em uma modalidade tomada como exemplo, a válvula de descarga 150 inclui um conjunto de retentor 250 que não tem uma luva de extensão 206.

[0027] Fazendo referência em seguida à figura 4, que é uma vista ampliada do conjunto de válvula de aspiração 145 mostrada como uma seção transversal axial em perspectiva, o membro de engatamento 210 na extremidade interior do conjunto de retentor 205 (figura 3) inclui um rebaixo de múltiplos recursos 265, que tem um diâmetro que varia com sua profundidade. O rebaixo 265 pode ser dito ter uma ou mais porções de diâmetro reduzido. O rebaixo 265 é adaptado para receber um conjunto de pedestal flexível 520 e uma extremidade do guia de gatilho 215. O conjunto de pedestal 520 inclui um anel de suporte 525 e uma mola de suporte 526. A porção a mais profunda 270 do rebaixo 265, que será também chamada a primeira porção de rebaixo, tem uma extremidade a mais profunda 271 e um diâmetro adaptado para receber a mola de suporte 526. A porção rasa 275 do rebaixo 265 que também será chamada a segunda porção de rebaixo tem um diâmetro maior do que a porção mais profunda 270 formando uma superfície ou ressalto 276 anular que se estende radialmente entre primeira e segunda porções de rebaixo 270, 275. A porção rasa 275 é adaptada para receber o anel de suporte 525 com folga radial desprezível entre eles, como mostrado, e para receber a guia de gatilho 215 deixando ambas, a folga radial 280 e a folga axial 285 entre o guia de gatilho 215 e o conjunto de retentor 205. Assim, a mola de suporte 526 é posicionada proximal à extremidade a mais profunda 271 do rebaixo de retentor 265 e o anel de suporte 525 é posicionado dentro do rebaixo de retentor 265 contíguo à mola de suporte 526 e distal à extremidade a mais profunda 271. O guia de gatilho 215 é colocado contra e suportado pelo anel de suporte 525 que é solicitado pelo anel de suporte em uma direção para longe do conjunto de retentor 205.

[0028] Folgas 280, 285 possibilitam movimento limitado do guia de gatilho 215 em relação à linha de centro axial 146 e conjunto de retentor 205. Como será discutido abaixo, o gatilho 235 acopla em deslizamento ao guia de gatilho 215. O gatilho 235 é ao mesmo tempo móvel axialmente com relação

ao guia de gatilho 215 e é móvel juntamente com o guia de gatilho 215. O guia de gatilho 215 e o gatilho acoplado 235 juntos podem translacionar lateralmente como permitido pela folga radial 280, ou podem translacionar axialmente como permitido pela folga axial 285 e a compressibilidade do anel de suporte 526. O guia de gatilho 215 e o gatilho 235 podem pivotar ao redor da linha de centro axial 146 se uma força que atua sobre o guia 215 e gatilho 235 provocar uma compressão desigual da mola de suporte 526. Assim, um movimento do guia de gatilho 215 e do gatilho 235 pode envolver translação axial, translação lateral (que inclui translação radial), pivotamento, ou uma combinação destes movimentos em relação à linha de centro axial 146. Desta maneira o conjunto de pedestal 520 é configurado como um sistema de montagem de guia de gatilho flexível para o guia de gatilho 215. Em diversas modalidades a mola de suporte 526 se estende desde a porção a mais profunda 270 para a porção rasa 275 do rebaixo 265.

[0029] Um membro de retenção é acoplado ao conjunto de retentor 205 e colocado contíguo dentro do rebaixo de retentor 265 e do guia de gatilho 215. No exemplo mostrado, o membro de retenção é um anel de encaixe 522 mantido dentro de uma fenda anular 267 proximal à aresta exterior do rebaixo de retentor 265 no membro de engatamento 210. Assim, o anel de encaixe 522 é colocado contíguo ao anel de suporte 525, oposto à mola de suporte 526 e limita o passeio axial do anel de suporte 525 em uma direção para longe da extremidade a mais profunda 271 do rebaixo de retentor, opondo à força de extensão axial da mola de suporte 526.

[0030] No exemplo da figura 4 o conjunto de pedestal 520 também inclui uma placa de base 528 posicionada entre a mola de suporte 526 e a extremidade a mais profunda 271 do rebaixo de retentor 265. A placa de base 528 é configurada para comprimir a mola de suporte 526 contra o anel de suporte móvel 525 e anel de encaixe fixo 522 por meio de um parafuso de ajuste 530, recebendo em rosqueamento em um furo posicionado de forma

centralizada na extremidade do membro de engatamento de retentor 210, isto é, passando através da extremidade a mais profunda do rebaixo de retentor 265. Uma porca protetora 533 é posicionada no lado oposto do membro de engatamento de retentor 210 para exercer uma tensão axial no parafuso de ajuste 530 para impedir rotação relativa. A tensão da mola de suporte 526, e, portanto, a força exercida pelo conjunto de pedestal 520 contra o guia de gatilho 215 é variável dependendo da posição axial do parafuso de ajuste 530. Assim, o ajuste da força exercida melhora a flexibilidade e agilidade do conjunto de pedestal 520. Assim, o parafuso de ajuste 530 é configurado para forçar a placa de base 528 para longe da extremidade a mais profunda 271 do rebaixo de retentor 265 e para fazer com que a placa de base 528 aplique pressão contra a mola de suporte 526 e ao anel de suporte 525 para forçar o guia de gatilho 215 para longe da extremidade a mais profunda 271. Conseqüentemente, o guia de gatilho 212 e a mola de gatilho 230 forçam o gatilho 235 no sentido do assento de válvula 240.

[0031] Uma cavidade de fluido 535 é formada dentro do rebaixo de retentor 265 e é ainda definida pela base 360 do guia de gatilho 215, e pelo anel de suporte 525 do conjunto de pedestal 520. No exemplo de modalidade, a cavidade de fluido 535 abrange no mínimo uma porção da mola de suporte 526, e a placa de base 528 forma um limite ajustável para a cavidade de fluido 535.

[0032] O ressalto 276 formado entre a porção a mais profunda de diâmetro menor 270 e a porção rasa de diâmetro maior 275 do rebaixo de retentor 265, limitam o movimento axial do anel de suporte 525 e o guia de gatilho 215 na direção no sentido da extremidade a mais profunda 271, e com isto limitam a compressão da mola de suporte 526. Em diversas outras modalidades rebaiços de múltiplos recursos 265 são substituídos por um rebaixo que tem uma única porção com um diâmetro constante, de modo que a compressão da mola de suporte 526 e o movimento axial do guia de gatilho

215 não são limitados por um ressalto 276 como descrito, porém são limitados no mínimo pela extremidade a mais profunda 271.

[0033] Para impedir a perda de fluido de trabalho a partir da câmara de bombeamento 125, o conjunto de retentor 205 ainda inclui uma ou mais ranhuras anulares 290 formadas em sua superfície exterior e um membro de vedação 295 assentado em cada uma. Em algumas modalidades o membro de vedação 295 é um O-ring. Os membros de vedação 295 engatam em vedação a superfície interior do bloco de válvula 120, limitando a câmara de bombeamento 125 para limitar ou impedir que fluido de trabalho passe entre o conjunto de válvula de aspiração 145 e o bloco de válvula 120.

[0034] Continuando com referência à figura 4, o guia de gatilho 215 inclui uma superfície exterior 216, uma base de guia de gatilho 360, uma haste guia de gatilho alongada 365 que se estende axialmente a partir da base 360. Distal à base de guia 360 a haste guia 365 inclui um ressalto anular 367 ao longo da superfície exterior 216, que forma uma seção extrema 369 que tem um diâmetro menor do que a porção central da haste 365. A seção extrema 369 da haste 365 termina em uma cabeça afunilada ou chanfrada 370. A base de guia 360 inclui um eixo rosqueado 362 e um flange 363 na interseção da haste guia 365 e o eixo rosqueado 362. O eixo 362 recebe em rosqueamento uma porca guia de gatilho 550 como um membro da base de guia 360 no guia de gatilho 215. A base guia 360 é assentada contra o anel suporte 525 do conjunto de pedestal 520. A haste 365 é recebida dentro do gatilho 235 com folga radial desprezível entre eles e alinha o gatilho 235 tal que a linha de centro axial do gatilho 235 alinha com a linha de centro axial da haste 365. Quando o gatilho 235 pivota em relação à linha de centro axial do assento de válvula 240, por exemplo em resposta a contato fora de centro com o assento de válvula 240, o guia de gatilho 215 pivota de maneira similar devido ao engatamento entre a haste 365 e o gatilho 235. Em alguns casos o movimento de translação axial ou lateral do gatilho 235 resulta em uma

translação correspondente do guia de gatilho 215, como facilitado pelo conjunto de pedestal 520 e folga radial 280 e folga axial 285 que foram descritos anteriormente.

[0035] O guia de gatilho 215 também inclui um orifício de fluxo axial 368 que se estende através da base de guia 360, da haste guia 365 e da cabeça afunilada 370, dando ao guia de gatilho 215 uma forma genericamente tubular. Fendas radiais 372 na cabeça afunilada 370 ajudam com comunicação fluídica entre o orifício de fluxo axial 368, superfície exterior 216 e câmara de bombeamento 125. Um pino 375 se estende radialmente através da porção central da haste guia 365 entre o flange 363 e o ressalto anular 367. O pino 375 bloqueia parcialmente o orifício de fluxo axial 368 para atuar como um restritor de fluxo de área fixa para movimento de fluido através do orifício de fluxo axial 368, potencialmente amortecendo o movimento do gatilho 235 em relação ao guia de gatilho 215. O orifício de fluxo axial 368 está em comunicação fluídica com a cavidade de fluido 535 no rebaixo de retentor 265.

[0036] Fazendo referência à figura 3 e figura 4, o assento de válvula 240 é um membro anelar colocado dentro da cavidade de bloco de válvula 122 em encontro com um ombro 124 do bloco de válvula 120. O assento de válvula 240 inclui uma superfície interior convergente 242 e uma superfície interior divergente 243. A superfície convergente 242 direciona fluido de trabalho a partir da porta de aspiração 135 do bloco de válvula 120 no sentido do gatilho 235. A superfície divergente 243 promove o fluxo do fluido de trabalho ao redor do gatilho 235 quando o gatilho 235 não está assentado, significando desengatado do assento de válvula 240. A superfície divergente 243 é também aquela porção do assento de válvula 240 que engata o gatilho 235 quando o gatilho 235 está assentado ou engatado com o assento de válvula 240. Conseqüentemente, a superfície divergente 243 é conformada para promover vedação efetiva com o gatilho 235.

[0037] Como mostrado na figura 5 e figura 6, o gatilho 235 inclui um corpo de gatilho 245 que tem uma linha de centro axial 246 e uma vedação multi-lobular 250 colocada ao redor do corpo 245. Em algumas modalidades o corpo de gatilho 245 compreende no mínimo um de aço tratado termicamente e aço inoxidável tratado termicamente. O corpo de gatilho 245 tem uma cabeça oca 400 e uma haste anelar ou extremidade de cauda 405 se estendendo a partir dele. A cabeça 400 tem uma superfície exterior algo conformada de maneira cônica 410 e uma superfície perfilada 412 que intercepta e se estende radialmente para dentro a partir da superfície 410. A superfície perfilada 412 forma uma ranhura de vedação circunferencial 415. A superfície exterior 410 é conformada para promover a vedação efetiva com o assento de válvula 240 e para possibilitar fluxo suave de fluido ao redor do gatilho 235 quando não assentado com criação de turbulência mínima. Na modalidade tomada como exemplo mostrada na figura 6, a superfície divergente 243 do assento de válvula 240 é substancialmente plana ou tem uma ligeira curvatura quando vista em seção transversal. A porção da superfície exterior 410 da cabeça 400 que é configurada para engatamento direto ou indireto com a superfície 243 tem uma forma similar. Contudo, estas superfícies 410, 243 podem ter curvatura maior ou menor em outras modalidades.

[0038] A ranhura 415 recebe a vedação 250 nela. A superfície perfilada 412 da ranhura 415 inclui uma protuberância 416 que se estende radialmente no sentido da superfície exterior 410 e inclui duas regiões lobulares côncavas ou lobos 417A, B, que se estendem genericamente para longe da superfície exterior 410 da cabeça 400. A superfície perfilada 415 também tem uma parede lateral encurvada “conformada em cuia” ou côncava 418, voltada axialmente e oposta à direção em que a extremidade de cauda 405 se estende a partir da cabeça 400. A parede lateral 418 pode também ser chamada uma porção lateral. A parede lateral côncava 418 é contígua à região

lobular 417B. A curvatura da parede lateral 418 pode promover um movimento benéfico da vedação 250 durante engatamento com o assento de válvula 240. O volume da ranhura 415 tem uma porção interior 419A definida em parte pela região lobular 417A e uma porção exterior 419B definida em parte pela região lobular 417B. Porções 422, 425 são definidas por um plano radial 421 que substancialmente bifurca a protuberância 416. A ranhura 415 é dimensionada tal que a porção exterior 419B tem um volume que excede aquele da porção interior 419A para promover movimento benéfico da vedação 250 durante engatamento com o assento de válvula 240. Em algumas modalidades o volume da porção exterior 419B é 4% maior do que aquele da porção interior 419A.

[0039] Fazendo referência à figura 6, a vedação 250 compreende um material resiliente ou elástico tal como, porém, não limitado a, poliuretano e/ou borracha. As dimensões da vedação 250 são selecionadas tal que quando o gatilho 225 se desloca no sentido do assento de válvula 240, tal como para fechar o conjunto de válvula de aspiração 145, a vedação 250 contata o assento de válvula 240 antes de qualquer porção do corpo de gatilho 245. Na modalidade tomada como exemplo, a vedação 250 tem uma primeira protuberância que se estende radialmente, lobo ou convexidade 252, uma segunda protuberância que se estende radialmente, lobo ou convexidade 253, e uma porção de diâmetro reduzido, ou recuada 254, localizada entre convexidades 252, 253. As convexidades exteriores 252, 253 e a porção recuada 254 são contíguas à superfície 410 da cabeça 400 e se estendem de maneira circunferencial ao redor da vedação anular 250 e podem ser descritas como protuberâncias anulares ou convexidades. A vedação 250 também inclui duas protuberâncias, lobos ou convexidades 255A, B opostas às convexidades 252, 253. A convexidade 255A é recebida dentro do lobo 417A da ranhura 415 e a convexidade 255B é recebida dentro do lobo 417B. Convexidades exteriores 252, 253 e convexidades interiores 255A, B se estendem ao redor

da vedação anular 250 em uma direção circunferencial e, portanto, podem ser descritas como sendo protuberâncias ou convexidades anulares. A convexidade 252 que se estende radialmente além da cabeça de gatilho 400 e ranhura de vedação 415 é a porção da vedação 250 que faz o contato inicial com o assento de válvula 240, como mostrado. Contato inicial por meio da vedação 250 com o assento de válvula 240 possibilita a vedação 250 comprimir até um grau e possibilita o movimento do gatilho 235 ser reduzido antes que a cabeça de gatilho 400 engate o assento de válvula 240, ambos os quais compreendem material que é mais rígido do que aquele da vedação 250. Reduzir o gatilho 235 desta maneira antes que a cabeça de gatilho 400 engate um assento de válvula 240 reduz a força de impacto entre o assento de válvula 240 e a cabeça de gatilho 400. Isto por sua vez reduz desgaste destes componentes 240,400 e os possibilita ter vidas úteis mais longas. Em algumas modalidades a segunda convexidade 253 também se estende e além, radialmente além da cabeça de gatilho 400 e ranhura de vedação 415.

[0040] Movimento continuado do gatilho 235 contra o assento de válvula 240, faz com que a vedação 250 comprima ainda mais ou mova dentro da ranhura 415. Compressão e movimento da vedação 250 são promovidos pela forma da vedação 250, em particular uma porção de diâmetro reduzido 254 e a forma da ranhura de vedação 415.

[0041] Continuando a fazer referência ao gatilho 235 na figura 6, a extremidade de cauda 405 do corpo 245 inclui uma superfície exterior 408 que tem curvatura côncava que se estende no sentido da cabeça 400 e é visível no perfil de seção transversal que está mostrado. A superfície exterior convexa 408 promove o fluxo suave entre o assento de válvula 240 e a cabeça de gatilho 400 quando o gatilho 235 não está assentado. A superfície exterior convexa 408 está em comunicação fluídica com a câmara de bombeamento 125.

