



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

(21) **PI0711580-6 A2**

(22) Data de Depósito: 26/03/2007
(43) Data da Publicação: 16/11/2011
(RPI 2132)



(51) *Int.Cl.:*
F16J 9/00
F16J 15/38
F16J 15/36

(54) **Título:** CONJUNTO DE VEDAÇÃO MECÂNICA DIVIDIDO, SUPORTE PARA UM ELEMENTO DE VEDAÇÃO ROTATIVO EM UM CONJUNTO DE VEDAÇÃO MECÂNICA DIVIDIDO, E, MÉTODO PARA MONTAR UM CONJUNTO DE VEDAÇÃO MECÂNICA DIVIDIDO PARA VEDAR EQUIPAMENTO ESTACIONÁRIO E UM EIXO MECÂNICO

(30) **Prioridade Unionista:** 17/05/2006 US 11/436719

(73) **Titular(es):** A. W. Chesterton Company

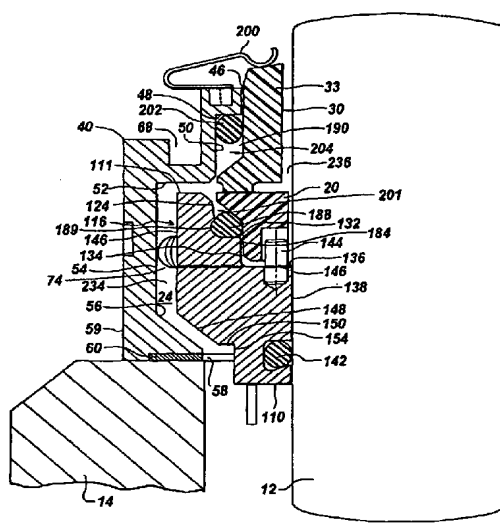
(72) **Inventor(es):** Ann T. Attenasio, Christopher A. Kowalski, Henri V. Azibert

(74) **Procurador(es):** Momsen, Leonardos & CIA.

(86) **Pedido Internacional:** PCT US2007007474 de 26/03/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/136453 de 29/11/2007

(57) **Resumo:** CONJUNTO DE VEDAÇÃO MECÂNICA DIVIDIDO, SUPORTE PARA UM ELEMENTO DE VEDAÇÃO ROTATIVO EM UM CONJUNTO DE VEDAÇÃO MECÂNICA DIVIDIDO, E, METODO PARA MONTAR UM CONJUNTO DE VEDAÇÃO MECÂNICA DIVIDIDO PARA VEDAR EQUIPAMENTO ESTACIONARIO E UM EIXO MECÂNICO. É descrito um conjunto de vedação mecânica compósito dividido para prover uma vedação entre um eixo rotativo e uma superfície estática. O conjunto de vedação mecânica compósito dividido inclui primeiro e segundo elementos de vedação anulares axialmente adjacentes. O primeiro e segundo elementos de vedação incluem cada qual uma borda de vedação que faz contato com o eixo mecânico para prover uma respectiva vedação entre o primeiro e segundo elementos de vedação e o eixo mecânico. Um alojamento estático recebe o primeiro e segundo elementos de vedação e encaixa a superfície estática para prover uma vedação estacionária estática, provendo concomitantemente uma região de flexão que encaixa os elementos de vedação para formar uma vedação dinâmica entre eles. Um conjunto de suporte recebe um elemento de vedação e pode incluir um condutor angulado duplo para facilitar a instalação do elemento de vedação. O conjunto de suporte pode incluir um entalhe de detenção para receber e reter um anel-O disposto em torno do elemento de vedação. O alojamento estático pode compreender dois segmentos casados com superfícies sobrepostas.



“CONJUNTO DE VEDAÇÃO MECÂNICA DIVIDIDO, SUPORTE PARA UM ELEMENTO DE VEDAÇÃO ROTATIVO EM UM CONJUNTO DE VEDAÇÃO MECÂNICA DIVIDIDO, E, MÉTODO PARA MONTAR UM CONJUNTO DE VEDAÇÃO MECÂNICA DIVIDIDO PARA VEDAR EQUIPAMENTO ESTACIONÁRIO E UM EIXO MECÂNICO”

PEDIDOS RELACIONADOS

Este pedido reivindica prioridade para o pedido de patente U.S. número de série 11/436.719, depositado em 17 de maio de 2006, cujos conteúdos estão por meio deste incorporados pela referência.

