



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

(21) BR 112019010823-8 A2



(22) Data do Depósito: 29/11/2016

(43) Data da Publicação Nacional: 31/05/2018

(54) **Título:** BOMBA E VEDAÇÃO DE FACE MECÂNICA HIDROSTÁTICA DE VAZAMENTO CONTROLADO

(51) **Int. Cl.:** F16J 15/34; F16J 15/40; G21C 15/24.

(30) **Prioridade Unionista:** 28/11/2016 US 15/361,755.

(71) **Depositante(es):** WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LLC.

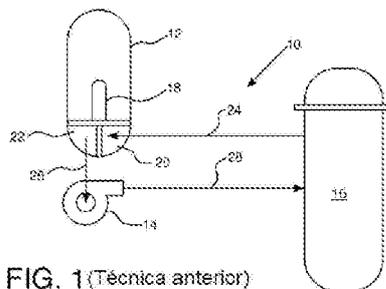
(72) **Inventor(es):** MICHAEL A. LAPRESTI; ARNAUD MILAN; BRUCE A. HOWARD; MICHAEL P. SKOCIK.

(86) **Pedido PCT:** PCT US2016063900 de 29/11/2016

(87) **Publicação PCT:** WO 2018/097837 de 31/05/2018

(85) **Data da Fase Nacional:** 27/05/2019

(57) **Resumo:** Trata-se de uma vedação mecânica, hidrostática, de vazamento controlado que elimina fontes de atrito por contato; que localiza vantajosamente forças de atrito por contato para estarem em alinhamento com o centroide de face de vedação; otimiza o projeto de face de vedação para alcançar dureza de filme hidrostático máxima e sensibilidade mínima para afunilamento radial; eliminar anéis em O desnecessários e outras fontes de variação de força significativa; utiliza uma abordagem de projeto para fabricação para projetar hardware que pode ser consistentemente fabricados para tolerâncias precisas; otimiza a vedação de canal delta dupla para alcançar compressão adequada, força de arraste por atrito mínima, e máxima resistência ao desgaste; elimina fontes de ondulação circunferencial como pré-carga de cavilha e outros recursos não axissimétricos; e, isola termicamente componentes de materiais diferentes para mitigar a deformação devido à expansão térmica diferencial.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para “**BOMBA E VEDAÇÃO DE FACE MECÂNICA HIDROSTÁTICA DE VAZAMENTO CONTROLADO**”

ANTECEDENTES

1. CAMPO

[001] Esta invenção se refere, em geral, a vedações de haste giratória e, mais particularmente, a uma vedação de face mecânica de vazamento controlado.

2. TÉCNICA RELACIONADA

[002] Em usinas de energia nuclear de água pressurizada, um sistema refrigerante de reator é usado para transportar calor do núcleo de reator para geradores de vapor para a produção de vapor. O vapor é, então, usado para acionar um gerador de turbina para a produção de trabalho útil. O sistema refrigerante de reator inclui uma pluralidade de circuitos de reação separados, cada um conectado ao núcleo de reator e que contém um gerador de vapor e uma bomba refrigerante de reator.

[003] A bomba refrigerante de reator tipicamente é uma bomba centrífuga, de estágio único, vertical projetada para mover volumes grandes de refrigerante de reator em temperaturas e pressões altas, por exemplo, 550 °F (288 °C) e em pressões de aproximadamente 15,51 MPaa (2.250 psia (155 bar)). A bomba basicamente inclui três seções gerais do fundo para o topo; seções de motor e vedação de haste, hidráulicas. A seção hidráulica inferior inclui um propulsor montado em uma extremidade inferior da haste de bomba que é operável dentro do invólucro de bomba para bombear refrigerante de reator sobre o respectivo circuito. A seção de motor superior inclui um motor que é acoplado para acionar a haste de bomba. A seção de vedação de haste intermediária inclui três montagens de vedação em tandem; montagens de vedação terciárias superiores, secundárias intermediárias e primárias inferiores (vedação número 1). As montagens de vedação estão localizadas concêntricas a, e próximas à extremidade de topo da haste de bomba e seu propósito combinado é fornecer vazamento de refrigerante de reator mínimo ao longo da haste de bomba para a atmosfera de confinamento durante as condições normais de

operação. Exemplos representativos de montagens de vedação de haste de bomba conhecidos na técnica anterior são descritos nas Patentes nº U.S. 3.522.948; 3.529.838; 3.632.117; 3.720.222 e 4.275.891.

[004] As montagens de vedação de haste de bomba que vedam mecanicamente a interface entre o limiar de pressão de bomba estacionária e a haste giratória, deve ter capacidade de conter a alta pressão de sistema (aproximadamente 15,51 MPa (2.250 psi) (155 bar)) sem vazamento excessivo. Em um projeto comercial, uma disposição em tandem de três montagens de vedação é usada para romper a pressão em estágios. Essas três montagens de vedação de bomba mecânica são vedações de vazamento controlado que, em operação, permitem uma quantidade mínima de vazamento controlado em cada estágio enquanto impede vazamento excessivo do refrigerante de reator do sistema refrigerante primário para as respectivas portas de vazamento de vedação.

[005] Os reatores de água pressurizada comerciais, em geral, empregam vedações de face mecânica hidrostáticas às vedações de vazamento controlado entre as seções hidráulicas e de motor das bombas de refrigerante de reator. Tais vedações são projetadas para permitir um volume controlável e estável de vazamento do sistema primário enquanto experimenta desgaste mínimo mantendo-se separação constante por um filme fluido achatado entre as faces de vedação. O vazamento através da vedação é dependente da geometria de face e projeto mecânico, bem como o estado termodinâmico do fluido vedado. Os operadores de usina de reator nuclear buscam manter uma taxa de vazamento volumétrica nominal de onze litros (três galões) por minuto através das vedações de bomba refrigerante de reator. Essa quantidade de vazamento é grande o suficiente para fornecer fluxo de água de resfriamento/tampão adequado através dos terminais superiores da bomba; no entanto, a mesma é pequena o suficiente para ser compensada pelo sistema de controle de volume e químico de modo que o inventário de sistema refrigerante de reator permaneça em um estado de equilíbrio.

[006] A taxa de vazamento volumétrico através da vedação é determinada

principalmente pelas dimensões como fabricadas dos componentes de vedação, forças de atrito por contato nas interfaces de componentes adjacentes, e deformação termoelástica e mecânica que resulta da pressão e temperatura de operação do fluido vedado. Visto que operadores de usina desejam manter uma taxa de vazamento estável através da vedação de bomba refrigerante de reator, é necessário que o projeto da vedação seja otimizado de modo que tolerâncias de fabricação, forças de atrito por contato, e deformação termoelástica e mecânica exerçam a mínima influência possível sobre a taxa de vazamento de vedação.

SUMÁRIO

[007] Em geral, esta invenção contempla uma vedação de face mecânica de vazamento controlado que tem um primeiro anel de sustentação de vedação configurado para ser preso a uma haste giratória de uma bomba para girar com a haste giratória, em que a haste tem um comprimento axial, e uma primeira placa de face sustentada em um lado do primeiro anel de sustentação de vedação e que tem uma superfície de vedação em um lado oposto da primeira placa de face. A vedação de face mecânica hidrostática também tem um segundo anel de sustentação de vedação configurado para ser preso a um lado interno de um alojamento que envolve a haste giratória, com um grau de movimento axial e uma segunda placa de face sustentadas em um lado do segundo anel de sustentação de vedação e que tem uma segunda superfície de vedação em um lado oposto da segunda placa de face, em que a segunda superfície de vedação é posicionada justaposta à primeira superfície de vedação. Uma primeira interface entre o primeiro anel de sustentação de vedação e a primeira placa de face e uma segunda interface entre o segundo anel de sustentação de vedação e a segunda placa de face são configurados de modo que, durante a operação da bomba, as forças hidrostáticas na primeira superfície de vedação e na segunda superfície de vedação sejam suficientes para prender a primeira placa de face contra o primeiro anel de sustentação de vedação e a segunda placa de face contra o segundo anel de sustentação de vedação com uma trajetória de vazamento controlado entre as mesmas, sem qualquer força mecânica.

[008] Em uma modalidade, esta invenção fornece uma bomba que tem uma haste giratória com um comprimento axial e um alojamento que tem uma parede interior anular que envolve e é espaçada de pelo menos uma porção do comprimento axial da haste giratória. Um primeiro anel de sustentação de vedação que tem uma face em qualquer lado, é fixado de modo fixo a, se estende ao redor e é girável com a haste giratória. O primeiro anel de sustentação de vedação tem uma primeira saliência que se estende de modo axial em uma face em ou próxima a uma extremidade interna radial, adjacente à haste giratória, e uma proteção anular que se estende de modo axial em ou próxima a uma extremidade externa da uma face do primeiro anel de sustentação de vedação. Uma borda em ou próxima a uma extremidade axial periférica da primeira proteção de anel de sustentação de vedação se estende em direção à haste giratória. Uma primeira reentrância anular na uma face do primeiro anel de sustentação de vedação se estende entre a primeira saliência e a primeira proteção de anel de sustentação de vedação. Uma primeira placa de face é sustentada em uma extremidade, em oposição a uma face no primeiro anel de sustentação de vedação, em pelo menos uma porção da primeira saliência, espaçada da haste giratória. A primeira placa de face tem uma aba que se estende de modo radial em um lado externo que se encaixa sob a borda na primeira proteção de anel de sustentação de vedação, com uma primeira aresta em qualquer uma parede interna na proteção do primeiro anel de sustentação de vedação ou no lado externo da primeira placa de face, abaixo e espaçada da borda, formando uma descentralização entre a proteção no primeiro anel de vedação e na primeira placa de face. A primeira placa de face tem outra extremidade, axialmente oposta a uma extremidade que forma uma primeira superfície de vedação, em que a primeira superfície de vedação se estende axialmente após a borda na primeira proteção de anel de sustentação de vedação e a primeira placa de face se estende ao redor de e é girável com a haste giratória. Um segundo anel de sustentação de vedação que tem uma face ou qualquer lado é preso a um interior do alojamento com um grau de liberdade de movimento axial e é espaçado de e se estende pelo menos parcialmente