[0042] Como mostrado na figura 5 e figura 6, o gatilho 235 inclui

um rebaixo de múltiplos recursos 420 que tem diversas porções e que se estende para dentro a partir da extremidade de cauda 405. Em particular, o rebaixo de gatilho 420 inclui uma primeira ou porção exterior 425 que tem um conjunto de primeiros canais axiais 426 e uma ranhura circunferencial 428, uma face genericamente troncocônica 430 que inicia uma segunda porção ou porção de transição, e tem um conjunto de segundos canais axiais 436. Cada um dos segundos canais axiais 436 é alinhado circunferencialmente com um primeiro canal axial 426 e intercepta ambos, a face tronco-cônica 430 e o primeiro canal parcial alinhado 426, promovendo comunicação fluídica entre canais 426, 436. Assim, a face troncocônica 430 é compartilhada por ou intercepta a porção exterior 425, canais axiais 426, 436 e porção de transição 435; portanto a face troncocônica 430 também será chamada face recíproca 430. Em diversas modalidades o conjunto de primeiros canais axiais 426 pode incluir um, dois ou qualquer outro número prático de canais, e o conjunto de segundos canais axiais 426 pode incluir um, dois ou qualquer outro número prático de canais. O diâmetro interior da porção de transição 435 é adequado para receber em deslizamento a porção central da haste guia 365 entre o flange 363 e o ressalto anular 367 (figura 4).

[0043] O rebaixo de múltiplos recursos 420 ainda inclui uma porção base seccionada múltipla 440 contígua à porção de transição 435. A porção de base 440 inclui uma terceira porção intermediária 445 que se estende para dentro a partir da porção de transição 435, inclui uma quarta porção de recebimento de mola 450 que tem uma face anular 451 e um diâmetro menor do que a porção intermediária 445 e inclui uma quinta porção mais interior 455 que se estende desde o diâmetro interior da face anular 451. Na modalidade mostrada, a porção mais interior 455 inclui diversas seções de diâmetros variáveis, algumas das quais afunilam. A seção inicial da porção mais interior 455 é cilíndrica e é adaptada para receber a cabeça 370 e a extremidade proximal da haste guia 365. A face anular 451 é um exemplo de

uma face e interna de rebaixo 420.

[0044] Fazendo referência à figura 6, em adição ao gatilho 235 e mola 230, o subconjunto de gatilho 220 também inclui um restritor de fluxo de área variável 560 recebido e retido dentro da porção exterior 425 do rebaixo de gatilho 420. O restritor de fluxo de área variável 560 inclui um anel de retenção 565 mantido na ranhura circunferencial 428, um anel móvel 570 que tem uma face troncocônica 575 contígua e voltada para a face recíproca 430, uma mola de regulagem 580 posicionada entre o anel de retenção 565 e uma face extrema no anel móvel 570. Assim, o anel de retenção 565, anel móvel 570 e a mola de regulagem 580 são alinhados axialmente. O diâmetro interno do anel para móvel 570 corresponde substancialmente ao diâmetro interior da porção de transição 435 do rebaixo de gatilho 420. Em diversas modalidades a mola de regulagem 580 é parcialmente comprimida e assim é “pré-carregada” com uma força de compressão quando instalada como descrito. A mola de regulagem 580 solicita a face troncocônica 575 do anel móvel 570 no sentido de contato com a face recíproca 430, formando uma vedação parcial ao longo da superfície interior do gatilho 235 em alguns casos. Melhor mostrado na figura 7, esta vedação parcial ao longo da superfície interior do gatilho 235 é interrompida em localizações espaçadas circunferencialmente por um ou mais espaços variáveis 438. Um espaço 438 é formado na interseção de cada par de canais alinhados 426, 436 e é limitado pela face recíproca 430 e anel móvel 570 do restritor de fluxo de área variável 560. Em diversos casos, compressão adicional da mola de regulagem 580 faz com que o anel móvel 570 seja deslocado da fase recíproca 430, aumentando a dimensão do um ou mais interstícios 438. Na modalidade mostrada a mola de regulagem 580 é uma mola ondulada.

[0045] Como mostrado na figura 4 e figura 7, o rebaixo 420 de válvula de gatilho 235 recebe nele a haste guia de gatilho 365 definindo uma cavidade interna 460 entre a haste guia de gatilho 365 e a superfície interior

do gatilho 235. O restritor de fluxo de área variável 560 e o diâmetro interior da porção de transição 435 do rebaixo de gatilho 420 recebem em deslizamento e engatam um comprimento da haste guia 365 entre o flange 363 e o ressalto anular 367 com a haste guia 365 se estendendo além da extremidade de cauda 405 do gatilho 235. O ressalto anular 367 faceia a superfície interna do rebaixo de gatilho 420. A seção extrema 369 da haste guia 365 recebe em deslizamento a superfície interior da mola de gatilho anular 230 que se estende axialmente entre o ressalto anular 367 e a face interna 451 do rebaixo de gatilho 420. Assim, a mola de gatilho 230 é acoplada contígua ao gatilho 605 e é colocada e retida entre o gatilho 605 e o guia de gatilho 215. A mola de gatilho 230 e a seção extrema do guia de gatilho 359 são juntas colocadas dentro da porção de recebimento de mola 450 e porção intermediária 445 do rebaixo de gatilho 420. Em diversos casos a seção extrema 369 se estende para a porção a mais interior 455 do rebaixo de gatilho 420. O espaço radial que se estende a partir da haste guia de gatilho 365 através da mola de gatilho 230 e para a superfície interior da porção intermediária 445 inclui uma folga radial 232.

[0046] A mola de gatilho 230 é expansível e compressível entre o ressalto anular 367 da haste guia 365 e a face interna 451 do gatilho 235. Expansão e compressão da mola de gatilho 230 possibilita movimento axial do gatilho 235 em relação ao guia de gatilho 215. Além disto, a mola de gatilho 230 solícita o gatilho 235 para a posição assentada contra o assento de válvula 240 e para longe do guia de gatilho 215. Quando a força exercida no gatilho 235 pelo fluido de trabalho à montante do conjunto de válvula de aspiração 145 (isto é, fluido na porta de aspiração 135), excede a força exercida sobre o gatilho 235 pela mola de gatilho 230 (fluido de trabalho na câmara de bombeamento 125), o gatilho 235 move axialmente no sentido do guia de gatilho 215, comprimindo a mola 230. Inversamente, quando a força exercida no gatilho 235 pelo fluido de trabalho à montante da válvula de

aspiração 145 é menor do que a força exercida no gatilho 235 pela mola de gatilho 230 e fluido de trabalho na câmara de bombeamento 125, o gatilho 235 move axialmente para longe do guia de gatilho, 215 permitindo à mola 230 expandir.

[0047] Fazendo referência à figura 7, os canais axiais 426, 436 ao longo da superfície interior do gatilho 235 possibilitam comunicação fluídica, por exemplo, fluxo de fluido ou troca de pressão entre a câmara de bombeamento 125 (figura 4) e a cavidade interna 460. A mola de regulação 580 e o anel móvel 570 são colocados entre o gatilho 235 e a haste guia de gatilho 365 e deslizáveis em relação à haste 365. Quando o gatilho 235 move axialmente no sentido do assento de válvula 240 (figura 4) em relação à haste guia de gatilho 365, fluido de trabalho escoar da câmara de bombeamento 125 para o gatilho 235, preferivelmente passando através de um trajeto de fluxo ou passagem de fluido 590 definido pelos canais axiais 426 e a interstícios variáveis 438 que têm uma área variável para comunicação fluídica governada ou fornecida por meio do restritor de fluxo 560, canais axiais 436 e o espaço anular entre a haste guia 365 e a porção intermediária 445 do rebaixo de gatilho 420. A passagem de fluido 590 continua radialmente através da mola de gatilho 230 e axialmente ao longo da folga radial 232 para a cavidade interna 460 dentro do rebaixo de gatilho 420. Quando a mola 230 comprime ou expande durante operação, área disponível para fluido escoar através da mola 230 varia; portanto, a mola 230 é um restritor de fluxo de área variável. A passagem de fluido 590 está em comunicação fluídica com o orifício de fluxo axial 368 do guia de gatilho 215 que está em comunicação fluídica com a cavidade de fluido 535 no rebaixo de retentor 265. Em diversas modalidades o orifício de fluxo axial 368 é considerado ser uma porção da passagem de fluido 590. É observado que a passagem de fluido 590, e assim a cavidade interna 460 e o orifício de fluxo axial 368 estão em comunicação fluídica com uma zona de fluido 592 ao redor do conjunto de válvula 145 limitada em parte

pela superfície exterior do conjunto de válvula 145 que inclui a superfície exterior 216 do guia de gatilho 215 e superfície exterior 408 do gatilho 235. Na figura 4 a zona de fluido 592 está em comunicação fluídica com a cavidade de válvula 123 e a câmara de bombeamento 125 e, em alguns casos, pode ser considerada uma extensão da cavidade de válvula 123. Para um conjunto de válvula de descarga 150 (por exemplo, figura 3), a zona de fluido circundante 592 está em comunicação fluídica com a cavidade de válvula 126 da cavidade interna 122 e com a porta de descarga 140 e, em alguns casos, a zona de fluido correspondente 592 pode ser considerada uma extensão da cavidade de válvula 126.

[0048] Fazendo referência novamente à figura 7, a tolerância minimizada entre o anel móvel 570 e a haste guia de gatilho 365 restringe ou inibe o fluxo de fluido entre eles fazendo com que fluido prefira escoar através de interstícios variáveis 438. Em algumas modalidades a passagem de fluido 590 inclui o espaço anular entre o anel móvel 570 e a haste guia de gatilho 365, fornecendo comunicação fluídica em paralelo com interstícios variáveis 438.

[0049] A velocidade de fluxo de fluido para dentro ou para fora da cavidade interna 460 do gatilho 235 através da passagem de fluido 590 é dependente, no mínimo em parte, do número e tamanho de uma seção transversal dos canais axiais 426, 436 e interstícios 438. A velocidade na qual o gatilho 235 responde a um diferencial de pressão como descrito anteriormente, e move em relação ao guia de gatilho 215 é por sua vez dependente da velocidade de fluido para dentro ou para fora da cavidade interna 460. Quanto maior o número e/ou maior a dimensão dos canais 426, 436 e interstícios 438, mais rápido o gatilho 235 responde e move. Inversamente, quanto menor o número e/ou menor o tamanho de canais 426, 436 e interstícios 438 mais lentamente o gatilho 235 responde e move. Em outras palavras, movimento do gatilho 235 é amortecido. Por esta razão, o

conjunto de válvula de aspiração 145 pode ser descrito como tendo um amortecedor integrado ou restritor de fluxo. Em modalidades preferidas, o número e tamanho de seção transversal dos canais 426, 436 e interstícios 438 são selecionados para amortecer o movimento do gatilho 235 de maneira suficiente para minimizar a criação de pulsações no fluido de trabalho devido ao movimento do gatilho. Ao mesmo tempo, o número e tamanho dos canais 426, 436 e interstícios 438 são selecionados tal que os canais 426, 436 e interstícios 438 que permitam uma vazão suficiente na passagem de fluido 590 tal que o gatilho 235 veda contra o assento 240 durante cada ciclo, antes que qualquer quantidade substancial a partir da câmara de bombeamento ou 125 escoe de volta para a porta de aspiração 135. No conjunto de válvula de descarga 150 o número e o tamanho dos canais 426, 436 e interstícios 438 são selecionadas tal que os canais 426, 436 e interstícios 438 permitam uma vazão suficiente em uma passagem de um fluido correspondente 590, tal que o gatilho 235 veda contra o assento 240 durante cada ciclo antes que qualquer quantidade substancial de fluido de trabalho a partir da porta de descarga 140 escoe de volta para a câmara de bombeamento 125.

[0050] Quando fluido de trabalho escoar para a cavidade interna 460 por meio da passagem de fluido 590 passando o restritor de fluxo de área variável 560, a mola de regulagem 580 mantém um anel móvel 570 contra a face recíproca 430, de modo que interstícios 438 permanecem fixados em seu tamanho mínimo. Assim, o restritor de fluxo de área variável 560 é configurado para fornecer uma restrição genericamente constante para o fluxo de fluido de trabalho para a cavidade interna 460, e com isto uma restrição genericamente constante para o movimento do gatilho 235 para longe do guia de válvula 215 quando condições de bombeamento encorajam o gatilho 235 a mover para engatar o assento de válvula 204, isto é, que a válvula de aspiração 145 fecha.

[0051] O potencial de movimento de fluido a partir da cavidade

interna 460 para a câmara de bombeamento 125 por meio da passagem de fluido 590 foi descrito. Em adição, em algumas modalidades um movimento súbito do gatilho 235 mais próximo do guia de gatilho 215 pode provocar um pico de pressão dentro da cavidade interna 460 e orifício de fluxo axial 368 suficiente para fazer com que o fluido momentaneamente empurre o guia de gatilho 215 para longe do conjunto de pedestal 520. Em tais casos de levantamento hidráulico algum fluido do orifício de fluxo 368 ou da cavidade de fluido 535 (figura 4) pode passar entre a base de guia de gatilho 260 e o anel suporte 525 entrando na câmara de bombeamento 125.

[0052] Inversamente, quando o gatilho 235 move axialmente na direção oposta, isto é, a para longe do assento de válvula 240 e para contato maior com o guia de gatilho 215, algum fluido de trabalho na cavidade interna 460 é deslocado pela haste guia de gatilho 365 e sai do gatilho 235. O fluido de trabalho deslocado escoar a partir da cavidade interna 460 através da passagem de fluido 590. Embora deixando a cavidade interna 460 e gatilho 235, o fluido de trabalho comprime contra a face troncocônica 475 do anel móvel 570 potencialmente comprimindo a mola de regulação 580 e separando o anel 570 da face recíproca 430, de modo que os interstícios 438 aumentam de maneira variável dependendo da vazão a partir da cavidade interna 460, o que depende, no mínimo em parte, da velocidade de movimento do gatilho 235 no sentido do guia de válvula 215. Por sua vez, a velocidade de movimento do gatilho 235 no sentido do guia de válvula 215 depende, no mínimo em parte, do diferencial de pressão ou da vazão de bombeamento do fluido de trabalho entre a porta de aspiração 135 e a câmara de bombeamento 125. Assim, o restritor de fluxo de área variável 560 é configurado para fornecer menos restrição para o fluxo de fluido de trabalho a partir da cavidade, e com isto fornecer menos restrição ao movimento do gatilho 235 no sentido do guia de válvula 215 e para longe do assento de válvula 240 quando condições de bombeamento avocam um fluxo mais

elevado de fluido de trabalho a partir da porta de aspiração 135 para a câmara de bombeamento 125. Desta maneira, o restritor de fluxo de área variável 560 é configurado para mudar ou ajustar uma área de fluxo disponível de passagem de fluido 590 e influenciar de maneira variável o movimento do gatilho 235. Portanto, o restritor de fluxo de área variável 560 pode também ser chamado um amortecedor integrado ou variável para gatilho 235. Em alguns casos, quando o fluido de trabalho a partir de dentro da cavidade interna 460 sai do gatilho 235 de maneira relativamente lenta, a mola de regulagem 580 pode não comprimir, e os interstícios 438 podem permanecer em seu tamanho mínimo.

[0053] Durante operação da bomba 100 os pistões têm movimento recíproco dentro de seus respectivos cilindros. Quando cada pistão tem um curso de volta, um vácuo é tirado na câmara de bombeamento 125 (figura 3) do bloco de válvula 120 ao qual o pistão está acoplado. Devido ao diferencial de pressão entre a câmara de bombeamento 125 e o fluido de trabalho à jusante do conjunto de válvula de descarga 150, o gatilho de descarga 235 move axialmente ao longo do guia de gatilho 215 no sentido do assento de válvula 240. Movimento do gatilho de descarga 235 faz com que fluido de trabalho seja tirado através dos canais axiais e interstícios 438 do gatilho de descarga 235 para sua cavidade interna 460. Devido ao tamanho e número de canais 426m 436 e interstícios 438, a velocidade na qual fluido escoar para a cavidade interna 460 é controlado, amortecendo movimento do gatilho 235 em resposta a fluido que passa sobre o gatilho 235 e reduzindo a tendência para o gatilho 235 estremecer ou impactar de forma abrupta quando ele se aproxima do assento de válvula 240. Quando o gatilho de descarga 235 está próximo do assento de válvula 240, a vedação 250 engata o assento de válvula 240 comprimindo e reduzindo movimento do gatilho 235. Movimento continuado do gatilho 235 no sentido do assento de válvula 240 comprime ainda mais a vedação 250 até que o gatilho de descarga 235 esteja assentado

contra o assento de válvula 240. A combinação da forma da superfície de assento de válvula 243, engatamento entre o rebaixo de gatilho de descarga 420 e a haste guia de gatilho de descarga 365 e a capacidade do guia de gatilho de descarga 215 para translacionar axialmente, para translacionar lateralmente e para pivotar como descrito anteriormente, possibilitam a centralização do gatilho de descarga 235 contra o assento de válvula 240 para formar uma vedação completa entre eles. Dessa maneira, o conjunto de válvula de descarga 150 é fechado.