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção diz respeito a um conjunto de vedação para vedar um eixo mecânico ou uma haste em relação a um componente do alojamento estacionário. Esta invenção diz respeito no geral a vedações mecânicas. Mais particularmente, a presente invenção diz respeito a vedações mecânicas divididas universais que formem fortes capacidades de vedação em diferentes condições operacionais.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

Conjuntos de vedação mecânica convencionais são empregados em uma ampla variedade de ambientes e cenários, tais como, por exemplo, em aparelhos mecânicos, para prover uma vedação hermética a fluido. Os conjuntos de vedação são normalmente posicionados em torno de um eixo mecânico ou haste rotativa que é montado em um alojamento mecânico estacionário, e que se salienta deste.

Vedações mecânicas divididas são empregadas em uma ampla variedade de aparelhos mecânicos para prover uma vedação a prova de pressão e hermética a fluido. A vedação mecânica é normalmente posicionada em torno de um eixo mecânico rotativo que é montado em um alojamento estacionário, e que se salienta deste. A vedação é normalmente aparafusada no alojamento na saída do eixo mecânico, impedindo assim a perda de fluido

de processo pressurizado do alojamento. Vedações mecânicas divididas convencionais incluem vedações mecânicas tipo face, que incluem um par de anéis de vedação que são dispostos concentricamente em torno do eixo mecânico, e axialmente espaçados um do outro. Os anéis de vedação têm cada qual faces de vedação que são solicitadas para contato de vedação uma com a outra. Normalmente, um anel de vedação permanece estacionário, ao passo que o outro anel faz contato com o eixo e gira com ele. A vedação mecânica impede vazamento do fluido de processo pressurizado para o ambiente externo, solicitando as faces de vedação do anel de vedação para contato de vedação uma com a outra. O anel de vedação rotativo normalmente é montado em um conjunto de suporte que fica disposto em uma câmara formada por um conjunto da junta. O conjunto de suporte pode ter um par de meios suportes presos um no outro por um parafuso. Similarmente, o conjunto da junta pode ter um par de meias juntas, também presas uma na outro por um parafuso. Os anéis de vedação são freqüentemente divididos em segmentos, cada segmento tendo um par de faces de vedação, fazendo assim com que cada anel seja um anel dividido que pode ser montado em torno do eixo mecânico sem a necessidade de livrar uma extremidade das extremidades do eixo mecânico.

Vedações mecânicas divididas da tecnologia anterior têm componentes rotativos e estacionários montados em torno do eixo mecânico e em seguida aparafusados no equipamento a ser vedado. Uma face de vedação rotativa é inserida em um grampo de metal rotativo depois que os segmentos são montados em torno do eixo mecânico. Em seguida, os segmentos de face estacionária e segmentos de junta são montados e o conjunto da junta dividido é então aparafusado no alojamento da bomba.

Projetos de vedação mecânica dividida anteriores apresentam diversos problemas. Um primeiro problema com projetos de vedação mecânica dividida da tecnologia anterior preferivelmente à inserção do anel

de vedação rotativo no conjunto de suporte que é preso em torno do eixo. Um
anel-O veda a face de vedação rotativa no suporte afixado em uma direção
axial. A face de vedação rotativa tem que ser empurrada para um espaço
apertado dentro do suporte afixado, e geralmente pode-se encontrar uma certa
5 dificuldade. O anel-O elastomérico que veda a face de vedação rotativa no
suporte precisa ser comprimido para vedação, e uma certa quantidade de força
é necessária para inserir a face de vedação no suporte afixado. Além do mais,
uma vez que o anel-O tende agarrar no anel de vedação e inibir deslizamento,
a face de vedação rotativa dos projetos de conjuntos de vedação mecânica da
10 tecnologia anterior tem uma tendência de "pular fora" depois de ser inserida.
Adicionalmente, o movimento do anel-O quando instalado pode fazer com
que o anel-O seja disposto em uma posição angulada, em vez de uma posição
vertical mais preferida relativa ao anel de vedação rotativo. Da posição
angulada, o instalador precisaria mover o anel-O de volta para a posição
15 original, que é difícil. Este processo pode exigir diversas tentativas durante a
instalação para ter a face de vedação rotativa devidamente assentada dentro
do suporte afixado.