ao redor da haste giratória. O segundo anel de sustentação de vedação tem uma segunda saliência que se estende de modo axial em uma face em ou próxima a uma extremidade interna radial adjacente à haste giratória, e uma proteção anular que se estende de modo axial em ou próxima a uma extremidade externa da uma face do segundo anel de sustentação de vedação com uma borda em ou próxima a uma extremidade axial periférica da segunda proteção de anel de sustentação de vedação que se estende em direção à haste giratória. Uma segunda reentrância anular na uma face do segundo anel de sustentação de vedação se estende entre a segunda saliência e a segunda proteção de anel de sustentação de vedação. Uma segunda placa de face é sustentada em uma extremidade, oposta a uma face no segundo anel de sustentação de vedação, em pelo menos uma porção da segunda saliência e é espaçada da haste giratória, em que a uma extremidade da segunda placa de face abrange substancialmente a segunda reentrância e tem uma aba que se estende de modo radial em um lado externo da segunda placa de face que se encaixa sob a borda na segunda proteção de anel de sustentação de vedação. Uma segunda aresta em qualquer uma parede interna na proteção do segundo anel de sustentação de vedação ou no lado externo da segunda placa de face, abaixo e espaçada da borda na segunda proteção de anel de sustentação de vedação, forma uma descentralização entre a proteção no segundo anel de sustentação de vedação e na segunda placa de face. A segunda placa de face tem outra extremidade, axialmente oposta ao segundo anel de sustentação de vedação, que forma uma segunda superfície de vedação, em que a segunda superfície de vedação se estende axialmente após a borda na proteção do segundo anel de sustentação de vedação, justaposta à primeira superfície de vedação e a segunda placa de face se estende substancialmente ao redor de e é espaçada da haste giratória.

[009] Em tal modalidade, pelo menos uma dentre a primeira superfície de vedação e a segunda superfície de vedação é configurada para ter uma superfície contornada que é axissimétrica, mas não uniforme em uma direção radial para criar uma distribuição de pressão não linear entre a primeira superfície de vedação e a

segunda superfície de vedação. De preferência, a segunda placa de face tem a segunda superfície de vedação com a superfície contornada que é axissimétrica, mas não uniforme em uma direção radial para criar uma distribuição de pressão não linear entre a primeira superfície de vedação e a segunda superfície de vedação.

[010] Em outra modalidade, a pelo menos uma dentre a primeira superfície de vedação e a segunda superfície de vedação é uma superfície afunilada que produz um ângulo convergente entre a primeira superfície de vedação e a segunda superfície de vedação com a maior folga axial no diâmetro externo e a menor folga axial no diâmetro interno. Em tal modalidade, a pelo menos uma dentre a primeira superfície de vedação e a segunda superfície de vedação tem uma superfície de textura não uniforme ou graduada.

[011] Em outra tal modalidade, que enquanto a aba se estende de modo radial na primeira placa de face se encaixa sob a borda na primeira proteção de anel de sustentação de vedação, durante a operação da bomba, o primeiro anel de sustentação de vedação e a primeira placa de face são configurados de modo que substancialmente nenhuma força mecânica seja aplicada à primeira placa de face para prender a primeira placa de face contra o primeiro anel de sustentação de vedação e, durante a operação de bomba, a aba que se estende de modo radial não entra em contato com a borda na primeira proteção de anel de sustentação de vedação. De preferência, em tal modalidade, a bomba inclui um ou ambos dentre um primeiro anel em O ao redor de uma superfície externa da primeira saliência em uma interface da primeira saliência com a uma extremidade da primeira placa de face e um segundo anel em O ao redor de uma superfície externa da segunda saliência em uma interface da segunda saliência com a uma extremidade da segunda placa de face. Desejavelmente, o primeiro anel de sustentação de vedação compreende um primeiro sulco que envolve a haste giratória e um terceiro anel em O envolve a haste giratória dentro do primeiro sulco e forma uma vedação entre o primeiro anel de sustentação de vedação e a haste giratória; e o segundo anel de sustentação de vedação compreende um segundo sulco que envolve uma porção do alojamento adjacente à

haste giratória e um quarto anel em O envolve a porção do alojamento, dentro do segundo sulco, entre o segundo anel de sustentação de vedação e a porção do alojamento e forma uma vedação entre o segundo anel de sustentação de vedação e a porção do alojamento.

[012] A invenção também contempla uma vedação de face mecânica hidrostática que tem as propriedades anteriormente citadas.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[013] Um entendimento adicional da invenção pode ser obtido a partir da seguinte descrição das modalidades preferenciais quando lida em conjunto com os desenhos anexos, em que: A Figura 1 é uma representação esquemática de um circuito de resfriamento de um sistema de resfriamento de reator nuclear convencional que inclui um gerador de vapor e bomba refrigerante de reator conectados em série em um sistema de circuito fechado com o reator;

A Figura 2 é uma vista em perspectiva em recorte da seção de vedação de haste de uma bomba refrigerante de reator, que ilustra em corte transversal o alojamento de vedação e as montagens de vedação terciária superior, secundária intermediária e primária inferior que são dispostas dentro do alojamento de vedação e envolvem a haste de bomba;

A Figura 3 é uma vista em corte transversal ampliada de uma porção do alojamento de vedação e montagens de vedação da bomba refrigerante de reator da Figura 2;

A Figura 4 é uma vista em corte da disposição de vedação de haste que mostra uma vista ampliada da vedação primária inferior mostrada nas Figuras 2 e 3, às quais esta invenção pode ser aplicada;

A Figura 5 é uma vista esquemática da haste vedação desta invenção;

A Figura 6 é uma vista esquemática de uma face de vedação afunilada de uma modalidade desta invenção;

A Figura 7 é uma vista esquemática de uma face de vedação graduada de uma segunda modalidade desta invenção; e

A Figura 8 é uma vista esquemática de uma face de vedação com um contorno não uniforme de uma terceira modalidade desta invenção.

DESCRIÇÃO DA MODALIDADE PREFERENCIAL

[014] Na descrição a seguir, caracteres de referência similares representam partes correspondentes ou similares através de todas as diversas vistas. Além disso, na descrição a seguir, deve ser entendido que tais termos de direção como "anterior", "posterior", "esquerda", "direita", "para cima", "para baixo" e similares, são palavras de conveniência e não devem ser interpretadas como termos limitantes.

BOMBA DE RESFRIAMENTO DE REATOR DE TÉCNICA ANTERIOR

[015] Para entender a invenção, é útil entender um ambiente no qual a invenção irá operar. No entanto, deve ser observado que a invenção tem muitas outras aplicações. Em referência à Figura 1, é mostrada uma representação esquemática de um dentre uma pluralidade de circuitos de refrigerante de reator 10 de um sistema refrigerante de reator nuclear convencional. O circuito refrigerante 10 inclui um gerador de vapor 12 e bomba refrigerante de reator 14 conectados em série em um sistema refrigerante de circuito fechado com o núcleo de reator nuclear 16. O gerador de vapor 12 inclui tubos primários de troca de calor 18 que se comunicam com espaços cheios de entrada e saída 20, 22 do gerador de vapor 12. O espaço cheio de entrada 20 do gerador de vapor 12 é conectado em comunicação fluida com a saída do núcleo de reator 16 para receber refrigerante quente na mesma ao longo da trajetória de fluxo de perna quente 24, comumente chamada de a perna quente do sistema de circuito fechado. O espaço cheio de saída 22 do gerador de vapor 12 é conectado em comunicação fluida com um lado de seção de entrada da bomba refrigerante de reator 14 ao longo de trajetórias de fluxo 26 do sistema de circuito fechado. O lado de pressão de saída da bomba refrigerante de reator 14 é conectado em comunicação fluida com a entrada do núcleo de reator 16 para alimentar refrigerante relativamente frio na mesma ao longo de trajetória de fluxo 28 da perna fria do sistema de circuito fechado.

[016] A bomba refrigerante 14 bombeia o refrigerante sob alta pressão sobre o

sistema de circuito fechado. Particularmente, refrigerante quente que emana do núcleo de reator 16 é conduzido para o espaço cheio de entrada 20 do gerador de vapor 12 e através dos tubos de troca de calor 18 em comunicação entre os mesmos. Enquanto nos tubos de troca de calor 18, o refrigerante quente flui em relação de troca de calor com água de alimentação fria fornecida para o gerador de vapor 12 através de um meio convencional (não mostrado). A água de alimentação é aquecida e porções da mesma são alteradas para vapor para uso em acionamento de um gerador de turbina (não mostrado). O refrigerante, cuja temperatura foi reduzida pela troca de calor é, então, novamente circulado para o núcleo de reator 16 através da bomba refrigerante 14.

[017] A bomba refrigerante de reator 14 deve ter capacidade de mover volumes grandes de refrigerante de reator em temperaturas e pressões altas sobre o sistema de circuito fechado. Embora a temperatura do refrigerante que flui do gerador de vapor 12 através da bomba 14 como resultado da troca de calor tenha sido resfriado substancialmente abaixo da temperatura do refrigerante que flui para o gerador de vapor 12 do núcleo de reator 16 antes da troca de calor, sua temperatura ainda é relativamente alta sendo tipicamente cerca de 550 °F (288 °C). Para manter o refrigerante em um estado líquido nessas temperaturas relativamente altas, o sistema é pressurizado por bombas de injeção (não mostradas) e opera em pressões que são de aproximadamente 15,51 MPa (2.250 psia (155 bar)).

[018] Como visualizado nas Figuras 2 e 3, a bomba refrigerante de reator da técnica anterior 14 geralmente inclui um alojamento de bomba 30 que termina em uma extremidade em um alojamento de vedação 32. A bomba também inclui uma haste de bomba 34 que se estende de modo central do alojamento de bomba 30 e que é vedada e montada de modo giratório dentro do alojamento de vedação 32. Embora não mostrada, a porção de fundo da haste de bomba 34 é conectada a um propulsor, enquanto uma porção de topo da mesma é conectada a um motor elétrico do tipo de indução, de alta potência. Quando o motor gira a haste 34, o propulsor dentro do interior 36 do alojamento de bomba 30 faz com que o refrigerante de reator

pressurizado flua através do sistema refrigerante de reator. Esse refrigerante pressurizado aplica uma carga hidrostática direcionada para cima sobre a haste 34 visto que a porção externa do alojamento de vedação 32 é envolvida pela atmosfera ambiente.