[0054] Da mesma maneira, devido ao diferencial de pressão entre a câmara de bombeamento 125 (figura 4) e fluido à montante do conjunto de válvula de aspiração 145 quando cada pistão tem seu curso de volta, o gatilho de aspiração 235 move axialmente ao longo do guia de gatilho 215 para longe do assento de válvula 240. Em resposta, algum fluido de trabalho dentro da cavidade interna 460 do gatilho de aspiração 235 é deslocado da cavidade interna 490 através dos canais axiais 426, 436 e interstícios 438 para a câmara de bombeamento 125. Devido ao tamanho e número de canais 426, 436 e interstícios 438, a velocidade na qual fluido escoar para fora da cavidade interna 460 é controlada, amortecendo movimento do gatilho 235 em resposta a fluido que passa sobre o gatilho 235 e reduzindo a tendência para o gatilho 235 estremecer quando ele se move para longe do assento de válvula 245. Também quando o gatilho de aspiração 235 sai do assento, a vedação 250 expande ou move, retornando para sua forma não comprimida dentro da ranhura de vedação 415. Desta maneira, o conjunto de válvula de aspiração 145 é aberto.

[0055] Com o conjunto de válvula de descarga 150 fechado e o conjunto de válvula de aspiração 145 aberto, fluido de trabalho passa do coletor de aspiração através da entrada de bomba 105 e da porta de aspiração 135 do bloco de válvula 120 ao redor do gatilho de aspiração não assentado 235 para encher a câmara de bombeamento 125, incluindo o cilindro.

[0056] Quando o pistão alcança a extremidade de seu curso, o pistão inverte a direção e começa a ter curso para frente. Quando o pistão tem curso para frente, pressão de fluido no cilindro e na câmara de bombeamento aumenta. Quando a força exercida no gatilho de aspiração 235 pelo fluido na câmara de bombeamento 125 e a mola de gatilho de aspiração 230 excede a força exercida no gatilho de aspiração 235 por fluido à montante do gatilho 235 na porta de aspiração 135, o conjunto de válvula de aspiração 145 fecha em uma maneira idêntica como aquela descrita anteriormente com relação ao fechamento do conjunto de válvula de descarga 150. Depois que o conjunto de válvula de aspiração 145 está fechado, a câmara de bombeamento 125 cessa de receber fluido de trabalho a partir do coletor de aspiração.

[0057] Quando a força exercida no gatilho de descarga 235 pelo fluido na câmara de bombeamento 125 excede a força exercida no gatilho de descarga 235 por fluido à jusante do gatilho 235 e a mola do gatilho de descarga 230, o conjunto de válvula de descarga 150 abre em uma maneira idêntica como aquela descrita anteriormente com relação à abertura do conjunto de válvula de aspiração 145. Depois que o conjunto de válvula de descarga 150 está aberto, o fluido pressurizado na câmara de bombeamento 125 escoar ao redor do gatilho de descarga 235 através da porta de descarga 140 do bloco de válvula 120 e a saída de bomba 110 para o coletor de descarga. Quando o pistão alcança a extremidade de seu curso, ele novamente inverte direção e começa a ter curso de volta trazendo um vácuo na câmara de bombeamento 125 e assim por diante, como descrito acima. Enquanto a bomba 100 continua a operar, este processo se repete e fluido de trabalho pressurizado é descarregado da saída de bomba 110.

[0058] Quando o gatilho 235 de um conjunto de válvula 145,150 abre, ele força fluido para fora de área variável 560. Dependendo da velocidade do gatilho 235 em relação ao guia de gatilho 215 e vazão de descarga, a mola de regulação 580 do restritor de fluxo de área variável 560 pode comprimir mais

ou menos, mudando ou ajustando a área de fluxo disponível de uma porção de passagem de fluido 590, por exemplo, interstícios 438. Quando o gatilho 235 fecha movendo no sentido do assento 240 a mola de regulagem 580 expande, e em diversos casos o anel móvel 570 contata a face recíproca 430 limitando a área de fluxo da passagem de fluido 590, por exemplo os interstícios 438 na face recíproca 420 para uma área de fluxo mínima ou reduzida durante o reenchimento da cavidade interna 460. A passagem de fluido 590 não fecha de forma mecânica, mas está sempre aberta não levando em consideração um bloqueio que poderia ocorrer devido a contaminação. Uma vez que interstícios 438 permanecem fixos em sua dimensão mínima quando o conjunto de válvula de gatilho 145, 150 fecha, porém pode aumentar quando o conjunto de válvula de gatilho 145, 150 abre, a velocidade de fechamento é potencialmente mais lenta do que a velocidade com a qual o conjunto de válvula de gatilho 145, 150 abre. Em casos quando a válvula de gatilho 235 abre e o anel móvel 570 move para longe da fase recíproca 430, a passagem de fluido 590 tem uma área de fluxo na face recíproca 430 que é maior do que área de fluxo mínimo ou reduzido descrita com relação ao fechamento da válvula de gatilho 235.

[0059] Conjuntos de válvula 145, 150 com amortecedores integrados foram descritos. Nas modalidades tomadas como exemplo o conjunto de válvula tem a cavidade interna 460 que recebe e descarrega fluido. A velocidade na qual o fluido penetra ou deixa a cavidade interna 460 amortece movimento do gatilho 235 em resposta a fluido que passa sobre o gatilho 235 e reduz a tendência para o gatilho 235 estremecer. O gatilho 235 tem a vedação 250 que durante fechamento do conjunto de válvula contata o assento de válvula 240 antes de qualquer porção da cabeça de gatilho 400. Compressão subsequente da vedação 250 retarda movimento do gatilho 235 e reduz forças de impacto entre a cabeça de gatilho 400 e o assento de válvula 240. Isto por sua vez reduz desgaste para estes componentes 240, 400

possibilitando que eles tenham vidas úteis mais longas. Na modalidade tomada como exemplo, o gatilho 235 também tem a ranhura de vedação 415 que é conformada para possibilitar compressão ao invés de esticamento da vedação 250 durante contato com o assento de válvula 240. Isto impede dano de fadiga à vedação 250. Em diversos casos, a vedação 250 pode também mover dentro da ranhura 415. O guia de gatilho do conjunto de válvula 215 é pivotante e translacionável. Isto promove centralização do gatilho 235 contra o assento de válvula 240, o que possibilita vedação efetiva entre estes componentes e fechamento completo do conjunto de válvula.

[0060] Fazendo referência novamente ao exemplo da figura 3, o conjunto de válvula de aspiração 145 também inclui um sistema de montagem de guia de gatilho flexível 500 que inclui o conjunto de pedestal 520 descrito anteriormente. Em diversas modalidades, incluindo a modalidade da figura 3, o sistema de montagem de guia de gatilho 500 ainda inclui uma luva de câmara de bombeamento genericamente cilíndrica 510 e diversos membros de suporte estendidos 540 acoplados à guia de gatilho 215. A luva 510 se estende circunferencialmente ao redor de porções dos membros suporte 540, gatilho 235 e guia de gatilho 215 dentro da câmara 125. Melhor mostrado na figura 8, a luva de câmara de bombeamento 510 inclui uma primeira ou extremidade com flange 512, uma segunda extremidade 514 e no mínimo uma abertura de parede lateral 515 que se estende desde a extremidade com flange 512 através da segunda extremidade 514. Como mostrado na figura 3, a extremidade com flange 512 é colocada dentro da cavidade de bloco de válvula 122 em encontro com um ombro do bloco de válvula 120 e a segunda extremidade 514 é colocada contígua à extremidade de descarga do assento de válvula 240, isto é, a extremidade a mais próxima da superfície interior divergente 243. A parede lateral de luva 510 suporta, isto é, limita o movimento de dois ou mais dos membros suporte estendidos 540. A abertura de parede lateral 515 promove o fluxo de fluido de trabalho a partir do gatilho 235 e luva de câmara

510 para outras regiões na câmara de bombeamento 125.

[0061] Como melhor mostrado na figura 9, diversos membros de suporte que se estendem 540, se estendem radialmente e axialmente a partir do guia de gatilho 215 e são acoplados pela porca de guia de gatilho 540 na base guia 360. Fazendo referência à figura 10, os membros de suporte estendidos 540 no presente exemplo são hastes dobradas que compreendem uma primeira perna 542 que tem uma linha de centro longitudinal 543, uma segunda perna 544 que se estende axialmente além da primeira perna 542 e na mesma direção como a primeira perna 542 se estende, e duas seções encurvadas intermediárias 546. Cada seção 546 tem uma dobra lisa maior do que 90 graus, porém as duas seções 546 são dobradas em direções opostas no exemplo descrito, de modo que a segunda perna 544 é genericamente paralela à primeira perna 542. A segunda perna 544 é mais longa do que a primeira perna 542 e inclui uma dobra aguda em sua extremidade distal. Embora as pernas 542, 544 e seções intermediárias 546 estejam distinguidas na figura 10, cada membro suporte 540 pode ser formado de uma peça única de material alongado, por exemplo. Os membros de suporte 540 são formados de material resiliente significando membros 540 que podem sustentar alguma quantidade de dobramento ou distorção sem exceder o limite elástico do material, de modo que ele genericamente retorna para sua forma original depois de cada distorção. Em seção transversal, os membros de suporte 540 podem ter qualquer forma adequada incluindo, por exemplo, redonda, retangular, oval ou triangular, bem como sólida, tubular ou porosa. As primeiras pernas 542 são recebidas dentro de canais perfilados 552 formados na porca guia de gatilho 550. As extremidades de canais 552 estão mostradas na figura 9 enquanto uma perspectiva mais completa está apresentada na figura 11. Os canais 552 se estendem axialmente e radialmente dentro da porca 550 fornecendo suporte radial e axial para os membros suporte estendidos 540. Em algumas modalidades os membros de suporte 540 são soldados ou ligados

de outra maneira adequada ao guia de gatilho ao invés de serem acoplados por canais 550. Em outras modalidades uma seção ou seções intermediárias 546 são dobradas igual a mais ou menos 90 graus. Em algumas modalidades a segunda perna 544 se estende axialmente para trás no sentido e além da primeira perna 542.

[0062] Como mostrado na figura 9 e figura 3, as extremidades das segundas pernas 544 dos membros suporte 540 se estendem ao redor de uma porção da cabeça de gatilho 400 e embutem no assento de válvula 240. Os membros de suporte 540 são ainda limitados em movimento radial pela proximidade ou contato das segundas pernas 544 com uma superfície interior de luva de câmara 510 como discutido anteriormente com referência à figura 4, o guia de gatilho 215 e o gatilho acoplado 235 são configurados para translacionar lateralmente, para translacionar axialmente e para pivotar, devido à folga radial 280, folga axial 285 e a compressibilidade da mola de suporte 526. Os membros de suporte 540 fornecem ao guia de gatilho 215 e ao gatilho 235 liberdade adicional para translacionar lateralmente e axialmente e para pivotar, mesmo se o anel de suporte 525 e mola de suporte 526 do conjunto de pedestal 520 não movam. Se, por exemplo, o fluido de trabalho que escoar ao redor do conjunto de válvula de aspiração 145 devesse fazer com que o guia de gatilho 215 e o gatilho 235 juntos movessem lateralmente, axialmente ou de maneira pivotante em relação ao bloco de válvula 120, em resposta um ou mais membros suporte 540 podem ser dobrados elasticamente além de sua configuração de repouso (figura 3) e deveriam então exercer forças axiais, forças laterais ou forças de pivotamento para fazer com que o guia de gatilho 215 e o gatilho 235 retornem para sua posição precedente, ou alcancem uma nova posição que pode fazer com que a cabeça de gatilho 400 e a vedação 500 engatem um assento de válvula 240 de maneira mais vantajosa. Assim, o guia de gatilho 215 e o gatilho 235 são configurados para pivotar, para translacionar axialmente, para translacionar

lateralmente como ajudado pelos diversos elementos do sistema de montagem de guia de gatilho 500 possibilitando centralização do gatilho de aspiração 235 contra o assento de válvula 240 para formar entre eles uma vedação completa. Além disto, os membros de suporte estendidos 540 e o sistema de montagem de guia de gatilho fornecem uma resposta elástica, ou suporte elástico, para o guia de gatilho 215 e o gatilho 235, tal que o guia de gatilho 215 e o gatilho 235 podem retornar para sua posição original ou uma posição vantajosa depois de terem sido submetidos a forças externas.

[0063] A figura 12 apresenta uma modalidade alternativa de um conjunto de válvula de gatilho. Em particular, um conjunto de válvula de gatilho 600 inclui um gatilho oco 605, um retentor 602, um guia de gatilho 665, uma mola de gatilho 604, um restritor de fluxo de área variável 640, um assento de válvula 240. Para brevidade, no mínimo o retentor 602 e guia de gatilho 665 estão mostrados em forma esquemática. O guia de gatilho 665 inclui uma base de guia de guia 640, uma haste de guia sólida 675 que se estende a partir da base 670.

[0064] Como mostrado na figura 13, o gatilho 605 inclui um corpo de gatilho 606 que tem uma linha de centro axial 607 e uma vedação circunferencial 250 colocada ao redor do corpo 606. Em algumas modalidades o corpo de gatilho 606 compreende no mínimo um de aço tratado termicamente e aço inoxidável tratado termicamente. O corpo de gatilho 606 tem uma cabeça oca 610 e uma haste tubular 615 que se estende a partir dele. A cabeça 610 tem uma superfície exterior algo conformada de maneira cônica 612 e uma ranhura de vedação 415 que intercepta a superfície 410. Na modalidade tomada como exemplo a porção frontal da superfície exterior 612 é similar à superfície exterior 410 no gatilho 235 (figura 6). Desta maneira, a cabeça 610 é configurada para engatar e vedar contra o assento de válvula 240 (figura 12) que é também incluído na modalidade da figura 4 e figura 6. A ranhura 415 recebe nela a vedação 250. A haste de

gatilho tubular 615 inclui uma extremidade de cauda rosqueada 616 e uma ou mais portas ou orifícios radiais 618 que se estendem através da haste de gatilho 615, que são colocadas entre a extremidade de cauda rosqueada 616 e a cabeça 610.

[0065] O gatilho 605 inclui um rebaixo de múltiplos recursos 620 que tem diversas porções e que se estende para dentro a partir da haste de gatilho tubular 615. Em particular, o rebaixo 620 inclui uma primeira porção ou porção exterior 625 que tem um ou mais canais axiais 626. O diâmetro interior da porção exterior 625 é adequado para receber em deslizamento a haste guia 675. O rebaixo 620 também inclui uma porção de base de múltiplos recursos multi-seccionada 630 que tem no mínimo uma primeira subseção com um diâmetro interior maior do que o diâmetro interior da porção exterior 625. A porção de base 630 é configurada para receber livremente a haste guia 675. Canais axiais 626 interceptam e acoplam portas radiais 618 e porção de base 630.

[0066] Continuando com referência à figura 13, um restritor de fluxo de área variável 640 é acoplado ao redor da haste de gatilho 615. O restritor de fluxo de área variável 640 inclui uma mola de regulagem 645 e uma porca extrema 650 que tem uma primeira extremidade 652 e uma segunda extremidade ou extremidade com flange 654. A haste de gatilho 615 recebe de em rosqueamento a porca extrema 650 ao redor da extremidade de cauda 616. A extremidade com flange 654 se estende radialmente para dentro. Em algumas modalidades o diâmetro interior da extremidade com flange 654 corresponde ao diâmetro interior da porção exterior rebaixada 625. A mola de regulagem 645 é colocada ao redor da haste de gatilho 615 e alinhada axialmente com portas radiais 618 sendo restringida axialmente entre a cabeça de gatilho 610 e a posição variável da porca extrema 650. Assim, a mola 645 é acoplada contígua ao gatilho 605. A posição da porca 650 é ajustável para comprimir ou expandir a mola 645, diminuindo ou aumentando os interstícios

abertos que se estendem radialmente 646 dentro da parede cilíndrica da mola 645. Na modalidade mostrada, a mola de regulagem 645 é uma mola ondulada.