Uma outra consideração importante é manter o
perpendicularismo da face de vedação rotativa com o eixo mecânico para uma
20 operação suave. É bastante possível ter um lado da face de vedação rotativa
ainda mais dentro do suporte afixado do que o outro lado. O resultado é uma
condição fora de esquadria da face de vedação rotativa com relação ao eixo
geométrico do eixo mecânico. Isto, por sua vez, cria um movimento para
frente e para trás do anel de vedação estacionário, à medida que ele inclina
25 lado a lado a fim de seguir o anel de vedação rotativo com cada revolução do
eixo. Se for muito significativo, isto pode resultar em uma menor vida da
vedação.

Um outro problema apresentado com projetos de vedação
mecânica dividida da tecnologia anterior ocorre quando é aplicado torque

excessivo nos parafusos de junta durante o aperto da junta de vedação na bomba ou em outro alojamento de equipamento. Este problema é mais severo quando são usados somente dois parafusos de junta. Uma vez que configurações de dois e quatro parafusos são os desenhos de parafusos mais comuns, fendas de parafuso tipicamente não são providas em um local simétrico uniforme com relação às divisões da junta. Certamente, quando são usados dois parafusos, a localização do parafuso mais lógica seria deixá-los localizados 90 graus da divisão. Se isso fosse feito, entretanto, quando são usados quatro parafusos, os outros dois parafusos ficariam localizados bem na divisão, o que é indesejável. Para evitar esta ocorrência de desenho, as fendas ficam localizadas em qualquer lugar de cerca de 15 a cerca de 45 graus da linha de divisão.

Portanto, quando são usados somente dois parafusos para o conjunto da junta, o carregamento nas meias juntas não é simétrico, ou mesmo com relação ao plano de divisão. A gaxeta da face que é comprimida entre a junta e o alojamento é tipicamente de um material elastomérico que é resiliente o bastante para prover uma vedação. Dada a natureza irregular da carga de fixação, a força de aparafusamento tem que ser transmitida em cada lado da divisão pelo mecanismo de união das meias juntas. Esses são tipicamente um pino de alinhamento e um parafuso de fixação tangente ao diâmetro externo do eixo (comparado com a direção axial dos parafusos de junta). Os pinos de alinhamento são bem pequenos em relação às forças aplicadas, e portanto não podem garantir que as meias juntas não deslizem uma contra a outra, distorcendo assim o pino de alinhamento e as meias juntas. O resultado é o seguinte: primeiro, existe uma redução na capacidade de vedação das gaxetas entre as meias juntas, e, segundo, existe uma torção fora de esquadria do conjunto da junta que cria problemas de vedação com o anel de vedação estacionário.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente invenção fornece um conjunto de vedação mecânica melhorado para vedar um componente, tais como uma bomba ou qualquer equipamento rotativo. O conjunto de vedação mecânica pode incluir um anel de vedação rotativo conectado nos componentes móveis do equipamento a ser vedado, um anel de vedação estacionário que cria uma vedação contra o anel de vedação rotativo e é conectado em componentes estacionários do equipamento que está sendo vedado, e componentes de montagem associados. O conjunto de vedação mecânica melhorado pode incluir um suporte do anel de vedação rotativo afixado em torno do eixo mecânico para manter o anel de vedação rotativo em uma posição e configuração selecionadas. O suporte do anel de vedação rotativo é configurado para facilitar a instalação do anel de vedação rotativo no suporte do anel de vedação rotativo e manter o perpendicularismo da face de vedação rotativa com o eixo que está sendo vedado. O anel de vedação rotativo pode incluir um detentor para capturar e alinhar o elemento de vedação, tal como um anel-O, para vedar uma superfície radialmente externa do anel de vedação rotativo. Um condutor angulado duplo facilita a inserção do anel de vedação rotativo e do anel-O no suporte do anel de vedação rotativo.