[019] A fim de que a haste de bomba 34 possa girar livremente dentro do alojamento de vedação 32 enquanto mantém o limite de pressão de 15,51 MPa (2.250 psia (155 bar)) entre o alojamento de bomba interior 36 e o lado externo do alojamento de vedação 32, montagens de vedação terciária superior, secundária intermediária e primária inferior dispostas de modo consecutivo 38, 40, 42 são fornecidas nas posições ilustradas nas Figuras 2 e 3 sobre a haste de bomba 34 dentro do alojamento de vedação 32. A vedação primária inferior 38 que realiza a maior parte da vedação de pressão (aproximadamente 15 MPa (2.200 psi) (152 bar)) é do tipo hidrostático sem contato, enquanto que as montagens de vedação terciária superior e secundária intermediária 40, 42 são do tipo mecânico de fricção ou contato.

[020] Cada uma das montagens de vedação 38, 40, 42 da bomba 14 geralmente inclui um respectivo canal anular 44, 46, 48 que é montado na haste de bomba 34 para rotação na mesma e um respectivo anel de vedação anular 50, 52, 54 que é montado de modo estacionário dentro do alojamento de vedação 32. Os respectivos canais 44, 46, 48 e os anéis de vedação 50, 52, 54 têm superfícies de topo e de fundo 56, 58, 60 e 62, 64, 66 que estão voltados uns para os outros. As superfícies opostas 56, 62 do canal 44 e anel de vedação 50 da montagem de vedação primária inferior 38 normalmente não entram em contato entre si, mas, em vez disso, um filme de fluido normalmente flui entre os mesmos. Por outro lado, as superfícies de face 58, 64 e 60, 66 dos canais e anéis de vedação 46, 52 e 48, 54 das montagens de vedação terciária superior e secundária intermediária 40 e 42 normalmente entram em contato ou em atrito entre si.

[021] Devido ao fato de que a montagem de vedação primária 38 normalmente opera em um modo de deslocamento de filme, alguma provisão deve ser tomada para lidar com fluido de resfriamento que "vaza no espaço entre a parede anular 33 do

alojamento de vedação 32 e a haste 34 montada de modo giratório no mesmo. Conseqüentemente, como mostrado na Figura 2, o alojamento de vedação 32 inclui uma porta de vazamento primária 69, enquanto as portas de vazamento 71 acomodam vazamento de fluido de refrigerante das montagens de vedação terciária e secundária 40, 42.

[022] A Figura 4 é um corte transversal do alojamento de vedação na área da vedação número 1 ou vedação inferior primária do tipo ilustrado nas Figuras 2 e 3 e fornece um melhor entendimento da operação da vedação número 1 e como a mesma fará interface com esta invenção. A estrutura mostrada compreende um alojamento 32 que tem parede anular 33 adaptada para formar uma câmara de pressão 35 dentro do alojamento 32; uma haste 34 montada de modo giratório dentro do alojamento 32; uma montagem de canal de vedação 44 e uma montagem de anel de vedação 50 disposta dentro do alojamento 32. Como anteriormente mencionado, a haste 34 pode ser acionada por um motor adequado (não mostrado) e utilizada para acionar o propulsor de uma bomba centrífuga (não mostrada) que circula o refrigerante no sistema pressurizado. A água de injeção pode ser fornecida para a câmara 35 em uma pressão maior do que aquela desenvolvida pela bomba. A montagem de canal 44 compreende um fixador anular 70 e uma placa de vedação anular 72. De modo similar, a montagem de anel de vedação 50 compreende um fixador 74 e uma placa de face anular 76.

[023] O fixador 70 gira com a haste 34 visto que o mesmo é montado em uma sustentação anular 78 que engata um ressalto 80 na haste 34 e é preso à haste por meio de uma manga 82 que é montada na haste 34 entre a haste e uma perna que se estende para cima 84 da sustentação 78 que está geralmente formato de L em corte transversal. Deve ser observado que embora essa modalidade da invenção seja descrita como aplicada a uma bomba que emprega uma manga sobre a haste de bomba, a invenção pode ser empregada igualmente em hastes de bomba que não empregam mangas. Um ressalto 86 no fixador 70 está na extremidade superior da perna 84, e um ressalto 88 na manga 82 retém o fixador 70 na sustentação 84. Um

pino 90 é pressionado em uma reentrância 92 na manga 82 e engata uma fenda axial 94 no fixador 70. Uma força de prensão axial é exercida sobre a manga 82 e a sustentação 78 de uma porca (não mostrada) que faz com que a manga 82 e a sustentação 78 girem com a haste 34. O pino 90, por sua vez, faz com que o fixador 70 gire com a manga 82 que gira com a haste 34. As vedações de anel em O 96 e 98 são fornecidas entre a sustentação 78 e a haste 34 e o fixador 70, respectivamente. Uma vedação de anel em O 100 também é fornecida na interface 102 entre o fixador 70 e a placa de vedação 72.

[024] A placa de vedação 72 é composta por um material resistente à corrosão e erosão que tem substancialmente o mesmo coeficiente de expansão térmica que o material do qual o fixador 70 é composto, e o fixador 70 tem um módulo elástico alto. De modo similar, a placa de face 76 é composta por um material resistente à corrosão e erosão que tem substancialmente o mesmo coeficiente de expansão térmica que o material do fixador 74 que tem um módulo elástico alto. Exemplos de materiais adequados são carbonetos e cerâmicas. Uma vedação de anel em O 104 é fornecida na interface 106 entre o fixador 74 e a placa de face 76.

[025] O fixador 74 é montado de modo móvel em uma perna que se estende para baixo 108 de um inserto de anel de vedação anular 110 que tem geralmente formato de L em corte transversal. O inserto 110 é retido no alojamento 32 por parafusos de cobertura 112. Uma vedação de anel em O 114 é fornecida na interface entre o inserto 110 e o alojamento 32. De modo similar, a vedação de anel em O 118 é fornecida na interface 120 entre o fixador 74 e a perna 108 do inserto 110. O movimento giratório do fixador 74 é impedido pelo pino 122 que é pressionado no inserto 110. O pino 122 se estende em uma caixa 124 no fixador 74 com espaço suficiente entre a parede da caixa 126 e o pino 122 para permitir movimento axial do fixador 74, mas limitar movimento giratório do fixador 74.

[026] A placa de face 76 é fixada ao fixador 74 por meios de prensão 128 que incluem um anel retentor 130, um anel de prensão 132, um anel de trava 134, uma pluralidade de parafusos de cobertura 136 e molas belleville 138 montadas no

parafuso de cobertura 136 entre o anel de trava 134 e o anel de prensão 132. Os parafusos de cobertura 136 se estendem através do anel retentor 130, do anel de prensão 132, e as molas belleville 138 e são enroscadas nos anéis de trava 134. A interface 106 do fixador 74 é rebaixada em 140 para fornecer um ponto de apoio anular 142 na interface em um diâmetro externo que é menor que o diâmetro externo da interface da placa de face 76. O anel retentor 130 tem um flange que se estende para dentro com uma crista 144 que engata a porção 146 da placa de face 76 que se estende além do ponto de apoio 142. O anel de prensão 132 tem um flange que se estende para dentro com uma crista 148 que engata uma placa de face 146 no fixador 74. Desse modo, quando os parafusos de cobertura 136 são apertados para extrair o anel de prensão 132 e o anel retentor 130 um em relação ao outro, uma força é produzida que exerce um efeito de escoramento na placa de face 76 sobre o ponto de apoio 142. Durante a ação de prensão, as molas belleville 138 são parcialmente comprimidas e a placa de face 76 é deformada pela força de prensão.

[027] A placa de vedação 72 é fixada ao fixador 70 por um meio de prensão 151 de uma maneira similar àquela descrita em referência à placa de face 76. No entanto, o ponto de apoio 152 na interface 102 do fixador 70 está localizado mais próximo ao diâmetro externo da placa de vedação 72 que é o ponto de apoio 142 no fixador 74. Desse modo, a força de prensão na placa de vedação 72 não produz tanta deformação da placa de face sobre o ponto de apoio 152 como é produzida na placa de face 76. Se desejado, os pontos de apoio 142 e 152 podem ser colocados nas mesmas localizações em relação a suas placas de face correspondentes.

[028] Como anteriormente descrito, o anel de vedação 50 é montado para movimento axial limitado em relação à haste 34 e à montagem de canal de vedação 44. Além disso, o movimento giratório da montagem de anel de vedação 50 é limitado pelo pino antigiratório 122 que se encaixa de modo frouxo na caixa 124 no fixador de anel de vedação 74. Uma face de vedação 154 na placa de face 76 é enviesada em direção à face de vedação confrontante 156 na placa de vedação 72 por gravidade.

[029] Na operação da bomba acionada pela haste 34, as superfícies 158 e 160

do fixador de anel de vedação 74 são submetidas à pressão completa na câmara de pressão alta 35. É desejável fornecer uma barreira de pressão entre a câmara de pressão alta 35 e uma região de pressão baixa anular 162 adjacente à manga 82. A montagem de anel de vedação é utilizada como o meio de barreira de pressão, mas permite que uma quantidade controlada de vazamento de fluido flua para a região 162 da câmara de pressão 35 através de uma lacuna de vedação 164 fornecida entre as superfícies de vedação confrontantes 154 e 156 nas placas de vedação 76 e 72, respectivamente.

[030] Durante a operação, uma posição em equilíbrio ou balanceada da montagem de anel de vedação axialmente móvel 50 é mantida de acordo com a pressão em oposição às faces da montagem de anel de vedação. A espessura do fluido na lacuna 164 e, conseqüentemente, a quantidade de vazamento flui através da lacuna 164 é determinada pela configuração da lacuna 164.

[031] A fim de obter uma autorrestauração da posição relativa da montagem de anel de vedação 50 e da montagem de canal 44 mediante uma variação na lacuna de vedação 164, uma trajetória de fluxo de fluido de espessura decrescente é fornecida de uma borda ou extremidade de alta pressão 166 para uma posição entre as extremidades opostas de vedação. Mais especificamente, na estrutura ilustrada, a trajetória de fluxo de fluido de espessura decrescente se estende entre a borda externa 166 e um círculo concêntrico intermediário localizado em 168 na face de vedação 154.