[0067] Como mostrado na figura 12, o rebaixo de gatilho 620 recebe nele em deslizamento a porção superior da haste guia de gatilho 675 definindo uma cavidade interna 660 entre a haste guia de gatilho 675 e a superfície interior do gatilho 605. Uma passagem de fluido 690 se estende entre a cavidade interna 660 e uma zona de fluido 692 ao redor do conjunto de válvula 600 limitada em parte pela e que inclui a superfície exterior do conjunto de válvula 600. A passagem de fluido 690 compreende canais axiais 626, portas radiais 618 e um ou mais dos interstícios abertos que se estendem radialmente 646 na mola de regulagem 645. A mola de gatilho 604 é recebida em deslizamento na haste guia de gatilho 675 é expansível e compressível entre a base guia 670 e a extremidade com flange 654 da porca 650 que é acoplada em rosqueamento ao gatilho 605. Portanto, a mola de gatilho 604 é expansível e compressível entre a guia de gatilho 665 e o gatilho 605. Expansão e compressão da mola de gatilho 604 possibilita movimento axial do gatilho 605 em relação a uma guia de gatilho 665. Além disto, a mola de gatilho 604 solicita o gatilho 605 para a posição assentada contra o assento de válvula 240. Contudo, na figura 12 o gatilho 605 está mostrado deslocado do assento, isto é, não contatando o assento de válvula 240.

[0068] Contemplando uma modalidade de bomba 100 que tem conjunto de válvula de gatilho 600 instalado como uma válvula de aspiração, a passagem de fluido 690 possibilita comunicação fluídica entre a cavidade interna 660 e a câmara de bombeamento 125 (figura 4) que está representada pela zona de fluido 692 na figura 12. Quando o gatilho 605 move axialmente no sentido do assento de válvula 240 em relação à haste guia de gatilho 675, fluido de trabalho escoia da câmara de bombeamento 125 através do restritor de fluxo de área variável 640, portas radiais 618 e canais axiais 626 para a

cavidade interna 660. Inversamente, quando o gatilho 235 move axialmente na direção oposta, algum fluido de trabalho na cavidade interna 660 é deslocado pela haste guia de gatilho 675. O fluido de trabalho deslocado escoar da cavidade interna 660 através dos canais axiais 626, portas radiais 618 e restritor de fluxo de área variável 640, para a câmara de bombeamento 125. O restritor de fluxo de área variável 640 é configurado como um amortecedor integrado variável para influenciar a velocidade com a qual o gatilho 235 move em relação ao guia de gatilho 665. Uma vez que a porca extrema 650 esteja ajustada o restritor de fluxo de área variável 640 fornece área de fluxo igual, e, portanto, uma restrição similar para fluxo de fluido que penetra na câmara interna 660 como para fluxo de fluido que sai da câmara interna 660 por meio da passagem de fluido 690.

[0069] No exemplo de conjunto de válvula de aspiração 600, o gatilho oco 605 é correspondido com um guia de gatilho sólido 665 que é acoplado de maneira rígida ao retentor 602. Em alguma outra modalidade o gatilho 605 e o guia de gatilho 665 são montados de forma flexível a um sistema de montagem de guia de gatilho flexível que inclui o conjunto de pedestal 520 (figura 4) ou a luva de câmara de bombeamento 510 e diversos membros suporte estendidos 540 (figura 9). Além disto, em diversas modalidades o gatilho 605 acopla a um guia de gatilho que tem um núcleo oco similar ao guia de gatilho 215.

[0070] O conjunto de válvula 600 poderia também ser acoplado entre uma câmara de bombeamento tal como a câmara de bombeamento 125, uma porta de descarga tal como a porta 140 (figura 2B) para desempenhar como um conjunto de válvula de descarga. Para o conjunto de válvula de gatilho 600 instalado como uma válvula de descarga, a zona de fluido 692 na figura 12 representa a quarta porção 126 da cavidade interna 122 na figura 3, em comunicação fluídica com a porta de descarga 140.

[0071] A vista em seção transversal da figura 14 ilustra outra

modalidade de um bloco de válvula que tem conjuntos de válvula de aspiração e de descarga colocados nela de acordo com os princípios descritos aqui. A figura 14 bifurca os conjuntos de aspiração dos conjuntos de válvula de aspiração e de descarga ao longo de suas linhas de centro axiais. Em particular, um bloco de válvula 700 que é compatível com a bomba 100 e diversas outras bombas tem, genericamente, uma cavidade interna genericamente cilíndrica ou cavidade de válvula 702 que tem uma linha de centro axial 704 e diversas regiões axialmente espaçadas de diâmetros diferentes para facilitar a instalação de um conjunto de válvula de aspiração 720 em linha, isto é, de maneira coaxial com um conjunto de válvula de descarga 820. O alinhamento coaxial dos conjuntos de válvula 720, 820 dentro da mesma cavidade 702 fornece uma configuração relativamente compacta em comparação com diversos outros blocos de válvula. Um retentor 710 e um conjunto de cobertura de válvula 715 retém e veda um dos conjuntos de válvula 720, 820 dentro da cavidade interna 702. O bloco de válvula 700 também inclui uma porta de cilindro 130, uma porta de aspiração 135, uma porta de descarga 140 que estão em comunicação fluídica com a cavidade interna 702. Uma câmara de bombeamento 705 inclui a região da cavidade externa 702 colocada entre o conjunto de válvula de aspiração 720, o conjunto de válvula de descarga 820 e a porta de cilindro 130.

[0072] Mostrado na figura 14 e figura 15, o conjunto de válvula de aspiração 720 inclui uma linha de centro axial 721, um guia de gatilho 215, uma mola de gatilho anular 230, um assento de válvula anular 240, um gatilho 735 e um sistema de montagem de guia de gatilho flexível 770. O guia de gatilho 215, a mola de gatilho anular 230 e o assento de válvula 240 são similares a aspectos numerados de maneira idêntica do conjunto de válvula de aspiração 145. Por exemplo, o guia de gatilho 215 inclui uma base de guia de gatilho 360, uma haste de guia de gatilho 365 e um orifício de fluxo axial 368 que se estende através da base 360 e haste 365. Distal da base 360 a haste

guia 365 inclui um ressalto anular 367 e voltada para longe da base 360. Um pino 375 se estende radialmente através da haste guia 365 e bloqueia parcialmente o orifício de fluxo axial 368.

[0073] Melhor delineado na figura 15, o gatilho oco 735 inclui uma cabeça oca 736 e uma extremidade de cauda 738 que se estende a partir dela. A cabeça oca 736 tem uma superfície exterior algo conformada de maneira cônica 410 com uma vedação 250 embutida nela. A extremidade de cauda 738 inclui uma superfície exterior convexa 408. Na modalidade tomada como exemplo as superfícies exteriores 408, 410 são similares às superfícies exteriores numeradas de forma idêntica do gatilho 235 (figura 6). Desta maneira, a cabeça 736 é configurada para engatar e vedar contra o assento de válvula 240. O gatilho 735 inclui um rebaixo de múltiplos recursos 740 que tem múltiplas porções de diâmetros diferentes e que se estende para dentro a partir da extremidade de cauda 738. Um ou mais canais axiais 742 se estendem axialmente para dentro a partir da extremidade exterior do rebaixo 740. Em algumas modalidades o gatilho 735 tem seis canais 742.

[0074] O rebaixo 740 de gatilho 735 recebe nele as três guias de gatilho 365 definindo uma cavidade interna 760 entre as três guias de gatilho 365 e a superfície interior do gatilho 735. A extremidade distal da haste guia 365 recebe em deslizamento a mola de gatilho 230 que se estende axialmente entre o ressalto anular 367 e uma face interna dentro do rebaixo de gatilho 420. No exemplo mostrado, a mola de gatilho 230 é uma mola ondulada anular.

[0075] Continuando com referência à figura 15, um sistema de montagem de guia de gatilho 770 acopla ao guia de gatilho 215 do conjunto de válvula de aspiração 720 para resposta elástica e suporte de guia de gatilho 215. O sistema de montagem de guia de gatilho 770 inclui diversos membros de suporte estendidos 780 embutidos dentro de canais que se estendem radialmente e axialmente 792 formados em uma porca guia de gatilho 790. A

porca guia de gatilho 790 é recebida em rosqueamento no guia de gatilho 215 na base de guia 360. Os membros de suporte 780 são espaçados circunferencialmente ao redor do guia de gatilho 215. Cada membro suporte estendido 780 inclui uma seção intermediária conformada em U 786, com os dois braços do U que se estendem radialmente para fora a partir das duas extremidades da porca 790. O membro de suporte 780 ainda inclui uma primeira perna 782 que continua a partir de um braço da seção intermediária 786 e que se estende 790 em uma direção oposta ao guia de gatilho 215. Uma segunda perna 784 do membro de suporte 780 continua a partir do outro braço da seção intermediária 786 e também se estende axialmente a partir da porca 790, porém se estende ao longo do guia de gatilho 215 alcançando depois de uma porção da cabeça de gatilho 736. Nesta modalidade o sistema de montagem de guia de gatilho 770 não inclui um conjunto de pedestal flexível tal como o conjunto de um pedestal flexível 520 na figura 4. Contudo, diversas outras modalidades que têm um sistema de montagem de guia de gatilho 770 podem também incluir um conjunto de pedestal flexível.

[0076] O conjunto de válvula de aspiração 720 ainda inclui uma passagem de fluido 765 que se estende a partir da superfície exterior 408 na extremidade de calda 738 do gatilho 735 através dos canais, através da mola de gatilho 230 e para a cavidade interna 760. Fazendo referência à figura 14, a passagem de fluido 765 fornece comunicação fluídica entre a câmara de bombeamento 705 e a cavidade interna 760. Devido à montagem do guia de gatilho 215 que será explicada em seguida, o orifício de fluxo axial 638 também fornece comunicação fluídica entre a câmara de bombeamento 705 e a cavidade interna 760, com um pino 375 posicionado para atuar como um restritor de fluxo de área fixa para movimento de fluido através do orifício de fluxo 368.

[0077] Fazendo referência à figura 13, o conjunto de válvula de descarga 820 inclui uma linha de centro axial 821, um guia de gatilho 215,

uma mola de gatilho anular 230, um assento de válvula anular 840, um gatilho 735 e um sistema de montagem de guia de gatilho flexível 500B. O guia de gatilho 215, a mola de gatilho anular 230 e o gatilho oco 735 são similares a aspectos numerados de maneira idêntica do conjunto de válvula de aspiração 720. O assento de válvula anular 840 inclui aspectos similares ao assento de válvula 240 do conjunto de válvula de aspiração 720 que inclui uma superfície interior convergente contígua a uma superfície interior divergente; contudo, no mínimo no exemplo de modalidade, o diâmetro exterior do assento de válvula 840 é maior do que o diâmetro exterior do assento de válvula 240 para facilitar posicionamento dos dois conjuntos de válvula de gatilho 720, 820 dentro da cavidade interna 702.

[0078] O gatilho 735 do conjunto de válvula de descarga 820 recebe a haste guia de gatilho 365 do guia de gatilho 215 definindo uma cavidade interna 760 dentro de um rebaixo de gatilho 420. A haste guia 365 recebe em deslizamento a mola de gatilho 230 que se estende até uma face interna dentro do gatilho 735. O conjunto de válvula de descarga 820 ainda inclui uma passagem de fluido 765 que se estende a partir da superfície exterior na extremidade de cauda do gatilho 735 e para a cavidade interna 760. Um exemplo de passagem de fluido 765 está mostrado na figura 15. A passagem de fluido 765 fornece comunicação fluídica entre a cavidade interna 760 e a porção cavidade interna 702 que fornece comunicação fluídica com a porta de descarga 140.

[0079] Um sistema de montagem de guia de gatilho 500B acopla ao guia de gatilho 215 do conjunto de válvula de descarga 820. Como o sistema de montagem de guia de gatilho 500 do conjunto de válvula de aspiração 145, o sistema de montagem 500B inclui diversos membros suporte que estendidos 540 (figura 9 e figura 10) acoplados ao guia de gatilho 215 (figura 14) acoplados a uma porca guia de gatilho 550 recebida em rosqueamento no guia de gatilho 215 na base 360. Os membros de suporte 540 se estendem

radialmente e axialmente a partir da porca 550 e fornecem resposta de força elástica radial, axial, ou ambas, radial e axial, para suportar de maneira elástica componentes contíguos do conjunto de válvula.

[0080] Dentro da cavidade interna 702 do bloco de válvula 700 o conjunto de válvula de aspiração 720 é instalado com seu assento de válvula 240 em encontro contra um ombro contíguo à porta de aspiração 135 e com o guia de gatilho 215 e sistema de montagem 770 colocado no lado oposto do gatilho 735 a partir do assento de válvula 240. As segundas pernas 784 dos membros suporte 780 que se estendem ao redor de uma porção da cabeça de gatilho 736 embutem na extremidade de cauda do assento de válvula 240. O conjunto de válvula de aspiração 720 está limitado em movimento radial pela proximidade ou contato das primeiras pernas 782 ou das segundas pernas 784 com a superfície interior da cavidade interna 702. Em adição, as primeiras pernas 782 do sistema de montagem 770 embutem na extremidade dianteira do assento de válvula 840 do conjunto de válvula de descarga 820. Diversos aspectos do conjunto de válvula de descarga 820 são colocados contíguos à extremidade de cauda do assento de válvula 840 com a cabeça do gatilho 735 se estendendo através do assento de válvula 840 no sentido do conjunto de válvula de aspiração 720. As segundas pernas 544 dos membros de suporte 540 se estendem ao redor de uma porção da cabeça de gatilho correspondente 736 e embutem na extremidade de cauda do assento de válvula 840. O conjunto de válvula de descarga 820 está limitado em movimento radial pela proximidade ou contato de segundas pernas 544 com a superfície interior da cavidade interna 702. A base de um rebaixo 711 dentro do retentor 710 engata a base de guia de gatilho 360 do conjunto de válvula de descarga 820 limitando seu movimento em uma direção axial. Uma folga radial 835 entre o rebaixo de retentor 711 e a base guia de gatilho 360 possibilita movimento limitado do guia de gatilho 215 em relação à linha de centro axial 704.

[0081] Continuando com referência à figura 14, a guia de gatilho 215

do conjunto de válvula de aspiração 720 é montada ou suspensa dentro da cavidade interna 702 por membros suporte estendidos 780 que fornecem suporte radial e axial. Em diversos casos esta base 360 pode contatar a cabeça do gatilho 735 do conjunto de válvula de descarga 820. O guia de gatilho 215 e o gatilho acoplado 735 de conjunto de válvula de aspiração 720 são configurados para translacionar lateralmente, para translacionar axialmente, para pivotar em relação à linha de centro axial 704 devido em parte à suspensão resiliente e às capacidades de resposta elástica dos membros de suporte estendidos 780. De maneira similar, o guia de gatilho 215 e o gatilho acoplado 735 do conjunto de válvula de descarga 820 são configurados para translacionar lateralmente, para translacionar axialmente, para pivotar em relação à linha de centro axial 704 devido em parte à suspensão resiliente e capacidades de resposta elástica dos membros suporte estendidos 540 e devido à folga radial 835.

[0082] As operações do conjunto de válvula de aspiração 720 e do conjunto de válvula de descarga 820 são genericamente similares às operações descritas para os conjuntos de válvula de gatilho 145, 150. Na modalidade da figura 14 os movimentos independentes de gatilhos 735 em relação a seus guias de gatilho correspondentes 215, são potencialmente amortecidos pelas áreas de fluxo restritas ou limitadas dentro das respectivas passagens de fluido 765, quando fluido de trabalho escoar através delas viajando entre a cavidade interna 760 e a câmara de bombeamento 705, ou a porta de descarga 140. Em adição, para a válvula de aspiração 720 o orifício de fluxo axial 368 e pino 375 também permitem comunicação fluídica restrita entre a cavidade interna 760 e a câmara de bombeamento 705 através da base guia de gatilho 360, ainda promovendo movimento amortecido do gatilho 735 em relação à guia de gatilho correspondente 215. Para o conjunto de válvula de descarga 820, em alguns casos um movimento súbito do gatilho 235 no sentido do guia de gatilho 215 pode provocar um pico de pressão dentro da

cavidade interna 760 e orifício de fluxo axial 368 suficiente para fazer com que o fluido momentaneamente empurre o guia de gatilho 215 para longe do retentor 710. Em tais casos de levantamento hidráulico, algum fluido no orifício de fluxo 368 pode passar entre a base guia de gatilho 360 e retentor 710, penetrando na câmara de bombeamento 705.