O conjunto de vedação mecânica melhorado pode incluir um conjunto da junta que tem metades casadas com interação para facilitar o encaixe das meias juntas e reduzem ou impedem deslizamento das meias juntas uma em relação à outra quando são aplicadas forças pelos parafusos, pelo alojamento do equipamento, pelo suporte da gaxeta e/ou outras fontes no conjunto da junta.

De acordo com um primeiro aspecto da invenção, é provido um conjunto de vedação mecânica dividido para prover uma vedação em torno de um eixo mecânico, o eixo mecânico estendendo-se ao longo de um eixo geométrico longitudinal a partir do equipamento estacionário. O conjunto de vedação mecânica compreende uma junta compreendendo pelo menos dois

segmentos de junta casados conectados no equipamento estacionário, um suporte para um elemento de vedação rotativo disposto radialmente para dentro da junta, o suporte tendo um entalhe de detenção que é curvo em duas dimensões e formado em uma superfície radialmente interna do suporte, um
5 elemento de vedação rotativo dividido montado em um espaço axialmente para frente no suporte, e um anel-O disposto concentricamente em torno do elemento de vedação rotativo para vedar o elemento de vedação rotativo e o suporte, uma parte radialmente externa do anel-O sendo recebida no entalhe de detenção.

10 De acordo com um outro aspecto da invenção, o suporte para um elemento de vedação rotativo em um conjunto de vedação mecânica dividido compreende um corpo anular compreendendo pelo menos dois segmentos do suporte arqueados casados e superfície radialmente interna escalonada no corpo anular, a superfície radialmente interna incluindo um
15 entalhe de detenção formado em uma parede que estende-se axialmente da superfície interna para assentar uma parte radialmente externa de um anel-O.

De acordo ainda com um outro aspecto da invenção, um suporte para um elemento de vedação rotativo em um conjunto de vedação mecânica dividido compreende um corpo anular compreendendo pelo menos
20 dois segmentos do suporte arqueados casados que casam para formar o corpo anular e uma superfície inferior escalonada no corpo anular, a superfície inferior escalonada incluindo uma primeira face inclinada que estende-se radialmente e axialmente para dentro de uma extremidade axialmente para frente do suporte, a primeira face inclinada estendendo-se em um primeiro
25 ângulo em relação ao eixo geométrico longitudinal do conjunto de vedação mecânica, e uma segunda face inclinada estendendo-se radialmente e axialmente para dentro da primeira face inclinada, a segunda face inclinada estendendo-se em um segundo ângulo em relação ao eixo geométrico longitudinal do conjunto de vedação mecânica.

De acordo também com um outro aspecto da invenção, é provido um método de montagem de um conjunto de vedação mecânica dividido para vedar equipamento estacionário e um eixo. O método compreende as etapas de prover um anel de vedação rotativo dividido com um
5 anel-O disposto em torno e em contato com a superfície radialmente externa do anel de vedação rotativo, o anel de vedação rotativo compreendendo pelo menos dois segmentos arqueados casados que casam para formar o anel de vedação rotativo, e inserir o anel de vedação rotativo e o anel-O em um suporte do anel de vedação rotativo ao longo de um eixo geométrico
10 longitudinal até que um entalhe de detenção em uma superfície radialmente interna do suporte do anel de vedação rotativo capture o anel-O.

De acordo com um último aspecto da invenção, é provido um método de montagem de um conjunto de vedação mecânica dividido para vedar equipamento estacionário e um eixo, que compreende as etapas de fixar
15 um suporte do anel de vedação rotativo no eixo, o suporte do anel de vedação rotativo compreendendo dois segmentos arqueados casados dispostos em torno do eixo mecânico e inserindo um anel de vedação rotativo com um anel-O disposto em torno de uma superfície radialmente externa do anel de vedação rotativo no suporte do anel de vedação rotativo enquanto o suporte
20 do anel de vedação rotativo é apertado em torno do eixo mecânico.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

Esses e outros recursos e vantagens da presente invenção serão mais completamente entendidos pela referência à descrição detalhada seguinte em conjunto com os desenhos anexos em que números de referência iguais
25 referem-se a elementos iguais em todas as diferentes vistas. Os desenhos ilustram o essencial da invenção e, embora fora de escala, mostram dimensões relativas.