[032] Como mostrado na presente estrutura, a espessura de trajetória de fluxo decrescente é formada afunilando-se a superfície 154 ligeiramente na direção contrária da superfície confrontante 156 da face na placa de vedação 72 entre o círculo 168 e a borda externa 166 da placa de face 76. O ângulo entre as superfícies 154 e 156 mostrado no desenho é exagerado. Essa configuração ou estrutura é conhecida como uma vedação de face afunilada. A operação de uma vedação desse tipo é completamente descrita na Patente nº U.S. 3.347.552, expedida em 17 de outubro de 1967 para Erling Frisch.

[033] Consequentemente, as bombas de refrigerante de reator e máquinas similares que utilizam hastes giratórias para transferir energia mecânica entre um acionador como um motor e um fluido de processo necessitam do uso de vedações de haste, como aquelas descritas acima, para isolar o fluido de processo ao longo da haste uma vez que a haste penetra o limite de processo. As vedações de face mecânica balanceadas, hidrostáticas são comumente usadas para essa aplicação, particularmente em casos que necessitam de alta confiabilidade, vazamento controlado, e desgaste limitado. Tais vedações utilizam dois membros de interface, um que é preso à haste giratória enquanto o outro é preso ao alojamento estacionário. Cada membro tem uma "face de vedação" precisamente projetada que fazem interface entre si em uma folga axial pequena de modo que as faces não entrem em contato entre si, mas o vazamento seja controlado para um nível gerenciável.

A VEDAÇÃO APRIMORADA DESTA INVENÇÃO

[034] Como mostrado na Figura 5, a vedação desta invenção também emprega duas montagens opostas: uma montagem giratória 226 é presa à haste de bomba 230 e uma montagem estacionária 228 é presa ao alojamento 232. Cada montagem compreende uma face de placa de vedação de cerâmica 210, 212 sustentada por um anel de sustentação de base 204, 222 e proteção de sustentação 234, 236. O fluido de processo da bomba está na superfície externa da vedação e as superfícies internas são conectadas ao sistema de escape de baixa pressão. O vazamento passa através da lacuna axial entre as faces de vedação de diâmetro externo para diâmetro interno, e a pressão é reduzida ao longo do caminho da pressão do fluido de processo para a pressão do sistema de escape.

[035] Para acomodar movimento axial a haste de bomba 230 em relação ao alojamento 232, como aquele que pode ocorrer devido à excitação mecânica ou expansão térmica diferencial, a montagem estacionária 228 não tem restrições na direção axial e pode realizar translação livremente. A posição axial da montagem estacionária 228 em relação à montagem giratória 226 é estabelecida pelo equilíbrio de forças que atua sobre a montagem estacionária. A pressão do fluido de processo

atua sobre a superfície de topo da montagem estacionária 228 fora do anel em O dinâmico 202, e a pressão do sistema de escape atua sobre a superfície de topo do lado interno de montagem estacionária 228 do anel em O dinâmico 202. A força hidrostática concreta que resulta dessas pressões e o peso da montagem estacionária 228 atua para pressionar a montagem estacionária em direção à montagem giratória 226. Em oposição a essa força, a distribuição de pressão entre as faces das montagens giratórias e estacionárias atua para pressionar a montagem estacionária 228 na direção contrária da montagem giratória 226. O formato da distribuição de pressão de fluido entre as faces de vedação 208, 216 não é linear e dependente da geometria da trajetória de fluxo entre as montagens giratórias e estacionárias. Conseqüentemente, o formato da distribuição de pressão se altera conforme a montagem estacionária 228 se move mais na direção contrária ou próxima em relação à montagem giratória 226. Conforme a montagem estacionária 228 se move mais na direção contrária da montagem giratória 226, a distribuição de pressão se torna mais linear e a força hidrostática resultante diminui. Por outro lado, conforme a montagem estacionária 228 se move mais próxima à montagem giratória 226, a distribuição de pressão se torna mais plana e a força hidrostática resultante aumenta. Esse comportamento é chamado de "sustentação de carga" e faz com que a vedação mantenha uma folga finita, estável entre as faces de vedação 208, 216 independente de cargas externamente aplicadas. A vedação, portanto, mantém uma folga axial constante de modo que as faces não se toquem, o desgaste seja mínimo, e a taxa de vazamento seja relativamente constante.

[036] A posição axial das faces de vedação 208, 216 é estabelecida por anéis de sustentação 204, 222. O anel de sustentação 222 para a montagem giratória se fixa à haste de bomba 230, e sua posição axial é estabelecida por um ressalto 206 na haste. Torque é transmitido entre o anel de sustentação 222 e a haste 230 por uma ou mais chaves ou parafusos 218 que engatam em uma fenda compatível no anel de sustentação 222. O anel de sustentação 222 aceita um anel em O 224 que faz interface com a haste de bomba 230 e forma uma junta vedada estática entre os lados

de alta pressão e pressão baixa da vedação. O anel de sustentação 222 também aceita um anel em O 220 na face de topo do anel de sustentação inferior 222 que forma uma junta vedada estática entre o topo do anel de sustentação 222 e o fundo da placa de face 210 entre os lados de pressão alta e baixa da vedação. A posição radial do anel em O 220 é selecionada de modo que a diferença em força que resulta da pressão hidrostática na superfície de filme 216 da placa de face 210 é maior que a força que resulta da pressão hidrostática na superfície de fundo da placa de face 210. A força concreta faz com que a placa de face 210 seja firmemente presa contra o anel de sustentação 222. A posição radial do anel em O também é selecionada, em combinação com o formato da geometria de superfície de filme 216, de modo que o momento concreto que atua sobre a placa de face 210 produza uma deformação angular aceitável da placa de face sobre a placa de face centroide a fim de manter a geometria de interface desejada do filme de fluido que passa entre as faces de vedação 208 e 216. O anel de sustentação 222 também aceita um ou mais pinos de acionamento 218 que são usados para transmissão de torque entre o anel de sustentação 222 e placa de face 210, de modo que rotação relativa entre a haste 230, anel de sustentação 222, e placa de face 210 não é permitida.

[037] O anel de sustentação 204 para a montagem estacionária 228 prende a placa de face de montagem estacionária 212 em alinhamento com a montagem giratória 226 e aceita uma vedação de anel em O dinâmica 202 que reduz a pressão entre os lados de alta pressão e baixa pressão da vedação ao longo da interface deslizante entre a montagem estacionária 228 e alojamento inserto 200. O anel de sustentação de montagem estacionária 204 também aceita um anel em O 224 em sua face adjacente à placa de face 212 e, da mesma maneira que o anel de sustentação de montagem giratória 222, a posição radial do anel em O 224 é selecionada de modo que a diferença na força que resulta da pressão hidrostática na superfície de filme 208 da placa de face 212 seja maior que a força que resulta da pressão hidrostática na superfície posterior da placa de face 212. Como tal, a placa de face de montagem estacionária 212 é presa em contato firme com o anel de sustentação de montagem

estacionária 204. A posição radial do anel em O 224 também é selecionada, em combinação com o formato da geometria de superfície de filme da superfície de vedação 208, de modo que o momento concreto que atua sobre a placa de face 212 produza uma deformação angular aceitável da placa de face 212 sobre a placa de face centroide a fim de manter a geometria de interface desejada do filme de fluido que passa entre as faces de vedação 208 e 216. O anel de sustentação de montagem estacionária 204 também aceita um ou mais pinos (como os pinos 218 na montagem giratória 226) que impede rotação relativa entre a placa de face de montagem estacionária 212 e anel de sustentação de montagem estacionária 204.

[038] Tanto a montagem giratória 226 quanto a montagem estacionária 228 têm proteções de sustentação 234, 236 que são fixadas aos anéis de sustentação 204, 222 com fixadores mecânicos 214. As proteções de sustentação 234, 236 servem para fornecer centralização radial de suas respectivas placas de face 212, 210, para prender as placas de face 212, 210 nos anéis de sustentação 204, 222 para montagem e partida, para fornecer compressão inicial dos anéis em O de placa de face 224, 220, e fornecem uma barreira térmica para proteger as superfícies externas das placas de face 212, 210 de alterações rápidas em temperatura do fluido de processo e a distorção termoelástica consequencial que pode alterar a vedação geometria e taxa de vazamento. As proteções de sustentação 234, 236 são dimensionadas de modo que, durante a operação normal, uma folga axial pequena existe entre o ressalto correspondente na placa de face 212, 210 e a face interna da proteção de sustentação 234, 236.

[039] O formato das placas de face 212, 210 é selecionado de modo que o momento concreto que resulta de cargas térmicas, mecânicas e pressão produza uma ligeira deflexão axissimétrica que traz as bordas externas das superfícies de filme 208, 216 das placas de face das montagens giratórias e estacionárias 212, 210 para uma distância axial mais próxima. A placa de face estacionária 212 tem uma superfície contornada 208 que é axissimétrica, mas não uniforme na direção radial. O contorno de superfície cria uma distribuição de pressão não linear entre as placas de face 212,

210 que cria sustentação de carga como discutido acima. A modalidade preferencial descrita no presente documento utiliza uma superfície afunilada 208 na placa de face de montagem estacionária 212 que produz um ângulo convergente entre as placas de face de montagem giratória e estacionária 212, 210 com a maior folga axial no diâmetro externo e a menor folga axial no diâmetro interno como mostrado na Figura 6. As modalidades alternativas da invenção podem ser realizadas utilizando-se uma superfície graduada como mostrado na Figura 7 ou textura de superfície não uniforme como mostrado na Figura 8 no lugar de ou em combinação com uma superfície de filme afunilada. Visto que as placas de face 212, 210 são projetadas para permitir uma deflexão de torção leve, a magnitude do ângulo convergente altera em resposta às diferenças em pressão e temperatura entre o processo e lados de escape da vedação. O criador pode ajustar o formato da placa de face 212, 210 e contorno de superfície para alcançar uma taxa de vazamento de vedação, aumento de temperatura, e relação de pressão-fluxo adequada para a aplicação particular.