[0083] Diversas modalidades consistentes com a presente descrição foram apresentadas. Em adição, embora diversas modalidades aqui incluam uma ranhura de vedação 415 e vedação 250 que têm seções transversais multi-lobulares, algumas outras modalidades incluem um gatilho que tem uma ranhura de vedação mais simples e uma vedação mais simples mantida nela. O subconjunto o de gatilho o 860 da figura XVI é um exemplo de tal modalidade que tem diferentes ranhura de vedação e vedação. O subconjunto de gatilho 860 pode substituir o subconjunto de gatilho 220 em conjunto de válvula de aspiração 145 da figura 3 e figura 4. Como mostrado na figura 16, o subconjunto de gatilho 860 inclui um gatilho 865, uma mola de gatilho anular 230, um restritor de fluxo de área variável 560, ambos recebidos dentro do gatilho 865. A mola 230 e o restritor de fluxo 560 são os mesmos como descrito anteriormente. O gatilho 865 inclui uma linha de centro axial 866 e inclui diversos dos mesmos aspectos como o gatilho 235, tal como um corpo de gatilho 245 com uma cabeça oca 400, uma superfície exterior 410, uma haste anular ou extremidade de cauda 405 que se estende a partir da cabeça oca 400, e um rebaixou de múltiplos recursos 420, que tem diversas porções e que se estende para dentro a partir da extremidade de cauda 405, por exemplo. Uma pluralidade de interstícios variáveis 436 são formados ao longo da interseção circunferencial do rebaixo de diversos recursos 420 e a superfície interior do restritor de fluxo de área variável 560. O gatilho 865 ainda inclui superfície perfilada. A superfície perfilada 872 forma uma ranhura de vedação circunferencial 875. Uma vedação 880 é recebida dentro da ranhura 875. A ranhura de vedação 875 ou superfície perfilada 872 tem uma porção extrema

côncava ou região 877 distal da superfície exterior de gatilho 410, e duas porções laterais planas e paralelas, ou paredes laterais 878. A vedação 880 é perfilada para encher a ranhura de vedação 875 e inclui uma superfície exterior saliente convexa 882 que se estende radialmente além da superfície exterior 410 da cabeça de gatilho 400, e ranhura de vedação 875 que é configurada para engatar o assento de válvula 240. Ainda outras variações de uma ranhura de vedação e uma vedação são também consideradas.

[0084] Considerando novamente a figura 5 e figura 6, em uma modalidade alternativa do gatilho 235 a face recíproca 430 não intercepta canais na porção exterior 425 do rebaixo de gatilho 420. Ao invés disto o anel móvel 570 do restritor de fluxo de área variável 560 é capaz de vedar contra a face recíproca 430 e inibir a passagem direta de fluido entre canais 436 e canais 426. Contudo, nesta modalidade alternativa o anel móvel 570 pode incluir de maneira vantajosa furos de sondagem direcionados que promovem fluxo de fluido entre canais 436 e canais 426 mesmo embora o anel 570 esteja vedado contra a face recíproca 430. Com estes aspectos modificados, uma área de fluxo fixa é fornecida para o fluxo de fluido que penetra na cavidade interna 460 (figura 4) e uma área de fluxo variável é fornecida para fluxo de fluido que deixa a cavidade interna 460. A área de fluxo variável é conseguida por meio do movimento do anel 570 para longe da face recíproca 430. Por razões operacionais pode ser vantajoso em diversas modalidades, ao invés de fornecer uma área de fluxo variável para fluxo de fluido que penetra na cavidade interna 460 e uma área de fluxo fixa para fluxo de fluido que deixa a cavidade interna 460, fornecer uma área de fluxo variável para fluido durante a entrada e durante a saída da cavidade interna 460.

[0085] Como outro exemplo de uma possível modificação, um retentor e um guia de gatilho, tal como o retentor 602 e guia de gatilho 665 do conjunto de válvula de aspiração 600, são formados como um membro integral em algumas modalidades.

[0086] Como ainda outro exemplo, em diversas outras modalidades o conjunto de válvula de aspiração 720 ou conjunto de válvula de descarga 820 inclui um gatilho 235 e um restritor de fluxo de área variável 560 ou um gatilho 605 com um restritor de fluxo de área variável 640 no lugar do gatilho 735.

[0087] Em diversas modalidades de um gatilho oco o rebaixo de múltiplos recursos pode ter mais ou menos porções do que os rebaiços de múltiplos recursos descritos acima. Em algumas modalidades o rebaixo de múltiplos recursos de um gatilho oco pode ser substituído por um rebaixo de furo reto e um ou mais insertos anulares. O um ou mais insertos anulares deveriam ter um diâmetro exterior apropriado para deslizar dentro do rebaixo de furo reto e deveriam ter diversos diâmetros internos para conseguir a funcionalidade de um dos rebaiços de múltiplos recursos descritos aqui.

[0088] Embora diversas modalidades tenham sido mostradas e descritas, modificações nelas podem ser feitas por alguém versado na técnica sem se afastar do espírito e ensinamentos aqui. As modalidades aqui são apenas tomadas como exemplo e não são limitativas. Diversas variações e modificações dos aparelhos descritos aqui são possíveis e dentro do escopo da invenção. Conseqüentemente o escopo de proteção não está limitado pela descrição feita acima, porém está somente limitado pelas reivindicações que seguem, aquele escopo incluindo todos os equivalentes do objeto matéria das reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Conjunto de válvula (145, 150) para operação dentro de um corpo de válvula de uma bomba (100), o conjunto de válvula (145, 150) compreendendo:

uma linha de centro axial (146);

um guia de gatilho (215) tendo uma base (360) e uma haste (365);

um gatilho (235) acoplado de modo deslizante ao guia de gatilho (215), em que o gatilho (235) e o guia de gatilho (215) definem uma cavidade interna (460); e,

um sistema de montagem de guia de gatilho flexível (500) acoplado ao guia de gatilho (215) e ao gatilho (235), o sistema de montagem de guia de gatilho flexível (500) compreendendo membros de suporte (540) acoplados à base (360) do guia de gatilho (215) e se estendendo a partir da mesma para suportar o guia de gatilho (215) e o gatilho (235) para movimento lateral e axial do guia de gatilho (215) e do gatilho (235) em relação à linha de centro axial (146);

caracterizado pelo fato de que compreende ainda:

um restritor de fluxo de área variável (560) compreendendo um membro resiliente (580) em comunicação fluídica com a cavidade interna (460);

em que o gatilho (235) é móvel em relação ao guia de gatilho (215) para ajustar o volume da cavidade interna (460).

2. Conjunto de válvula (145, 150) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o gatilho compreende:

um corpo de válvula tendo uma cabeça de válvula e uma ranhura de vedação anular (415) na cabeça de válvula; e,

uma vedação elástica (250) disposta dentro da ranhura de vedação (415), a vedação compreendendo uma primeira protuberância anular

(252) que se estende além da ranhura de vedação e um rebaixo anular (254) adjacente à primeira protuberância anular (252).

3. Conjunto de válvula (145, 150) de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a vedação compreende adicionalmente uma segunda protuberância anular (253), e em que o rebaixo anular (254) é disposto entre as primeira e segunda protuberâncias (252, 253).

4. Conjunto de válvula (145, 150) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o restritor de fluxo de área variável (560) compreende uma mola acoplada adjacente ao gatilho oco formando uma porção de uma passagem de fluido entre a cavidade interna (460) e uma superfície externa do conjunto de válvula.

5. Conjunto de válvula (145, 150) de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a mola é acoplada entre o gatilho (235) e o guia de gatilho (215).

6. Conjunto de válvula (145, 150) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente uma passagem de fluido (590) entre a cavidade interna (460) e uma superfície externa do conjunto de válvula para prover a comunicação fluídica, em que o restritor de fluxo de área variável (560) é configurado para ajustar uma área de fluxo da passagem de fluido (590) provendo assim uma área de fluxo variável para um primeiro fluxo de fluido deixando a cavidade interna (460).

7. Conjunto de válvula (145, 150) de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o restritor de fluxo de área variável (560) é adicionalmente configurado para prover uma área de fluxo fixa para um segundo fluxo de fluido entrando na cavidade interna (460).

8. Conjunto de válvula (145, 150) para operação dentro de um corpo de válvula de uma bomba (100), o conjunto de válvula (145, 150) compreendendo:

uma linha de centro axial (146);

um guia de gatilho (215);

um sistema de montagem de guia de gatilho (500) que engata o guia de gatilho (215); e,

um gatilho (235) acoplado de modo deslizante ao guia de gatilho (215) e móvel com o guia de gatilho (215), caracterizado pelo fato de que o sistema de montagem de guia de gatilho (500) é configurado para suportar elasticamente o guia de gatilho (215) e responder elasticamente ao movimento lateral e axial do guia de gatilho (215) em relação à linha de centro axial (146).

9. Conjunto de válvula (145, 150) de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que membros de suporte que se estendem (540) se estendem em torno de uma porção do gatilho.

10. Conjunto de válvula (145, 150) de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que membros de suporte que se estendem (540) se estendem axialmente em duas direções a partir de uma região onde os membros de suporte que se estendem (540) se acoplam ao guia de gatilho (215).

11. Conjunto de válvula (145, 150) para operação dentro de um corpo de válvula de uma bomba (100), o conjunto de válvula (145, 150) compreendendo:

uma linha de centro axial (146);

um guia de gatilho (215);

um sistema de montagem de guia de gatilho flexível (500) que engata o guia de gatilho (215) e compreendendo membros de suporte elásticos (540) se estendendo a partir do mesmo para suportar elasticamente o guia de gatilho (215) e responder elasticamente a movimento lateral e axial do guia de gatilho (215) em relação à linha de centro axial (146); e,

um gatilho (235) acoplado de modo deslizante ao guia de gatilho (215) e móvel com o guia de gatilho (215);

caracterizado pelo fato de que compreende ainda:

um retentor (205) com um rebaixo do retentor (265) no qual o guia de gatilho (215) se estende, e uma folga entre o retentor (205) e o guia de gatilho (215) permitindo movimento do guia de gatilho (215) em torno da linha de centro axial (146).

12. Conjunto de válvula (145, 150) de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

uma mola de suporte (526) disposta dentro do rebaixo do retentor (265); e,

um anel de suporte (525) disposto dentro do rebaixo do retentor (265) adjacente à mola de suporte (526);

em que o guia de gatilho (215) é disposto contra o anel de suporte (525) permitindo movimento do guia de gatilho (215) em torno de e ao longo da linha de centro axial (146).

13. Conjunto de válvula (145, 150) de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o rebaixo do retentor (265) compreende um rebaixo de múltiplos recursos tendo uma primeira porção de rebaixo (270) em que a mola de suporte (526) é assentada e uma segunda porção de rebaixo (275) dentro da qual o anel de suporte (525) e o guia de gatilho (215) são recebidos, em que a segunda porção de rebaixo (275) tem um diâmetro maior do que a primeira porção de rebaixo (270), e em que a mola de suporte (526) se estende para dentro da segunda porção de rebaixo (275).

14. Conjunto de válvula (145, 150) de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

um anel elástico (522) acoplado ao retentor adjacente ao anel de suporte (525) e oposto à mola de suporte (526);

uma placa de base (528) entre a mola de suporte (526) e a extremidade do rebaixo do retentor (265);

um parafuso de ajuste (530) recebido de modo rosqueado por um furo passando através da extremidade do rebaixo do retentor (265);

em que o parafuso de ajuste (530) é configurado para impulsionar a placa de base (528) na direção oposta à extremidade do rebaixo do retentor (265) e fazer com que a placa de base (528) aplique pressão contra a mola de suporte (526) e o anel de suporte (525) para impulsionar o guia de gatilho (215) na direção oposta à extremidade do rebaixo do retentor (265);

em que o anel elástico (522) limita o deslocamento axial do anel de suporte (525) em uma direção oposta à extremidade do rebaixo do retentor (265); e,

em que um ressalto (276) entre as primeira e segunda porções de rebaixo (270, 275) do rebaixo do retentor (265) limita o deslocamento axial do anel de suporte (525) e do guia de gatilho (215) em direção à extremidade do rebaixo do retentor (265).

15. Conjunto de válvula (145, 150) de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente uma cavidade de fluido (535) dentro do rebaixo do retentor (265), a cavidade de fluido (535) delimitada por uma base (360) do guia de gatilho (215), anel de suporte (525), e rebaixo do retentor (265), em que o guia de gatilho (215) tem um orifício de fluxo axial (368) que se estende através do mesmo, em que um restritor de fluxo (375) é disposto no orifício de fluxo axial (368), e em que o orifício de fluxo axial (368) está em comunicação fluídica com a cavidade de fluido (535) e uma superfície externa do conjunto de válvula.

16. Conjunto de válvula (145, 150) de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o gatilho (235) compreende um rebaixo do gatilho (420) que recebe uma extremidade do guia de gatilho (215) no mesmo.

17. Conjunto de válvula (145, 150) de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que o guia de gatilho (215)

compreende um ressalto anular (367) confrontando o rebaixo do gatilho (420), e em que uma mola de gatilho (230) é recebida de modo deslizante pelo guia de gatilho (215) e se estende entre o ressalto anular (367) e uma face interna do rebaixo do gatilho (420).

18. Conjunto de válvula (145, 150) de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente uma passagem de fluido que se estende a partir do rebaixo do gatilho (420) através de um restritor de fluxo de área variável (560), em que a passagem de fluido está em comunicação fluídica com uma superfície externa do conjunto de válvula, e em que o restritor do fluxo de área variável (560) é configurado para ajustar uma área de fluxo da passagem de fluido.

19. Conjunto de válvula (145, 150) para operação dentro de um corpo de válvula de uma bomba (100), o conjunto de válvula (145, 150) compreendendo:

um guia de gatilho (215) tendo uma haste (365);

um gatilho oco (235) que recebe a haste (365) do guia de gatilho (215) no mesmo, em que o gatilho (235) e o guia de gatilho (215) definem uma cavidade interna (460) e um espaço anular entre o gatilho (235) e o guia de gatilho (215) que está em comunicação fluídica com a cavidade interna (460); e

um restritor de fluxo de área variável (560) compreendendo um membro resiliente expansível (580) acoplado ao e retido no espaço anular entre o gatilho (235) e o guia de gatilho (215);

em que o gatilho oco (235) é móvel em relação ao guia de gatilho (215) para ajustar o volume da cavidade interna (460);

caracterizado pelo fato de que compreende:

uma mola de gatilho (230) disposta dentro do gatilho oco (235) e que circunda o guia de gatilho (215), a mola de gatilho (230) espaçada a partir do restritor de fluxo de área variável (560) solicitando o gatilho oco

(235) em uma direção oposta ao guia de gatilho (215).

20. Conjunto de válvula (145, 150) de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente uma passagem de fluido que se estende a partir da cavidade interna (460) através do restritor de fluxo de área variável (560), em que a passagem de fluido está em comunicação fluídica com uma superfície externa do conjunto de válvula, e em que o restritor de fluxo de área variável (560) é configurado para ajustar uma área de fluxo da passagem de fluido.

21. Conjunto de válvula (145, 150) de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que o restritor de fluxo de área variável (560) compreende:

um anel de retenção (565) afixado ao conjunto de válvula (145, 150);

uma mola de regulagem (580) tendo uma extremidade adjacente ao anel de retenção (565); e

um anel móvel (570) disposto entre a mola de regulagem (580) e uma superfície de contato interior do conjunto de válvula e estando em comunicação fluídica com a cavidade interna (460);

em que a mola de regulagem (580) solicita o anel móvel (570) em direção à superfície de contato interior (430) do conjunto de válvula (145, 150).

22. Conjunto de válvula (145, 150) de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que o gatilho oco (235) compreende uma extremidade traseira (405) e um rebaixo de múltiplos recursos (420) formando pelo menos uma porção da cavidade interna (460), o rebaixo de múltiplos recursos (420) compreendendo:

uma porção externa (425) proximal à extremidade traseira (405);

uma porção transicional (435) contígua à porção externa em uma face mútua (430); e

uma porção de base (440) contígua à porção transicional (435); em que o restritor de fluxo de área variável (560) é disposto na porção externa do rebaixo de múltiplos recursos (420) com o anel de retenção (565) afixado proximal à extremidade traseira (405) e o anel móvel (570) solicitado pela mola de regulação (580) para contactar a face mútua (430); e

em que o gatilho oco (235) e o restritor de fluxo de área variável (560) recebem de modo deslizante a haste (365) de guia de gatilho (215).