A figura 1 é uma vista em perspectiva de uma vedação mecânica dividida separada em dois segmentos de acordo com uma

modalidade preferida da invenção;

A figura 2 é uma vista seccional transversal da vedação mecânica da figura 1 de acordo com uma modalidade da invenção;

5 A figura 3 é uma vista em seção transversal fragmentada da vedação mecânica da figura 1;

A figura 4 é uma vista desmontada explodida de uma metade da vedação mecânica da figura 1 feita o longo da linha 3-3;

A figura 5 é uma vista em perspectiva de uma metade da vedação mecânica da figura 1;

10 A figura 6 é uma vista em perspectiva de uma parte axialmente externa do suporte do anel de vedação rotativo da vedação mecânica da figura 1 de acordo com uma modalidade ilustrativa da invenção;

A figura 7 é uma vista seccional transversal do suporte do anel de vedação rotativo da figura 6;

15 A figura 8 é uma vista seccional transversal de uma parte do suporte do anel de vedação rotativo da figura 6;

A figura 9 é uma vista detalhada seccional transversal do suporte do anel de vedação rotativo da figura 6, diagramando ângulos e comprimentos particulares de acordo com uma modalidade da invenção;

20 A figura 10 é uma vista lateral de um conjunto da junta adequado para uso no conjunto de vedação mecânica de acordo com uma modalidade ilustrativa da invenção;

A figura 11 é uma outra vista lateral do conjunto da junta da figura 10;

25 A figura 12 é uma vista em perspectiva do conjunto da junta da figura 10;

A figura 13 é uma vista em perspectiva de um segmento do conjunto da junta mostrando as superfícies de interface sobrepostas de ambas extremidades do segmento de junta;

A figura 14 é uma vista em aproximação detalhada de uma região de interface do conjunto da junta de acordo com uma modalidade ilustrativa da invenção;

5 A figura 15 é uma vista em aproximação detalhada dos segmentos de junta nas superfícies com interação sobrepostas;

A figura 16A é uma vista lateral de uma junta ou parafuso do suporte de acordo com uma modalidade da invenção;

10 A figura 16B é uma vista em perspectiva quebrada do alojamento do parafuso da figura 1 de acordo com uma modalidade da invenção;

A figura 17 é uma vista seccional de um elemento elastomérico; e

A figura 18 é uma vista plana de um conjunto de suporte de acordo com uma modalidade preferida da invenção.

15 DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES PREFERIDAS

A presente invenção fornece um conjunto de vedação mecânica para prover vedação em um eixo rotativo ou outro dispositivo adequado. A invenção será descrita a seguir relativa a modalidades ilustradas. Versados na técnica percebem que a presente invenção pode ser
20 implementada em inúmeras diferentes aplicações e modalidades e não está especificamente limitada em sua aplicação à modalidade particular aqui representada.

Os termos "conjunto de vedação" e "conjunto vedante" na forma aqui usada devem incluir vários tipos de conjuntos de vedação,
25 incluindo vedações simples, vedações divididas, vedações concêntricas, vedações espirais e outros tipos e configurações de conjuntos de vedação e vedantes conhecidos.

O termo "eixo mecânico" deve referir-se a qualquer dispositivo adequado em um sistema mecânico no qual uma vedação pode ser montada, e

inclui eixos mecânicos, hastes e outros dispositivos conhecidos.

Os termos "axial" e "axialmente" aqui usados referem-se a uma direção no geral paralela ao eixo geométrico de um eixo mecânico. Os termos "radial" e "radialmente" aqui usados referem-se a uma direção no geral perpendicular ao eixo geométrico do eixo mecânico. Os termos "fluido" e "fluidos" referem-se a líquidos, gases e combinações destes.