[040] A vedação de face mecânica, hidrostática aprimorada desta invenção representa um afastamento de tecnologia existente principalmente no método com o qual as faces de placas de vedação de cerâmica 212, 210 são sustentadas, orientadas e fixadas às montagens giratórias e estacionárias. O projeto existente emprega um "anel de prensão" que exerce uma força de prensão mecânica na placa de face de cerâmica. A força de prensão mecânica se deve a pré-carga de fixadores mecânicos e uma força hidrostática gerada por uma área de diferencial vedada entre dois anéis em O que é transferida para o lado de pressão baixa da vedação. O anel de prensão serve para prender a placa de face à base e para controlar distorção radial de afunilamento devido à distribuição desigual de pressões ao redor da placa de perímetro da face. A disposição existente é problemática devido à força de prensão exercida sobre a placa de face ocasiona ondulação e carregamento de atrito alto e também ocasiona uma sensibilidade significativa associada à compressão, atrito, e comportamento dependente de tempo dos anéis em O no anel de prensão hidrostática. Esses efeitos fazem com que a vedação reaja em maneiras

potencialmente não previstas.

[041] O projeto aprimorado elimina o anel de prensão hidrostática e substitui o mesmo com uma proteção de sustentação que serve para prender a placa de face à base durante montagem e partida. Enquanto o projeto existente depende do contato com o anel de prensão hidrostática para prender a placa de face à base e controla afunilamento radial durante todos os modos de operação, o projeto aprimorado é de modo que, durante a operação normal, a placa de face não entre em contato com a proteção de sustentação. Essa abordagem elimina a ondulação potencial, carregamento de atrito e sensibilidade de anel em O associados ao anel de prensão hidrostática. Para eliminar a força de prensão mecânica, a vedação aprimorada foi projetada de modo que as forças hidrostáticas sozinhas prendam a placa de face ao anel de sustentação e controlar afunilamento radial. Isso é alcançado posicionando-se os anéis em O entre a placa de face e o anel de sustentação dentro do projeto de modo que a força hidrostática que atua sobre a superfície de filme das placas de face seja ligeiramente maior que a força hidrostática que atua sobre a parte de trás das placas de face. A força axial resultante cria uma carga concreta que prende a placa de face para o anel de sustentação sem quaisquer fixadores ou mecanismo de prensão mecânica. O controle de afunilamento radial é alcançada projetando-se o corte transversal e topografia de face das placas de face de tal maneira que as forças hidrostáticas aplicadas gerem o momento de torção desejado sobre a placa de face de corte transversal centroide, de modo que, conforme a pressão diferencial aumenta, o afunilamento radial de convergência completo entre as faces de vedação diminui. A taxa de vazamento de vedação e relação de pressão-fluxo pode ser ajustada pelo projetador modificando-se a posição de anel em O de reserva, projeto de topografia de face, e formato da face de vedação a fim de alcançar uma taxa de vazamento de vedação adequada para a aplicação particular.

[042] Embora modalidades específicas da invenção tenham sido descritas em detalhes, será observado por aqueles versados na técnica que diversas modificações e alternativas a esses detalhes poderiam ser desenvolvidas à luz dos ensinamentos

gerais da revelação. Consequentemente, as modalidades específicas reveladas se destinam a ser ilustrativas apenas e não limitantes quanto ao escopo da invenção, em que deve ser dada toda a extensão das reivindicações anexas e todos os equivalentes das mesmas.

REIVINDICAÇÕES

1. Bomba (14) **caracterizada por** compreender:

uma haste giratória (230) que tem um comprimento axial;

um alojamento (232) que tem uma parede interior anular que envolve e é espaçada de pelo menos uma porção do comprimento axial da haste giratória (230);

um primeiro anel de sustentação de vedação (222) que tem uma face ou no lado com o primeiro anel de sustentação de vedação fixado de modo fixo a, que se estende ao redor de e girável com a haste giratória (230), em que o primeiro anel de sustentação de vedação (222) tem uma primeira saliência que se estende de modo axial em uma face do primeiro anel de sustentação de vedação em ou próxima a uma extremidade interna radial adjacente à haste giratória (230), e uma proteção anular que se estende de modo axial (236) em ou próxima a uma extremidade externa da uma face do primeiro anel de sustentação de vedação (222), com uma borda em ou próxima a uma extremidade axial periférica da primeira proteção de anel de sustentação de vedação (236) que se estende em direção à haste giratória (230), com uma primeira reentrância anular na uma face do primeiro anel de sustentação de vedação (222) que se estende entre a primeira saliência e a primeira proteção de anel de sustentação de vedação (236);

uma primeira placa de face (210) sustentada em uma extremidade, em oposição a uma face no primeiro anel de sustentação de vedação (222), em pelo menos uma porção da primeira saliência, espaçada da haste giratória (230), em que a uma extremidade da primeira placa de face (210) abrange substancialmente a primeira reentrância e tem uma aba que se estende de modo radial em um lado externo que se encaixa sob a borda na primeira proteção de anel de sustentação de vedação (236), com uma primeira aresta ou em uma parede interna na proteção do primeiro anel de sustentação de vedação (222) ou no lado externo da primeira placa de face (210), abaixo e espaçado da borda, que forma uma descentralização entre a proteção (236) no primeiro anel de sustentação de vedação (222) e a primeira placa de face (210), em que a primeira placa de face tem outra extremidade, axialmente

oposta a uma extremidade que forma uma primeira superfície de vedação (216), em que a primeira superfície de vedação se estende axialmente após a borda na primeira proteção de anel de sustentação de vedação (236) e a primeira placa de face (210) se estende ao redor de e girável com a haste giratória (230);

um segundo anel de sustentação de vedação (204) que tem uma face ou no lado, com o segundo anel de sustentação de vedação (204) preso a um interior do alojamento (232) com um grau de liberdade de movimento axial e espaçado de e que se estende pelo menos parcialmente ao redor da haste giratória (230), em que o segundo anel de sustentação de vedação (204) tem uma segunda saliência que se estende de modo axial em uma face do segundo anel de sustentação de vedação em ou próxima a uma extremidade interna radial adjacente à haste giratória (230), e uma proteção anular que se estende de modo axial (234) em ou próxima a uma extremidade externa da uma face do segundo anel de sustentação de vedação (204) com uma borda em ou próxima a uma extremidade axial periférica da segunda proteção de anel de sustentação de vedação (234) que se estende em direção à haste giratória (230), com uma segunda reentrância anular na uma face do segundo anel de sustentação de vedação (204) que se estende entre a segunda saliência e a segunda proteção de anel de sustentação de vedação (234); e

uma segunda placa de face (212) sustentada em uma extremidade, em oposição a uma face no segundo anel de sustentação de vedação (204), em pelo menos uma porção da segunda saliência, espaçada da haste giratória (230), em que a uma extremidade da segunda placa de face (212) abrange substancialmente a segunda reentrância e tem uma aba que se estende de modo radial em um lado externo da segunda placa de face (212) que se encaixa sob a borda na segunda proteção de anel de sustentação de vedação (234) com uma segunda aresta ou em uma parede interna na proteção do segundo anel de sustentação de vedação (204) ou no lado externo da segunda placa de face (212), abaixo e espaçado da borda na segunda proteção de anel de sustentação de vedação (234), que forma uma descentralização entre a proteção (234) no segundo anel de sustentação de vedação

(204) e a segunda placa de face (212), em que a segunda placa de face tem outra extremidade, axialmente oposta a uma extremidade na segunda placa de face (212), que forma uma segunda superfície de vedação (208), em que a segunda superfície de vedação se estende axialmente após a borda na proteção do segundo anel de sustentação de vedação (204), justaposta à primeira superfície de vedação (216) e a segunda placa de face (212) que se estende substancialmente ao redor de e espaçada da haste giratória (230).

2. Bomba (14), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada por** pelo menos uma dentre a primeira superfície de vedação (216) e a segunda superfície de vedação (208) ser configurada para ter uma superfície contornada que é axissimétrica, mas não uniforme em uma direção radial para criar uma distribuição de pressão não linear entre a primeira superfície de vedação (216) e a segunda superfície de vedação (208).

3. Bomba (14), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada por** a segunda placa de face (212) ter a segunda superfície de vedação (208) com a superfície contornada que é axissimétrica, mas não uniforme em uma direção radial para criar uma distribuição de pressão não linear entre a primeira superfície de vedação (216) e a segunda superfície de vedação (208).

4. Bomba (14), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada por** a pelo menos uma dentre a primeira superfície de vedação (216) e a segunda superfície de vedação (208) ser uma superfície afunilada que produz um ângulo convergente entre a primeira superfície de vedação (216) e a segunda superfície de vedação (208) com a maior folga axial no diâmetro externo e a menor folga axial no diâmetro interno.

5. Bomba (14), de acordo com a reivindicação 4, **caracterizada por** a pelo menos uma dentre a primeira superfície de vedação (216) e a segunda superfície de vedação (208) terem uma superfície de textura não uniforme ou graduada.

6. Bomba (14), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada por** a pelo menos uma dentre a primeira superfície de vedação (216) e a segunda superfície de vedação (208) terem uma superfície de textura não uniforme ou graduada.

7. Bomba (14), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada por** incluir um primeiro anel em O (220) ao redor de uma superfície externa da primeira saliência em uma interface da primeira saliência com a uma extremidade da primeira placa de face (210).

8. Bomba (14), de acordo com a reivindicação 7, **caracterizada por**, enquanto a aba que se estende de modo radial na primeira placa de face (210) se encaixa sob a borda na primeira proteção de anel de sustentação de vedação (236), durante a operação da bomba (14), o primeiro anel de sustentação de vedação (222) e a primeira placa de face (210) serem configurados para que substancialmente nenhuma força mecânica seja aplicada à primeira placa de face (210) para prender a primeira placa de face contra o primeiro anel de sustentação de vedação (222) e, durante a operação de bomba, a aba que se estende de modo radial não entra em contato com a borda na primeira proteção de anel de sustentação de vedação (236).

9. Bomba (14), de acordo com a reivindicação 7, **caracterizada por** incluir um segundo anel em O (224) ao redor de uma superfície externa da segunda saliência em uma interface da segunda saliência com a uma extremidade da segunda placa de face (212).