23. Conjunto de válvula (145, 150) de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que a face mútua (430) contígua à porção transicional (435) e à porção externa é troncocônica, e em que o anel móvel (570) do restritor de fluxo de área variável (560) compreende uma face troncocônica posicionada para contactar a face mútua (430).

24. Conjunto de válvula (145, 150) de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que a porção externa do rebaixo de múltiplos recursos (420) compreende uma passagem de fluido compreendendo um canal axial (436) intersectando a face mútua (430);

em que a passagem de fluido se estende através da porção de base (440) e da porção transicional (435) do rebaixo de múltiplos recursos (420), passando a face mútua (430), e até uma superfície externa do conjunto de válvula;

em que a passagem de fluido tem uma área de fluxo reduzida na face mútua (430) quando o anel móvel (570) contacta a face mútua (430); e

em que a passagem de fluido tem uma área de fluxo na face mútua (430) que é maior que a área de fluxo reduzida quando o anel móvel (570) se move na direção oposta à face mútua (430).

25. Conjunto de válvula (145, 150) de acordo com a

reivindicação 24, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente um segundo restritor de fluxo de área variável em comunicação fluídica com a cavidade interna (460) e compreende uma mola de gatilho (230) disposta dentro do gatilho oco (235) e que circunda o guia de gatilho (215), a mola de gatilho (230) solicitando o gatilho oco (235) em uma direção oposta ao guia de gatilho (215).

26. Conjunto de válvula (600) para operação dentro de um corpo de válvula de uma bomba (100), o conjunto de válvula (600) compreendendo:

um guia de gatilho (665) tendo uma haste (675);

um gatilho oco (605) que recebe a haste (675) do guia de gatilho (665) no mesmo, em que o gatilho (605) e o guia de gatilho (665) definem uma cavidade interna (660) e um espaço anular entre o gatilho (605) e o guia de gatilho (665) que está em comunicação fluídica com a cavidade interna (660); e

um restritor de fluxo de área variável (640) compreendendo um membro resiliente expansível (645) acoplado ao e retido no espaço anular entre o gatilho (605) e o guia de gatilho (665);

em que o gatilho oco (605) é móvel em relação ao guia de gatilho (665) para ajustar o volume da cavidade interna (660);

em que o gatilho oco (605) compreende uma cabeça oca (400) e uma haste tubular (405) que se estende a partir do mesmo;

em que a haste (405) do gatilho (605) recebe a haste (675) do guia de gatilho (665) na mesma;

caracterizado pelo fato de que a haste (405) do gatilho (605) tem um buraco radial (618) que se estende através do mesmo e um canal axial interno (626) que se estende a partir da cavidade interna (660) para o buraco radial (618);

em que o restritor de fluxo de área variável (640) é alinhado

com o buraco radial (618); e

em que a cavidade interna (660), o canal axial (626), o buraco radial (618), e o restritor de fluxo de área variável (640) são configurados para comunicação fluídica.

27. Conjunto de válvula (600) de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de que o restritor de fluxo de área variável (640) compreende uma mola ondulada recebida em torno da haste de gatilho (675) e retida por uma porca de extremidade (650).

28. Conjunto de válvula (145, 150) de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que a haste de guia de gatilho tem um orifício de fluxo axial (368) que se estende através do mesmo, em que um restritor de fluxo (375) é disposto no orifício de fluxo axial (368), e em que o orifício de fluxo axial (368) está em comunicação fluídica com a cavidade interna (460), o restritor de fluxo de área variável (560), e uma superfície externa do conjunto de válvula.

29. Conjunto de válvula (145, 150) de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

um retentor (205) tendo um rebaixo do retentor (265) dentro do qual o guia de gatilho (215) é recebido;

um membro de retenção (522) acoplado ao retentor (205) e disposto adjacente ao rebaixo do retentor (265) e ao guia de gatilho (215);

uma mola de suporte (526) disposta dentro do rebaixo do retentor (265); e

um anel de suporte (525) disposto dentro do rebaixo do retentor (265) entre o membro de retenção (522) e a mola de suporte (526);

em que o anel de suporte (525) suporta uma base (360) do guia de gatilho (215) e é solicitado pela mola de suporte (526) em uma direção oposta ao retentor (205).

30. Conjunto de válvula (145, 150) de acordo com a

reivindicação 29, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente uma cavidade de fluido (535) dentro do rebaixo do retentor (265), a cavidade de fluido (535) delimitada pela base (360) do guia de gatilho (215), anel de suporte (525), e rebaixo do retentor (265), em que a haste (365) do guia de gatilho (215) tem um orifício de fluxo axial (368) que se estende através do mesmo, e em que o orifício de fluxo axial (368) está em comunicação fluídica com a cavidade de fluido (535), a cavidade interna (460), o restritor de fluxo de área variável (560), e uma superfície externa do conjunto de válvula.

31. Conjunto de válvula (145, 150) de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que o guia de gatilho (215) compreende adicionalmente uma base (360) a partir da qual a haste do gatilho (365) se estende e uma pluralidade de membros de suporte que se estendem (540), e em que a pluralidade de membros de suporte que se estendem (540) é acoplada à base (360) do guia de gatilho (215) e se estende radial e axialmente a partir da mesma.

32. Bomba (100) compreendendo:

um corpo de válvula (120);

uma cavidade de válvula (122) disposta no corpo de válvula (120);

um primeiro conjunto de válvula (145, 150) disposto dentro da cavidade de válvula (122), o primeiro conjunto de válvula (145, 150) compreendendo:

um guia de gatilho (215) tendo uma haste alongada (365) que se estende axialmente a partir de uma base (360);

um gatilho oco (235) que recebe de modo deslizante a haste (365) de guia de gatilho (215) no mesmo, em que o gatilho (235) e o guia de gatilho (215) definem uma cavidade interna (460) e uma passagem de fluido entre o gatilho (235) e o guia de gatilho (215); e

um membro resiliente acoplado a e retido na passagem de

fluido e fornecendo uma restrição de fluxo de área variável na passagem de fluido para comunicação fluídica entre a cavidade interna (460) e a cavidade de válvula (122);

em que o gatilho oco (235) é móvel em relação ao guia de gatilho (215) para ajustar o volume da cavidade interna (460);

caracterizada pelo fato de que uma mola de gatilho (230) é disposta dentro da cavidade interna (460) e espaçada a partir do membro resiliente, a mola de gatilho (230) solicitando o gatilho oco (235) em uma direção para longe do guia de gatilho (215).

33. Bomba (100) de acordo com a reivindicação 32, caracterizada pelo fato de que o gatilho compreende:

um corpo de gatilho (245) tendo uma cabeça de gatilho (400) e uma ranhura de vedação anular (415) na cabeça de gatilho (400); e,

uma vedação elástica (250) parcialmente disposta dentro da ranhura de vedação (415), a vedação (250) compreendendo uma primeira protuberância anular (252) que se estende além da ranhura de vedação (415) e um rebaixo anular (254) adjacente à primeira protuberância anular (252).

34. Bomba (100) de acordo com a reivindicação 32, caracterizada pelo fato de que a vedação (250) compreende adicionalmente uma segunda protuberância anular (253) adjacente à superfície externa do gatilho, e em que o rebaixo anular (254) é disposto entre as primeira e segunda protuberâncias anulares (252, 253).

35. Bomba (100) de acordo com a reivindicação 34, caracterizada pelo fato de que a segunda protuberância anular (253) se estende além da ranhura de vedação (415).

36. Bomba (100) de acordo com a reivindicação 32, caracterizada pelo fato de que compreende adicionalmente um segundo conjunto de válvula alinhado coaxialmente com o primeiro conjunto de válvula (145, 150) e disposto dentro da mesma cavidade de válvula (122).