O termo "axialmente interno" na forma aqui usada refere-se à parte do equipamento estacionário e a um conjunto de vedação próximo ao sistema mecânico que emprega o conjunto de vedação. Ao contrário, o termo "axialmente externo" na forma aqui usada refere-se à parte do equipamento estacionário e de um conjunto de vedação distal do sistema mecânico.

O termo "radialmente interno" na forma aqui usada refere-se à parte do conjunto de vedação próxima a um eixo mecânico. Ao contrário, o termo "radialmente externo" na forma aqui usada refere-se à parte do conjunto de vedação distal de um eixo mecânico.

Os termos "equipamento estacionário", "superfície estática" e "junta" na forma aqui usada devem incluir qualquer estrutura estacionária que aloja um eixo mecânico ou haste na qual uma vedação é presa.

O conjunto de vedação mecânica de uma modalidade ilustrativa da invenção pode empregar um suporte do anel de vedação rotativo melhorado para montar e segurar um elemento de vedação rotativo em uma posição selecionada dentro do conjunto de vedação mecânica e/ou um conjunto da junta melhorado para conectar os componentes estacionários do conjunto de vedação mecânica no equipamento estacionário.

O suporte do anel de vedação rotativo no conjunto do anel de vedação mecânico pode empregar um entalhe em uma superfície radialmente interna deste. O entalhe é projetado e configurado para assentar, prender ou reter um elemento de vedação usado para vedar uma superfície radialmente externa do elemento de vedação rotativo, tal como um anel de vedação

rotativo. O entalhe mantém o elemento de vedação e a face de vedação rotativa associada no lugar para melhorar a vedação e a vida útil do conjunto de vedação mecânica. O entalhe também preferivelmente captura o elemento de vedação e a face de vedação rotativa em um local preciso de forma que a face de vedação rotativa permaneça assentada substancialmente perpendicular ao eixo geométrico do eixo mecânico.

O suporte do anel de vedação rotativo tem uma abertura que estende-se axialmente formada em uma extremidade axialmente externa do mesmo para receber o elemento de vedação rotativo e o anel-O. A abertura que estende-se axialmente preferivelmente afunila de um grande diâmetro na extremidade axialmente externa para uma abertura mais estreita onde o elemento de vedação rotativo e o anel-O estão assentados. A abertura que estende-se axialmente no suporte do anel de vedação rotativo pode afunilar em pelo menos dois estágios. Em uma modalidade, descrita com detalhes a seguir, o recebimento que termina axialmente compreende uma superfície interna cônica dupla angulada que vai da extremidade axialmente externa do suporte do anel de vedação rotativo até o entalhe de detenção na superfície radialmente interna. O uso de duas faces anguladas na superfície radialmente interna reduz a força de inserção necessária para inserir o anel-O em um espaço entre o suporte do anel de vedação rotativo e o elemento de vedação rotativo.

O conjunto da junta de vedação do conjunto de vedação mecânica pode empregar metades de junta sobrepostas que se travam para impedir deslizamento das meias juntas uma em relação à outra durante operação.

As figuras 1-5 representam uma vedação mecânica dividida de acordo com uma modalidade preferida da presente invenção. A vedação mecânica é preferivelmente disposta concentricamente em torno de um eixo mecânico que estende-se ao longo de um primeiro eixo geométrico

e é presa em uma parede externa de um alojamento 14, tal como uma bomba ou outro sistema. O eixo mecânico 12 pode ser montado, pelo menos em parte, dentro ou adjacente ao alojamento. A vedação mecânica 10 construída de acordo com os preceitos desta invenção fornece uma vedação hermética a fluido, impedindo assim que um meio de processo, por exemplo, fluido hidráulico, escape do alojamento 14. A vedação hermética a fluido é obtida por elementos de vedação, ilustrados como um par de anéis de vedação 20 e 30. Os elementos de vedação ilustrativos incluem um primeiro anel de vedação 20, ou anel de vedação rotativo, e um segundo anel de vedação 30, ou anel de vedação estacionário, que formam uma vedação entre eles. Cada anel de vedação 20 e 30 tem uma superfície de vedação arqueada lisa 21, 31, respectivamente. A superfície de vedação arqueada lisa 21, 31 de cada anel de vedação é solicitada para contato de vedação com a superfície de vedação correspondente 21 ou 31 do outro anel de vedação. Preferivelmente, os anéis de vedação 20 e 30 são divididos em segmentos 25, 25' e 30, 30', respectivamente, para facilitar a instalação, da maneira descrita a seguir.