10. Bomba (14), de acordo com a reivindicação 9, **caracterizada por** o primeiro anel de sustentação de vedação (222) compreender um primeiro sulco que envolve a haste giratória (230) e um terceiro anel em O (202) envolve a haste giratória (230) dentro do primeiro sulco e forma uma vedação entre o primeiro anel de sustentação de vedação (222) e a haste giratória (230); e em que o segundo anel de sustentação de vedação (204) compreende um segundo sulco que envolve uma porção do alojamento (232) adjacente à haste giratória (230) e um quarto anel em O (202) envolve a porção do alojamento (232), dentro do segundo sulco, entre o segundo anel de sustentação de vedação (204) e a porção do alojamento (232) e forma uma vedação entre o segundo anel de sustentação de vedação (204) e a porção do alojamento (232).

11. Vedação de face mecânica hidrostática **caracterizada por**

compreender:

um primeiro anel de sustentação de vedação (222) que tem uma face ou no lado com o primeiro anel de sustentação de vedação configurado para ser fixado de modo fixo a, se estender ao redor de e girar com uma haste giratória (230) que, independente de algum vazamento controlado, a vedação mecânica hidrostática se destina a substancialmente se isolar de um fluido de processo em uma superfície externa do primeiro anel de sustentação de vedação, em que o primeiro anel de sustentação de vedação (222) tem uma primeira saliência que se estende de modo axial em uma face do primeiro anel de sustentação de vedação em ou próxima a uma extremidade interna radial adjacente à haste giratória (230), e uma proteção anular que se estende de modo axial (236) em ou próxima a uma extremidade externa da uma face do primeiro anel de sustentação de vedação (222), com uma borda em ou próxima a uma extremidade axial periférica da primeira proteção de anel de sustentação de vedação (236) que se estende em direção à haste giratória (230), em que uma primeira reentrância anular na uma face do primeiro anel de sustentação de vedação (222) se estende entre a primeira saliência e a primeira proteção de anel de sustentação de vedação (236);

uma primeira placa de face (210) sustentada em uma extremidade, em oposição a uma face no primeiro anel de sustentação de vedação (222), em pelo menos uma porção da primeira saliência, espaçada da haste giratória (230), em que a uma extremidade da primeira placa de face (210) abrange substancialmente a primeira reentrância e tem uma aba que se estende de modo radial em um lado externo que se encaixa sob a borda na primeira proteção de anel de sustentação de vedação (236), com uma primeira aresta ou em uma parede interna na proteção do primeiro anel de sustentação de vedação (222) ou no lado externo da primeira placa de face (210), abaixo e espaçada da borda, que forma uma descentralização entre a proteção (236) no primeiro anel de sustentação de vedação (222) e na primeira placa de face (210), em que a primeira placa de face tem outra extremidade, axialmente oposta a uma extremidade que forma uma primeira superfície de vedação (216), em

que a primeira superfície de vedação se estende axialmente após a borda na primeira proteção de anel de sustentação de vedação (236) e na primeira placa de face (210) configurada para se estender ao redor de e girar com a haste giratória um segundo anel de sustentação de vedação (204) que tem uma face ou no lado, com o segundo anel de sustentação de vedação (204) configurado para ser preso a um interior de um alojamento (232) que envolve um comprimento da haste giratória, com um grau de liberdade de movimento axial e espaçado de e que se estende pelo menos parcialmente ao redor da haste giratória (230), em que o segundo anel de sustentação de vedação (204) tem uma segunda saliência que se estende de modo axial em uma face do segundo anel de sustentação de vedação (204) em ou próxima a uma extremidade interna radial adjacente à haste giratória (230), e uma proteção anular que se estende de modo axial (234) em ou próxima a uma extremidade externa da uma face do segundo anel de sustentação de vedação (204) com uma borda em ou próxima a uma extremidade axial periférica da segunda proteção de anel de sustentação de vedação (234) que se estende em direção à haste giratória (230), com uma segunda reentrância anular na uma face do segundo anel de sustentação de vedação (204) que se estende entre a segunda saliência e a segunda proteção de anel de sustentação de vedação (234); e uma segunda placa de face (212) sustentada em uma extremidade, em oposição a uma face no segundo anel de sustentação de vedação (204), em pelo menos uma porção da segunda saliência, espaçada da haste giratória (230), em que a uma extremidade da segunda placa de face (212) abrange substancialmente a segunda reentrância e tem uma aba que se estende de modo radial em um lado externo da segunda placa de face (212) que se encaixa sob a borda na segunda proteção de anel de sustentação de vedação (234) com uma segunda aresta ou em uma parede interna na proteção do segundo anel de sustentação de vedação ou do lado externo da segunda placa de face, abaixo e espaçada da borda na segunda proteção de anel de sustentação de vedação (234), que forma uma descentralização entre a proteção (234) no segundo anel de sustentação de vedação (204) e na segunda placa de face (212), em que a segunda placa de face (212) tem

outra extremidade, axialmente oposta a uma extremidade na segunda placa de face (212), que forma uma segunda superfície de vedação (208), em que a segunda superfície de vedação se estende axialmente após a borda na proteção do segundo anel de sustentação de vedação (204), justaposto à primeira superfície de vedação (216), e a segunda placa de face (212) configurada para se estender substancialmente ao redor de e ser espaçada da haste giratória (230).

12. Vedação de face mecânica hidrostática, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizada por** pelo menos uma dentre a primeira superfície de vedação (216) e a segunda superfície de vedação (208) ser configurada para ter uma superfície contornada que é axissimétrica, mas não uniforme em uma direção radial para criar uma distribuição de pressão não linear entre a primeira superfície de vedação (216) e a segunda superfície de vedação (208).

13. Vedação de face mecânica hidrostática, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizada por** a segunda placa de face (212) ter a segunda superfície de vedação (208) com a superfície contornada que é axissimétrica, mas não uniforme em uma direção radial para criar uma distribuição de pressão não linear entre a primeira superfície de vedação (216) e a segunda superfície de vedação (208).

14. Vedação de face mecânica hidrostática, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizada por** a pelo menos uma dentre a primeira superfície de vedação (216) e a segunda superfície de vedação (208) ser uma superfície afunilada que produz um ângulo convergente entre a primeira superfície de vedação (216) e a segunda superfície de vedação (208) com a maior folga axial no diâmetro externo e a menor folga axial no diâmetro interno.

15. Vedação de face mecânica hidrostática, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizada por** a pelo menos uma dentre a primeira superfície de vedação (216) e a segunda superfície de vedação (208) ter uma superfície de textura não uniforme ou gradual.

16. Vedação de face mecânica hidrostática, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizada por** a pelo menos uma dentre a primeira superfície de vedação

(216) e a segunda superfície de vedação (208) ter uma superfície de textura não uniforme ou gradual.

17. Vedação de face mecânica hidrostática, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizada por** incluir um primeiro anel em O (220) ao redor de uma superfície externa da primeira saliência em uma interface da primeira saliência com a uma extremidade da primeira placa de face (210).

18. Vedação de face mecânica hidrostática, de acordo com a reivindicação 17, **caracterizada por**, enquanto a aba que se estende de modo radial na primeira placa de face (210) se encaixa sob a borda na primeira proteção de anel de sustentação de vedação (236), durante a operação da bomba, o primeiro anel de sustentação de vedação (222) e a primeira placa de face (210) serem configurados para que substancialmente nenhuma força mecânica seja aplicada à primeira placa de face (210) para prender a primeira placa de face contra o primeiro anel de sustentação de vedação (222) e, durante a operação de bomba, a aba que se estende de modo radial não entra em contato com a borda na primeira proteção de anel de sustentação de vedação (236).

19. Vedação de face mecânica hidrostática, de acordo com a reivindicação 17, **caracterizada por** incluir um segundo anel em O (224) ao redor de uma superfície externa da segunda saliência em uma interface da segunda saliência com a uma extremidade da segunda placa de face (212).

20. Vedação de face mecânica hidrostática, de acordo com a reivindicação 19, **caracterizada por** o primeiro anel de sustentação de vedação (222) compreender um primeiro sulco configurado para envolver a haste giratória (230) e um terceiro anel em O (202) é configurado para envolver a haste giratória (230) dentro do primeiro sulco e formar uma vedação entre o primeiro anel de sustentação de vedação (222) e a haste giratória (230); e o segundo anel de sustentação de vedação (204) compreende um segundo sulco que é configurado para envolver uma porção do alojamento (232) adjacente à haste giratória (230) e um quarto anel em O (202) é configurado para envolver a porção do alojamento (232) dentro do segundo sulco,

entre o segundo anel de sustentação de vedação (204) e a porção do alojamento (232) e formar uma vedação entre o segundo anel de sustentação de vedação (204) e a porção do alojamento (232).

21. Vedação de face mecânica hidrostática de vazamento controlado **caracterizado por** compreender:

um primeiro anel de sustentação de vedação (222) configurado para ser preso a uma haste giratória (230) de uma bomba para girar com a haste giratória (230), em que a haste tem um comprimento axial;

uma primeira placa de face (210) sustentada em um lado do primeiro anel de sustentação de vedação (222) e que tem uma primeira superfície de vedação (216) em um lado oposto da primeira placa de face (210);

um segundo anel de sustentação de vedação (204) configurado para ser preso a um lado interno de um alojamento (232) que envolve a haste giratória (230), com um grau de movimento axial;

uma segunda placa de face (212) sustentada em um lado do segundo anel de sustentação de vedação (204) e que tem uma segunda superfície de vedação (208) em um lado oposto da segunda placa de face (212), em que a segunda superfície de vedação (208) é posicionada justaposta à primeira superfície de vedação (216); e

em que uma primeira interface entre o primeiro anel de sustentação de vedação (222) e a primeira placa de face (210) e uma segunda interface entre o segundo anel de sustentação de vedação (204) e a segunda placa de face (212) são configuradas de modo que, durante a operação da bomba, as forças hidrostáticas na primeira superfície de vedação (216) e na segunda superfície de vedação (208) sejam suficientes para prender a primeira placa de face (210) contra o primeiro anel de sustentação de vedação (222) e a segunda placa de face (212) contra o segundo anel de sustentação de vedação (204) com uma trajetória de vazamento controlado entre as mesmas, sem qualquer força mecânica aplicada à primeira placa de face (210) ou à segunda placa de face (212).