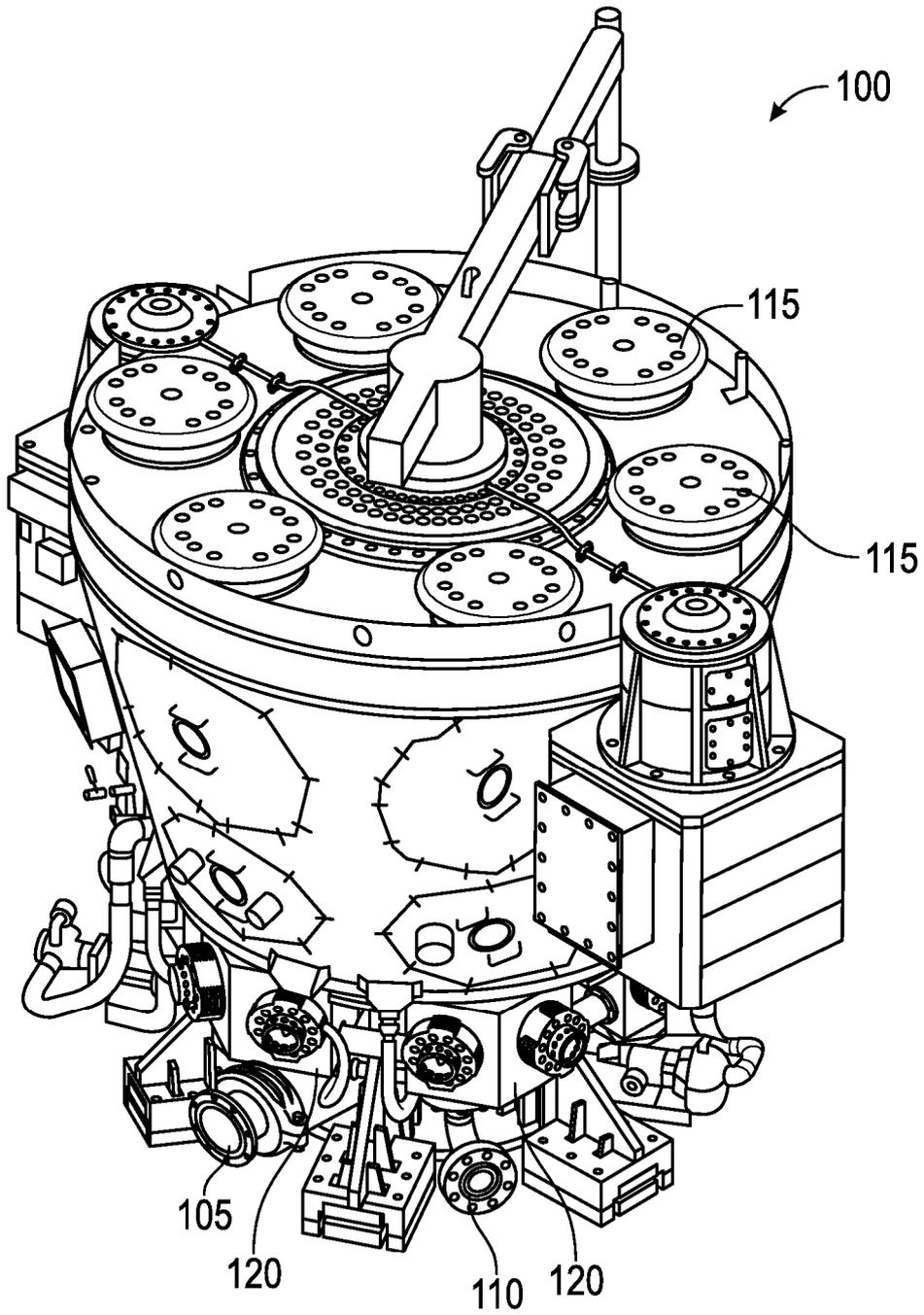


FIG. 1

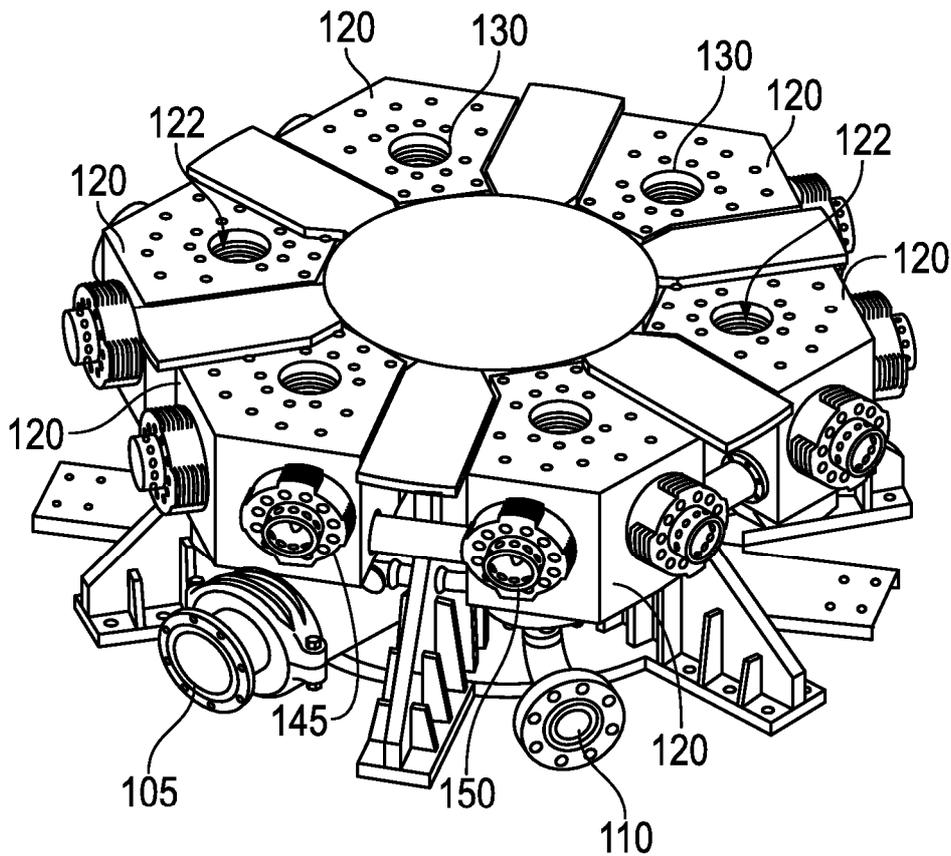


FIG. 2A

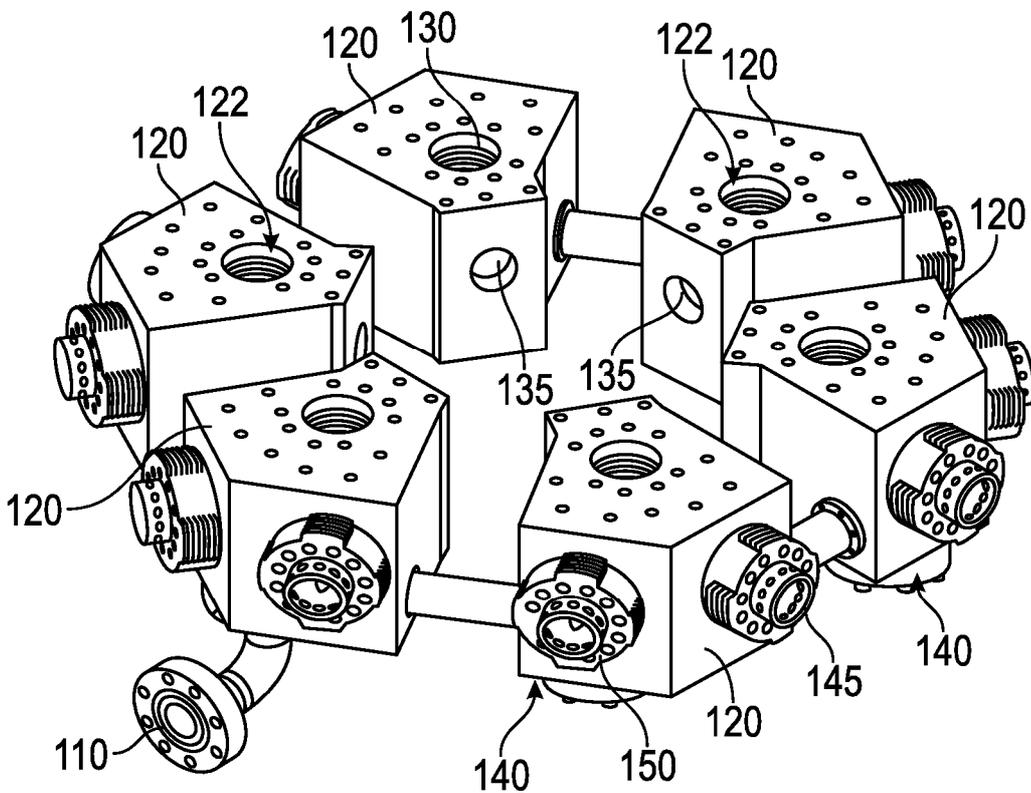


FIG. 2B

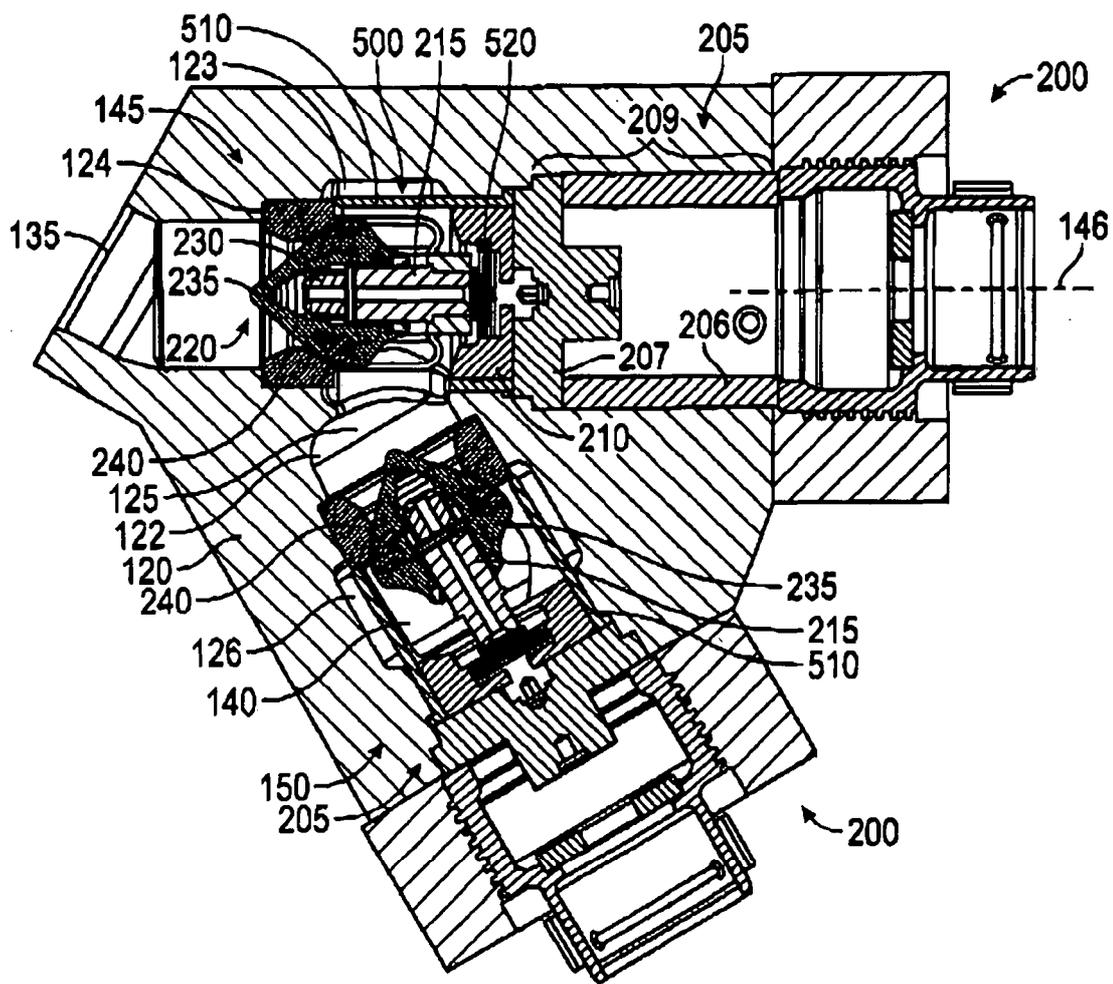


FIG. 3

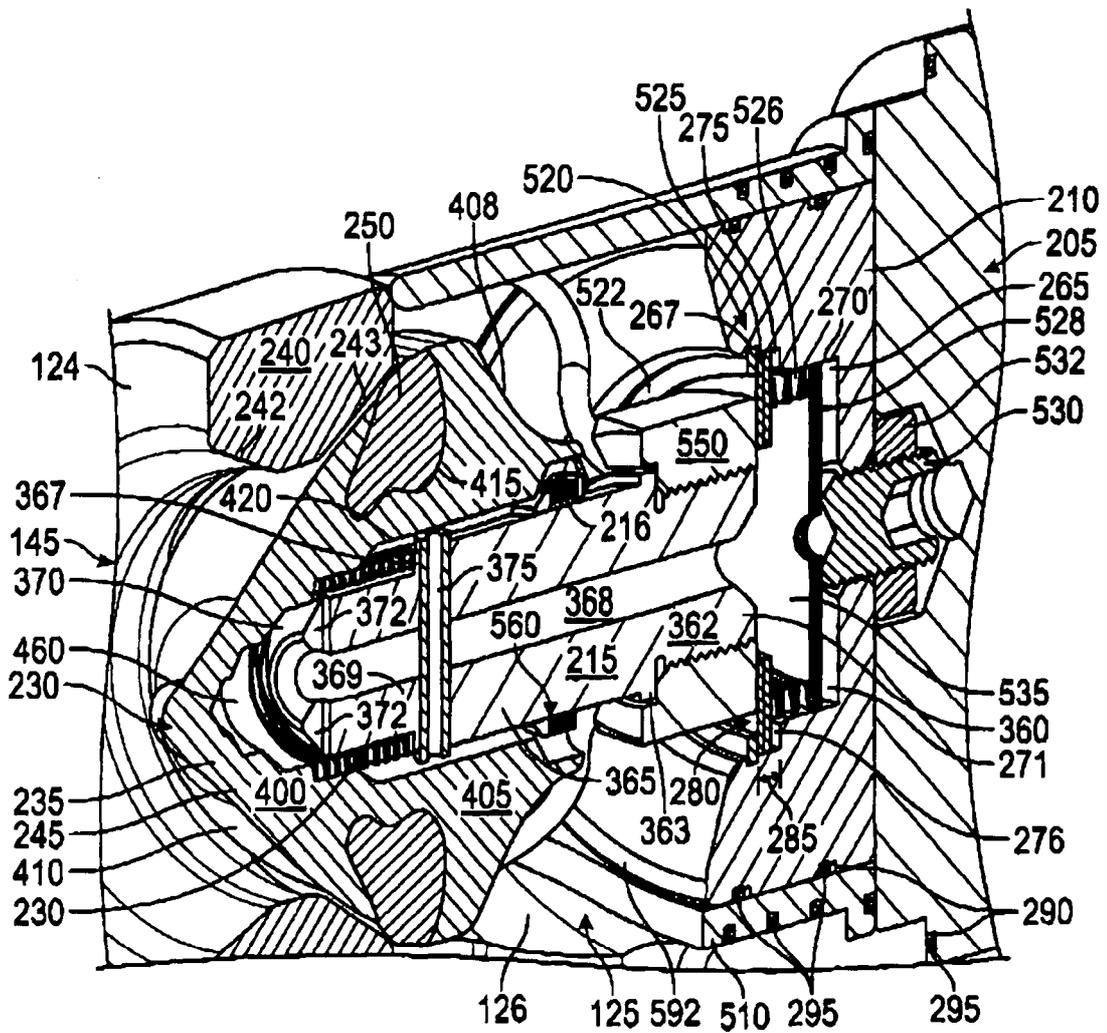


FIG. 4

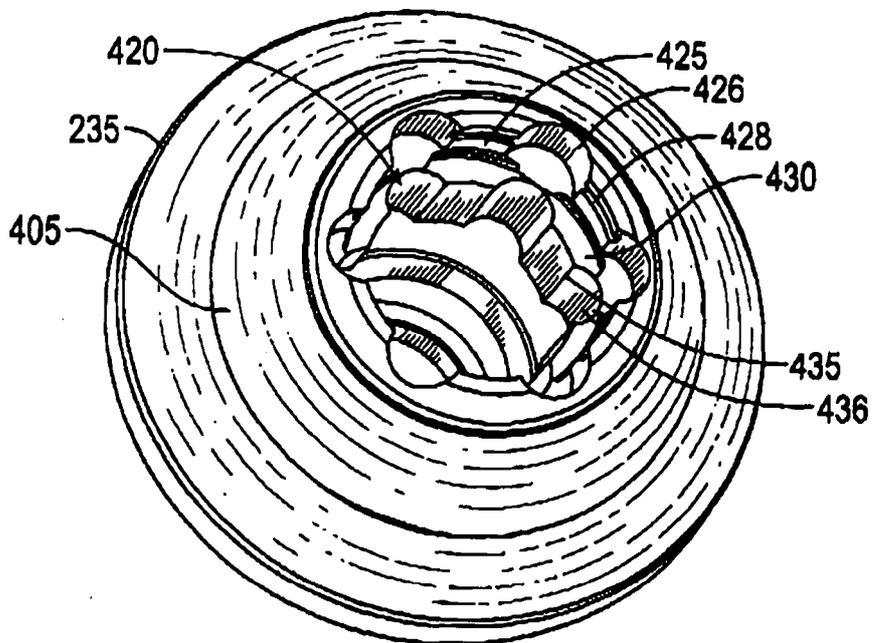


FIG. 5

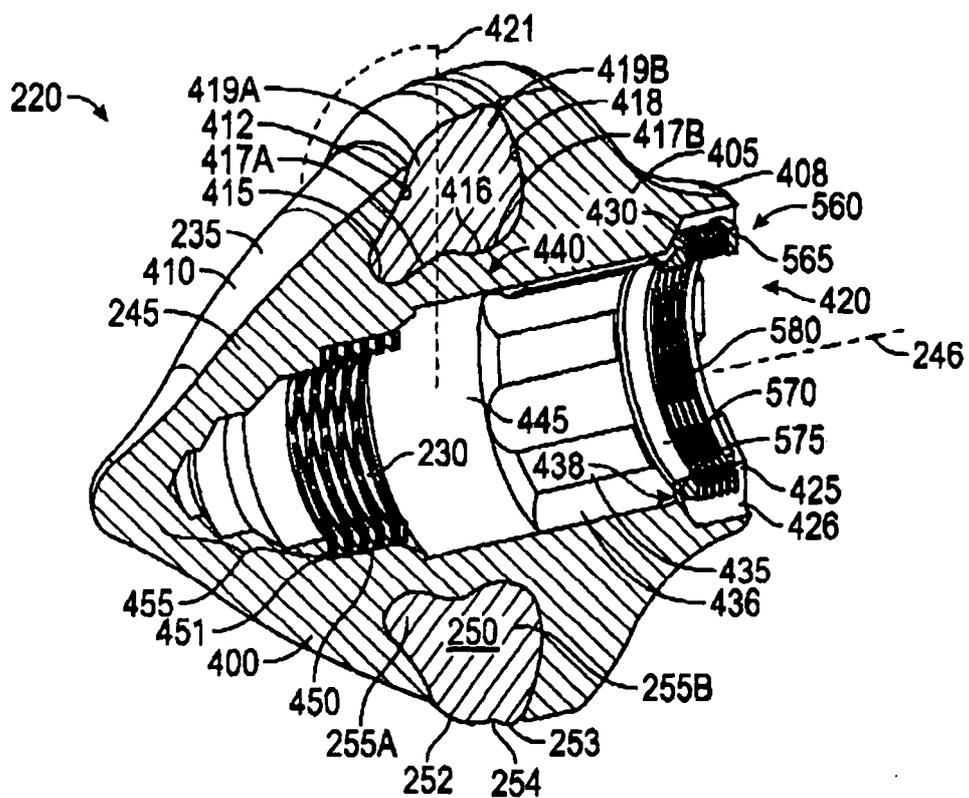


FIG. 6

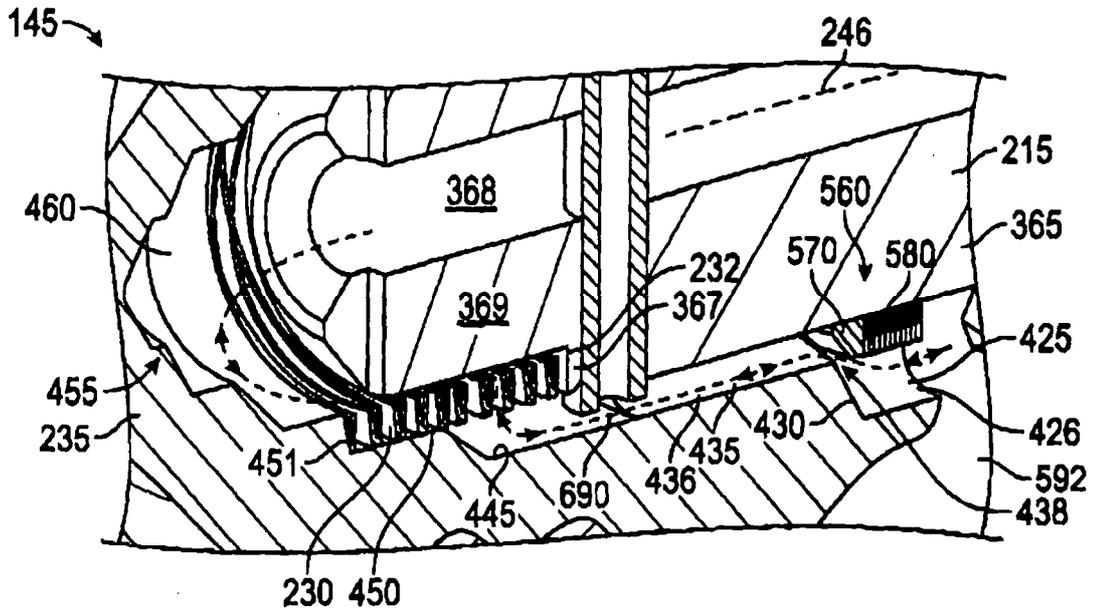


FIG. 7

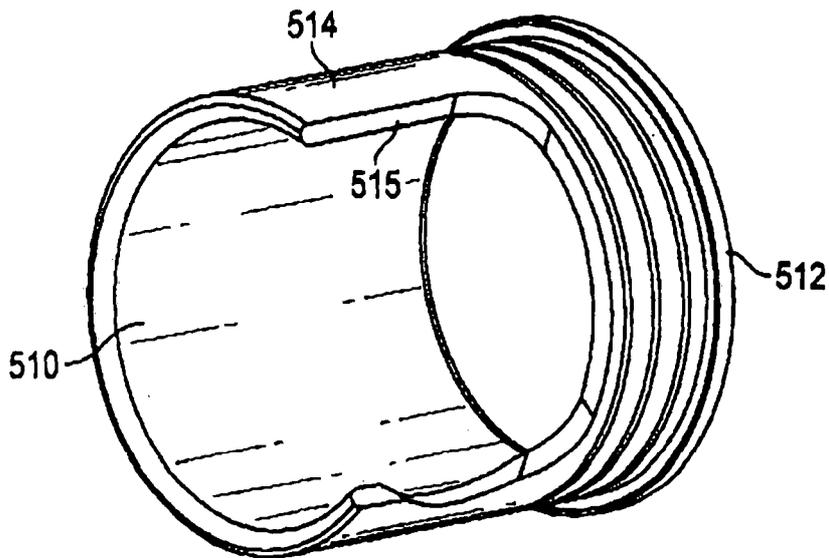