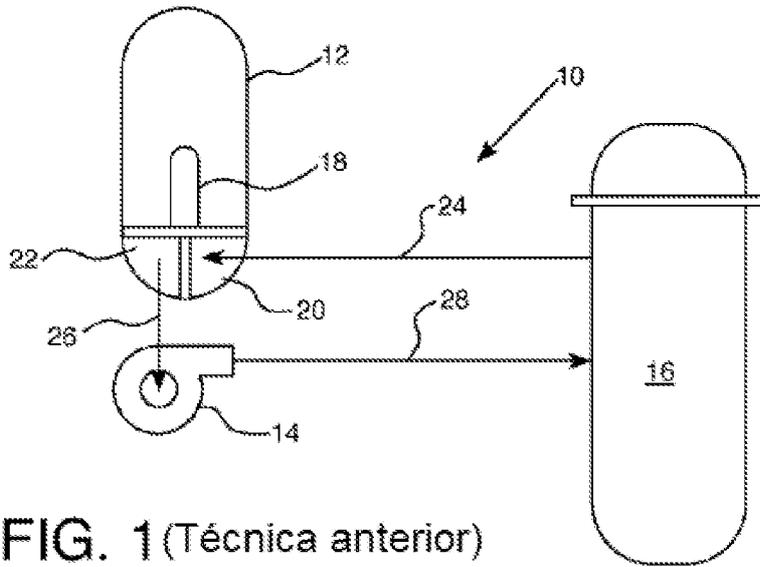


FIG. 1 (Técnica anterior)

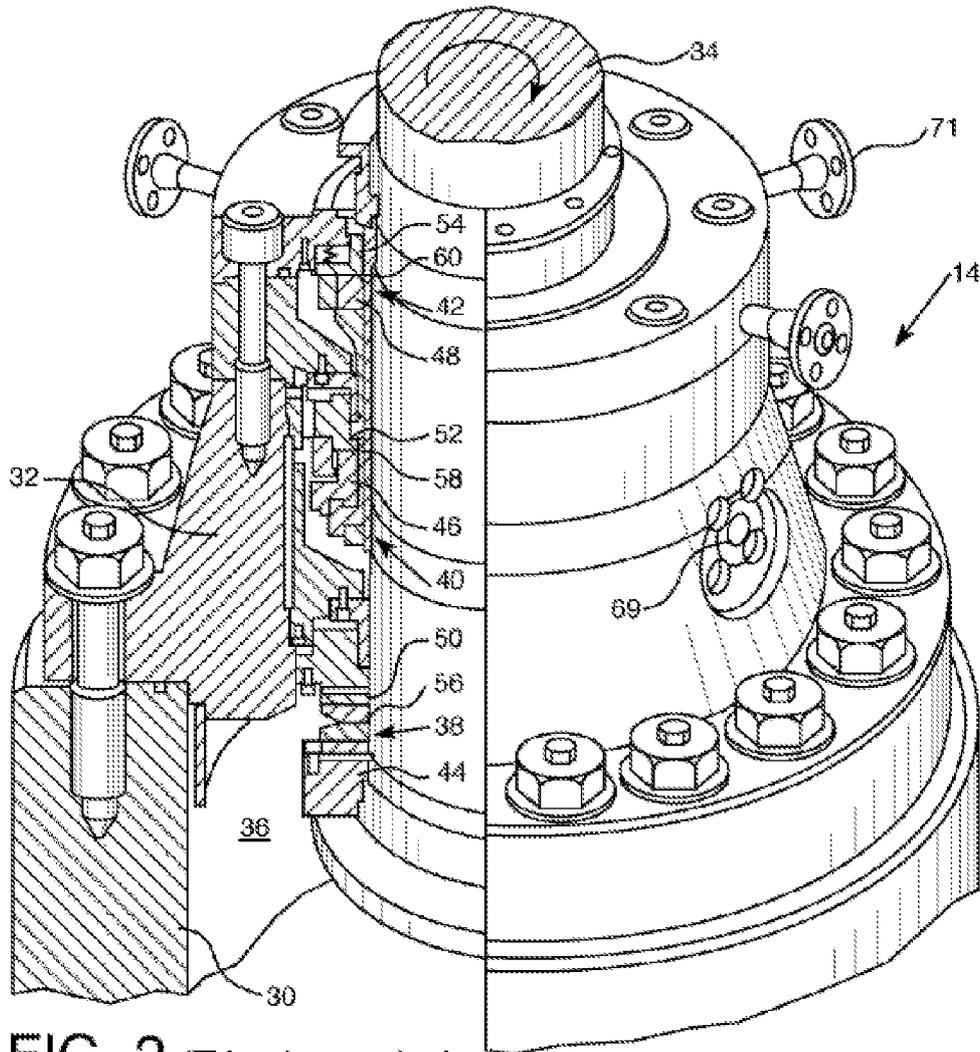
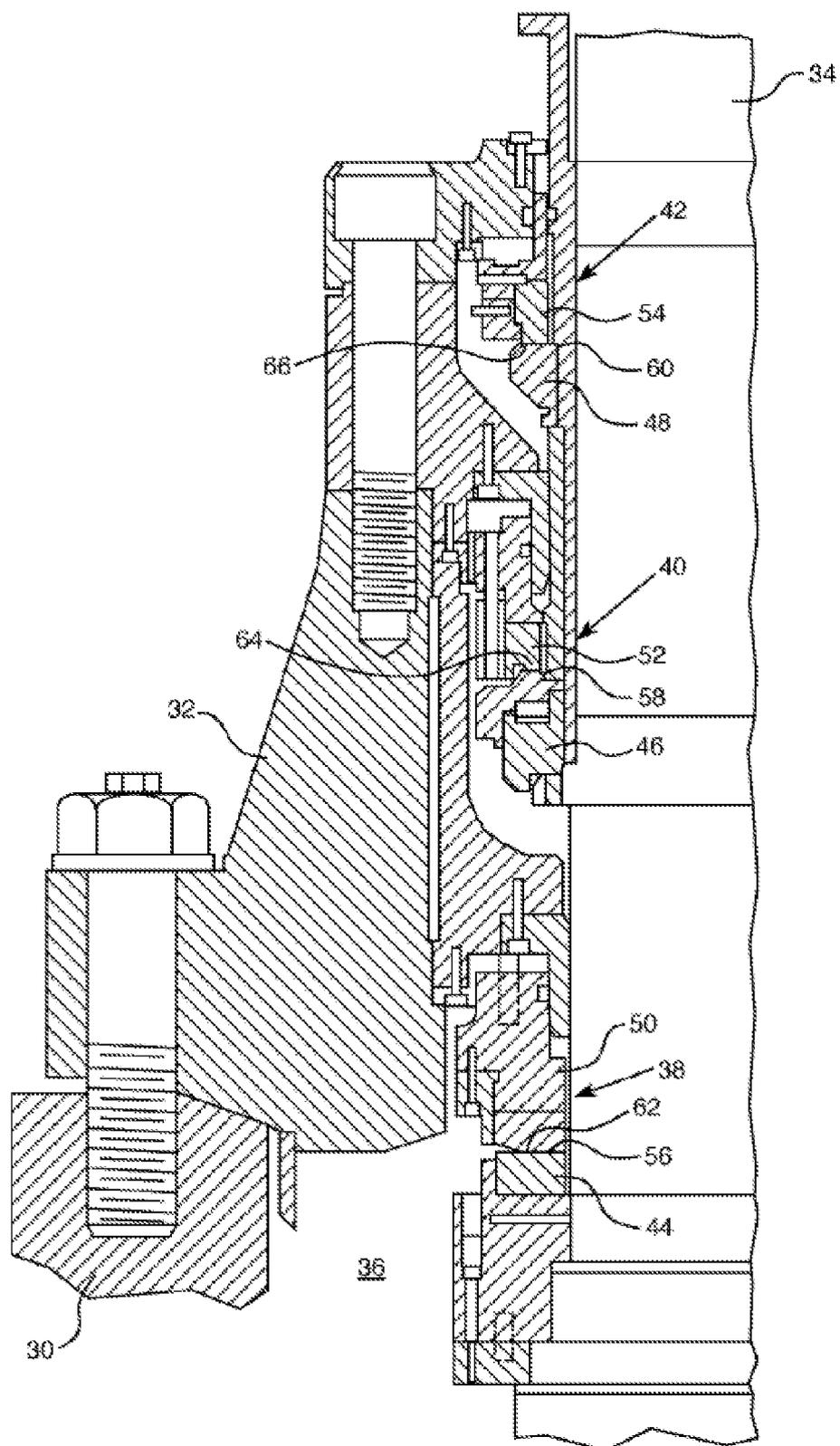


FIG. 2 (Técnica anterior)