FIG. 8

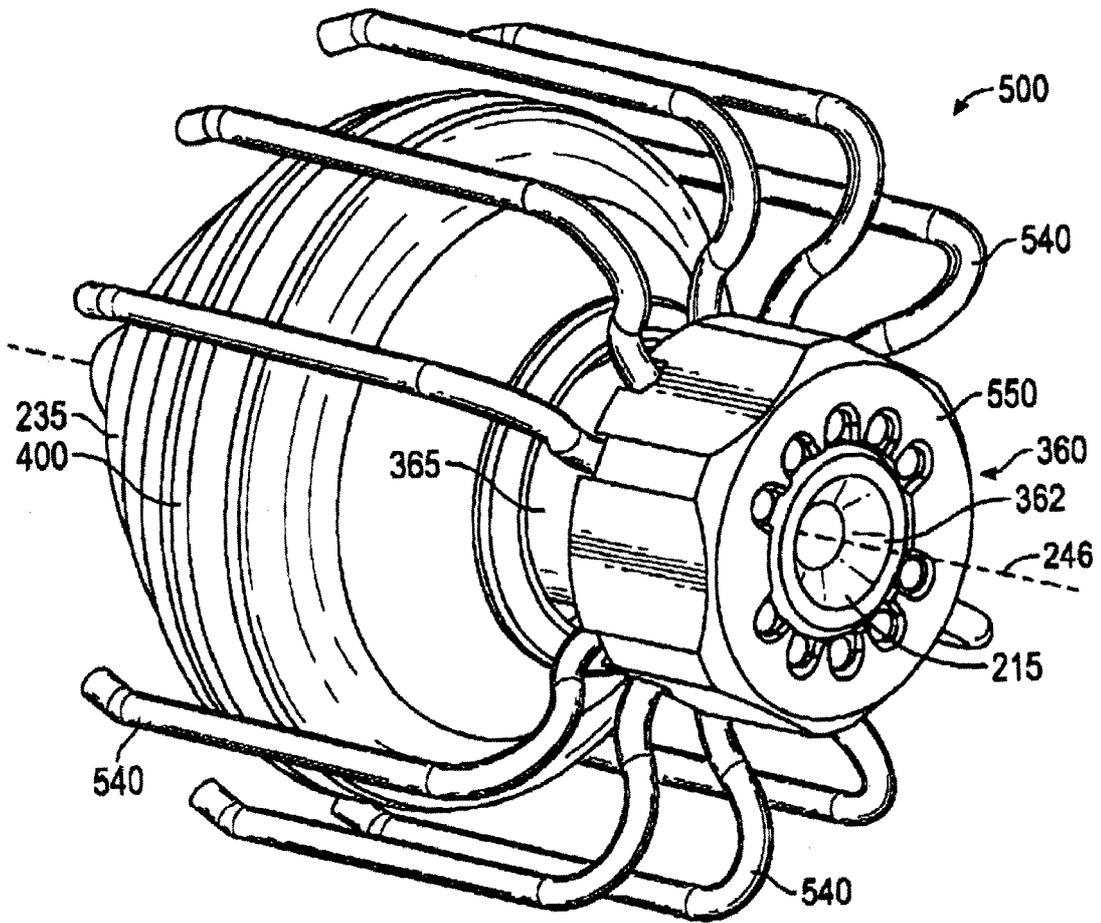


FIG. 9

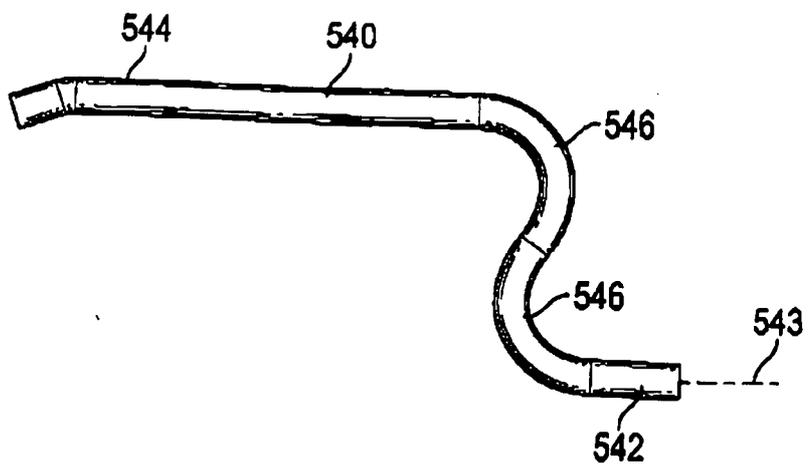


FIG. 10

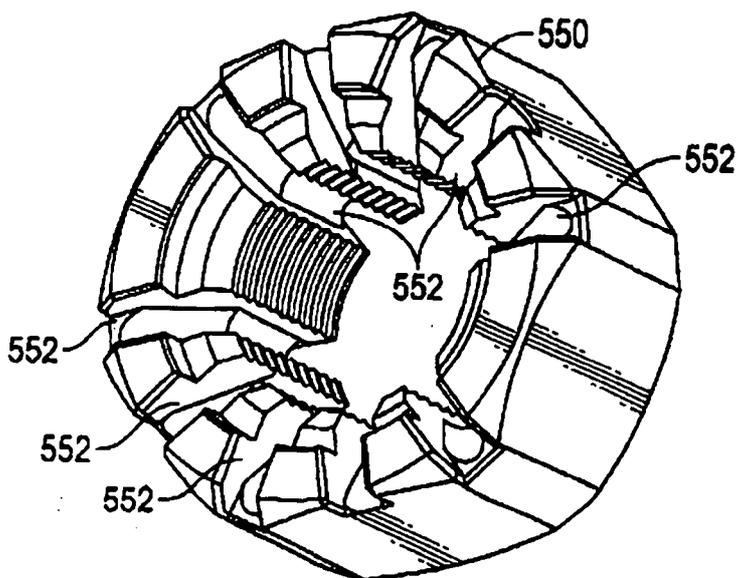


FIG. 11

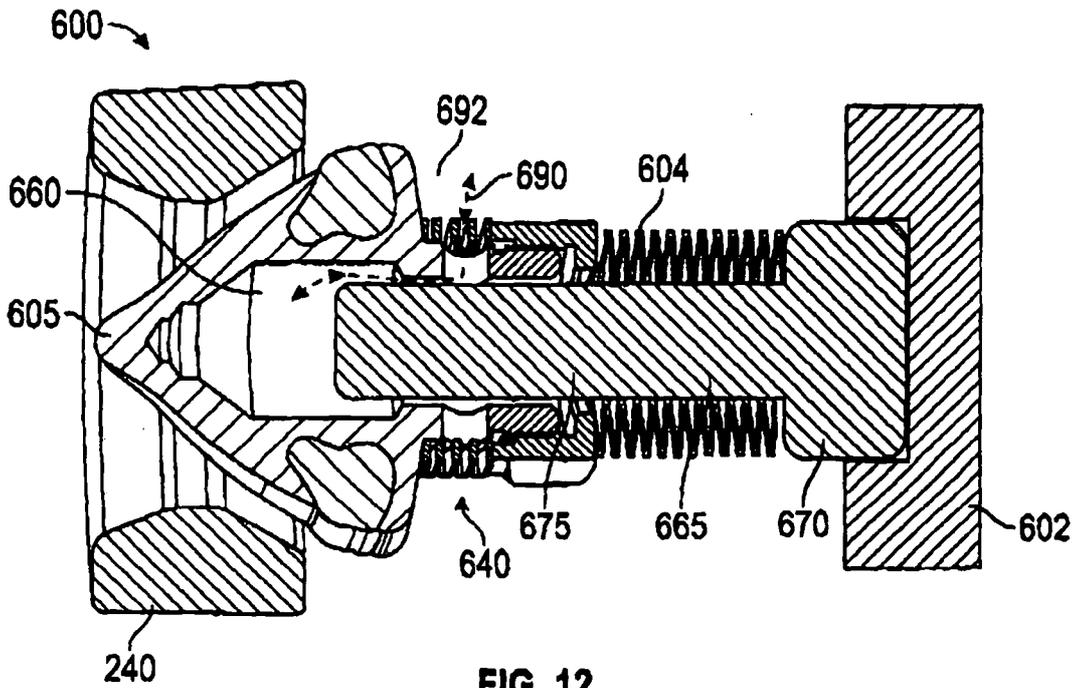


FIG. 12

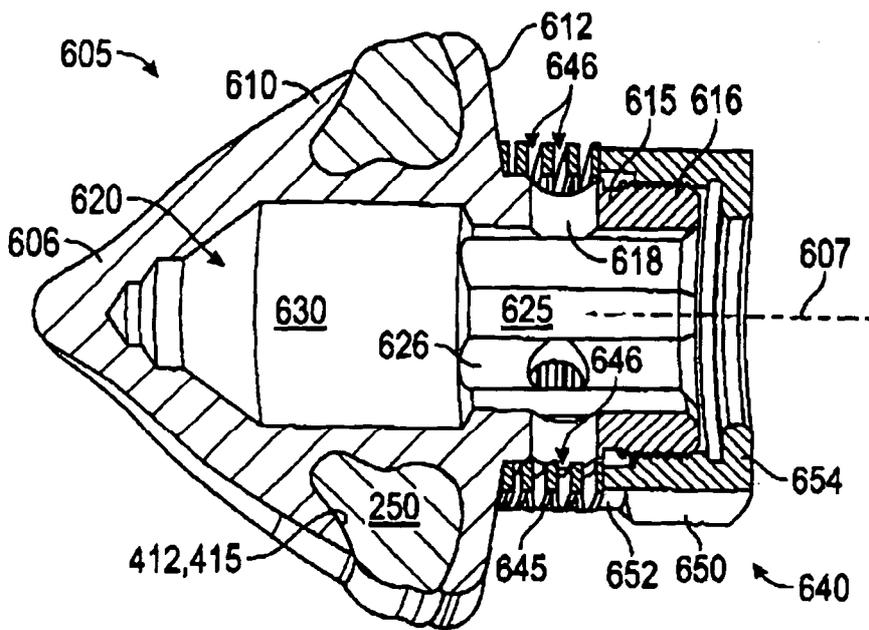


FIG. 13

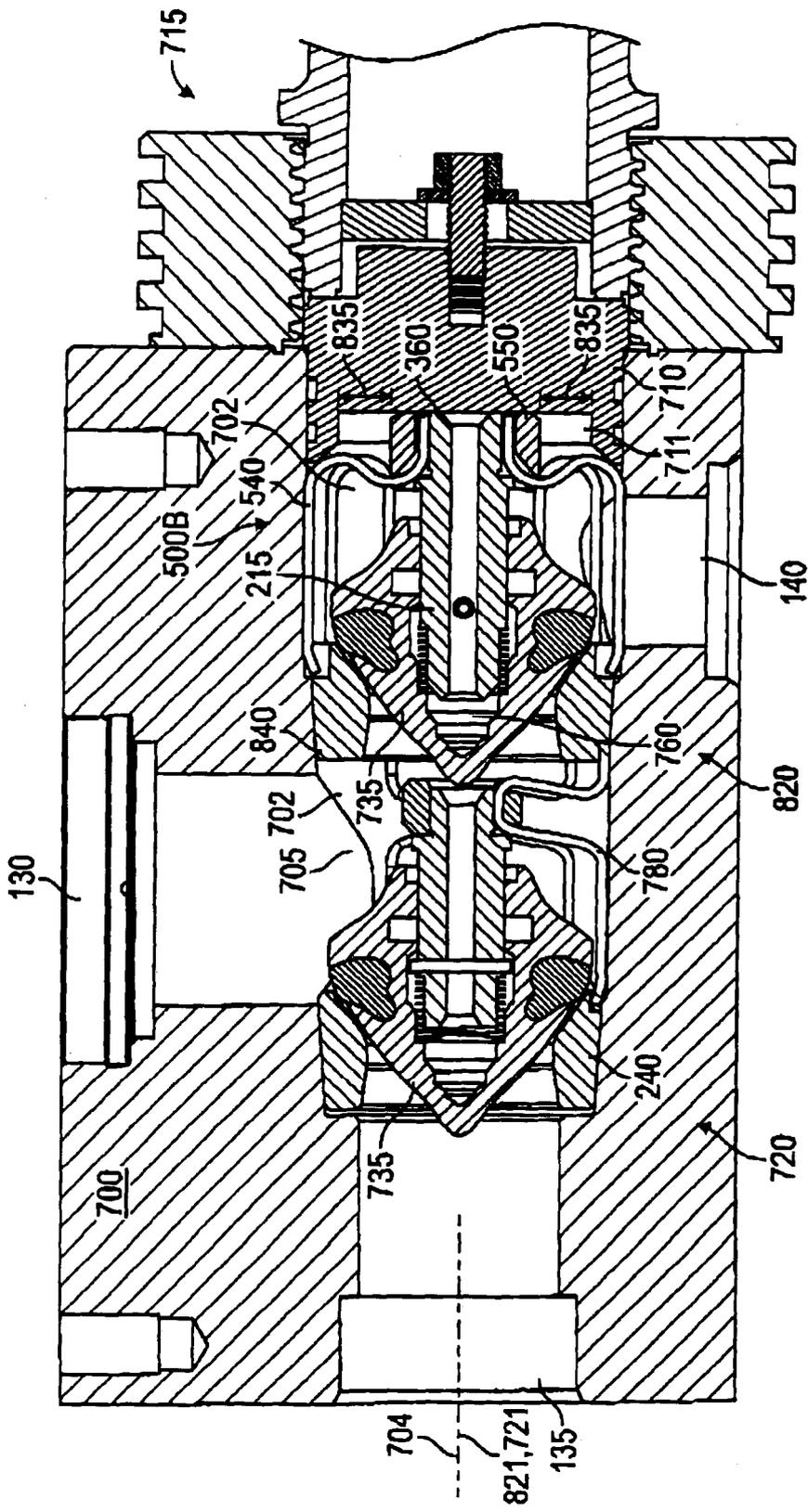


FIG. 14

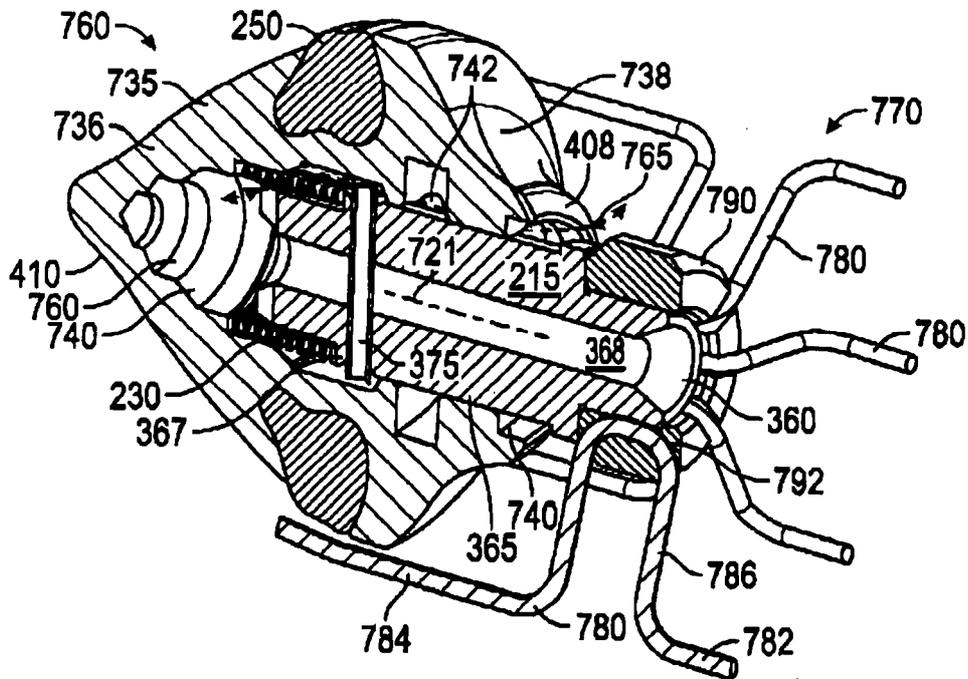


FIG. 15

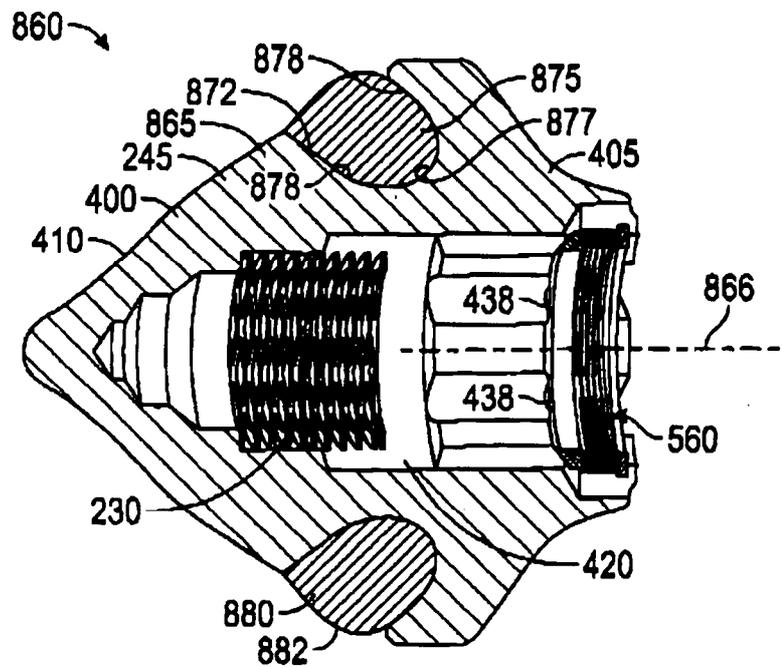


FIG. 16