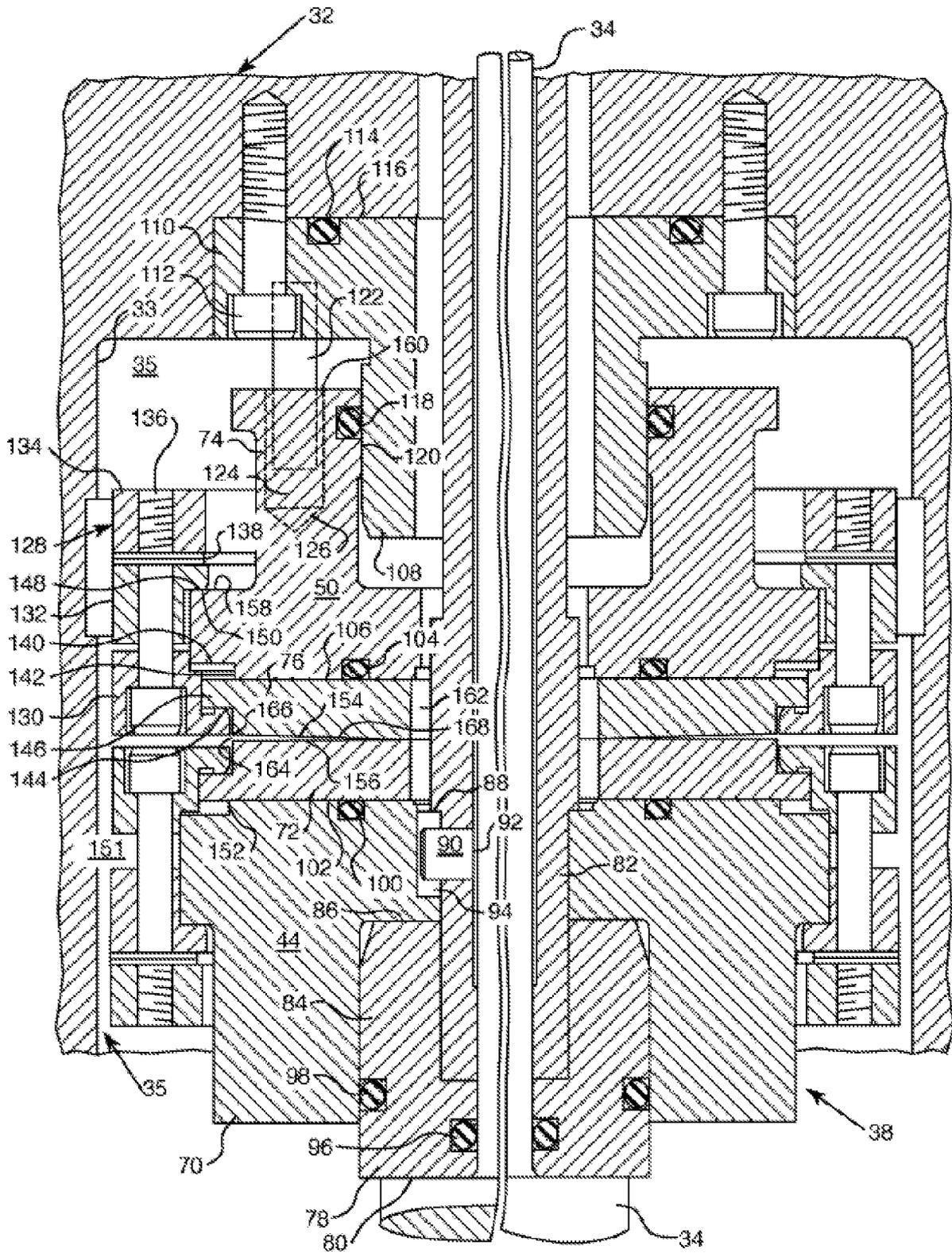


FIG. 4 (Técnica anterior)

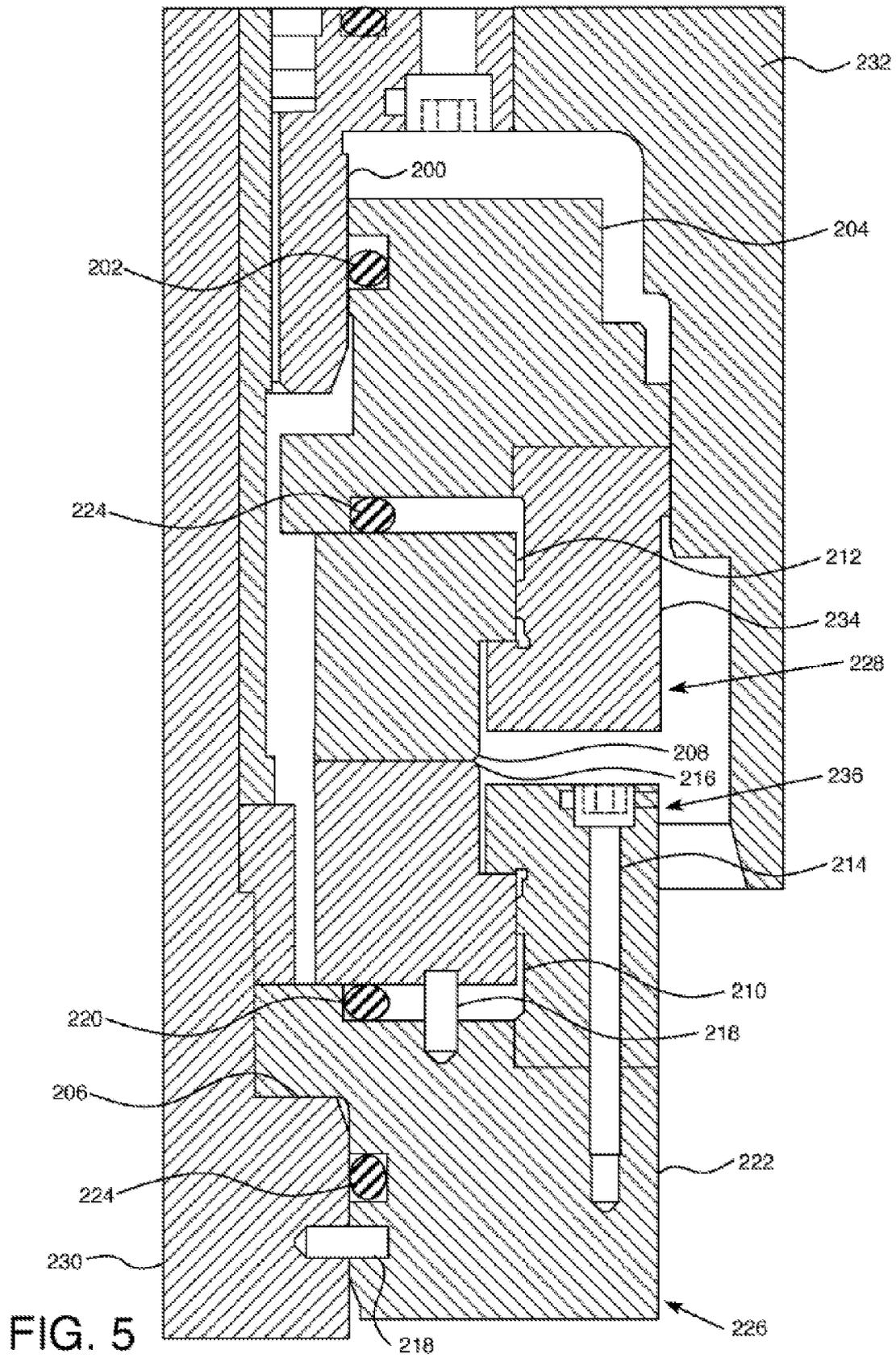


FIG. 5

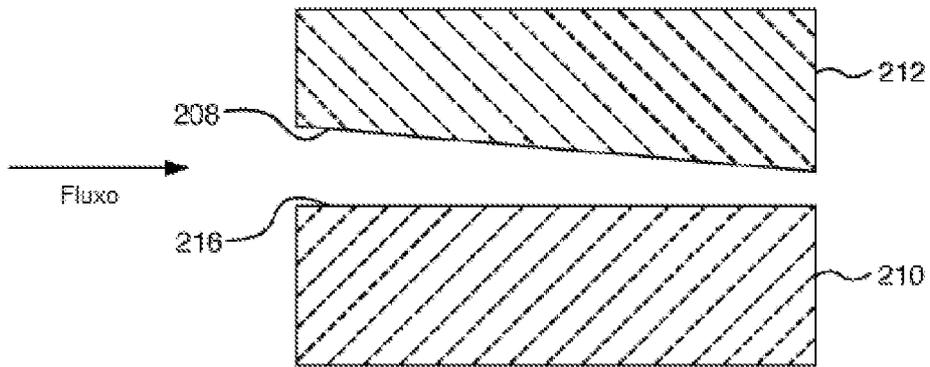


FIG. 6

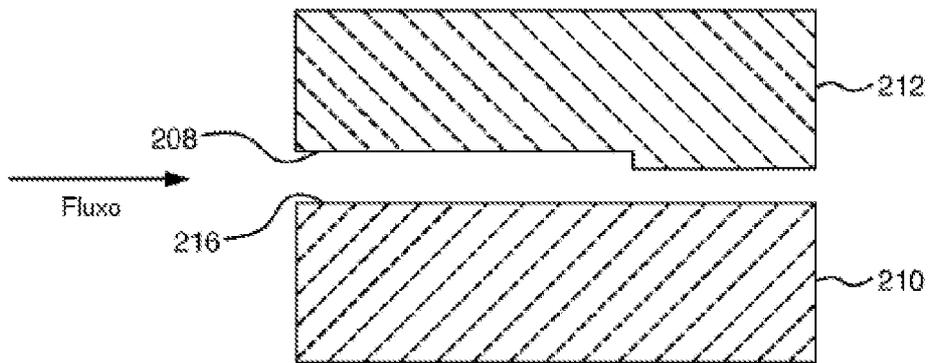


FIG. 7

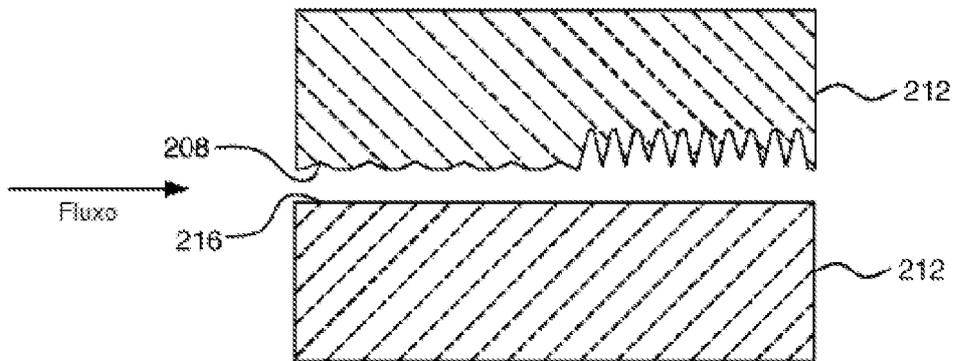


FIG. 8

Resumo da Patente de Invenção para **“BOMBA E VEDAÇÃO DE FACE MECÂNICA HIDROSTÁTICA DE VAZAMENTO CONTROLADO”**

Trata-se de uma vedação mecânica, hidrostática, de vazamento controlado que elimina fontes de atrito por contato; que localiza vantajosamente forças de atrito por contato para estarem em alinhamento com o centroide de face de vedação; otimiza o projeto de face de vedação para alcançar dureza de filme hidrostático máxima e sensibilidade mínima para afunilamento radial; eliminar anéis em O desnecessários e outras fontes de variação de força significativa; utiliza uma abordagem de projeto para fabricação para projetar hardware que pode ser consistentemente fabricados para tolerâncias precisas; otimiza a vedação de canal delta dupla para alcançar compressão adequada, força de arraste por atrito mínima, e máxima resistência ao desgaste; elimina fontes de ondulação circunferencial como pré-carga de cavilha e outros recursos não axissimétricos; e, isola termicamente componentes de materiais diferentes para mitigar a deformação devido à expansão térmica diferencial.