As superfícies de vedação dos anéis de vedação fornecem uma vedação hermética a fluido operável em uma ampla faixa de condições operacionais, incluindo uma condição de vácuo, descrita com mais detalhes a seguir.

A vedação mecânica ilustrada 10 inclui, além do anel de vedação rotativo 20 e do anel de vedação estacionário 30, um conjunto da junta de vedação 40 para montar os componentes de vedação estacionários no equipamento 14, e um conjunto do suporte do anel de vedação 110 para montar o anel de vedação rotativo 20, descrito com mais detalhes a seguir.

O conjunto do suporte 110 define um espaço 201 para receber e reter o anel de vedação rotativo 20. O conjunto do suporte 110 pode ser dividido para facilitar a montagem e instalação. Em uma modalidade, o conjunto do suporte 110 compreende um par de segmentos 112, 114 que

casam para formar o conjunto do suporte anular 110. O conjunto do suporte 110, ou cada segmento do suporte, se o conjunto do suporte for dividido, tem uma superfície radialmente externa 116 voltada para o conjunto da junta 40 e uma superfície radialmente interna 124 para vedar o eixo mecânico e definir o
5 espaço 201 para receber e reter o anel de vedação rotativo 20. O conjunto do suporte 110 forma uma abertura anular que estende-se axialmente na extremidade axialmente externa 111 que leva ao espaço 201 para permitir inserção do anel de vedação rotativo 20 no espaço.

Um elemento de vedação, tal como o anel-O 188, é disposto
10 concêntricamente em torno do anel de vedação rotativo 20 para vedar o anel de vedação rotativo 20 e o suporte 110. Conforme mostrado, o anel-O é preferivelmente disposto em torno de uma superfície radialmente externa 184 de uma parte axialmente interna do anel de vedação rotativo 20, descrito a seguir, e veda a superfície radialmente interna 124 do conjunto do suporte
15 110. Da maneira descrita com detalhes a seguir, a superfície radialmente interna 124 do conjunto do suporte 110 pode incluir um entalhe de detenção 189 para receber e assentar o anel-O 188 disposto em torno do anel de vedação rotativo 20 para facilitar a montagem e operação do conjunto de vedação e manter o anel de vedação rotativo 20 em uma posição ideal.

20 Outros elementos de vedação podem vedar as interfaces de diferentes componentes do conjunto de vedação mecânica 10. Por exemplo, na modalidade ilustrativa, uma gaxeta elastomérica anular plana 60 veda a interface do conjunto da junta de vedação 40 e do alojamento 14. Uma gaxeta do suporte 160 veda as duas metades de um conjunto do suporte 110, se o
25 conjunto do suporte 110 for dividido, tal como descrito a seguir. Um elemento elastomérico do suporte/eixo mecânico, ilustrado como anel-O 142, veda o conjunto do suporte do anel de vedação rotativo 110 e o eixo mecânico 12. Um elemento elastomérico do anel de vedação/junta estacionário, ilustrado como o anel-O 202, veda uma interface do anel de vedação estacionário 30 e

o conjunto da junta 40 e fornece pressão radialmente para dentro no anel de vedação estacionário 30. Versados na técnica percebem que o conjunto de vedação mecânica pode ter qualquer dispositivo adequado para vedar diferentes componentes.

5 Além do mais, o conjunto de vedação ilustrativo 10 pode também incluir um pino anti-rotação 144 que estende-se axialmente entre o anel de vedação rotativo 20 e o conjunto do suporte 110, descritos a seguir, para impedir movimento rotativo relativo do anel de vedação rotativo e do conjunto do suporte. Conforme mostrado na modalidade da figura 2, um
10 botão de centralização 74 disposto entre a superfície radialmente externa 116 do conjunto do suporte do anel de vedação 110 e o conjunto da junta 40 pode ser incluído para facilitar a centralização do conjunto de vedação em torno do eixo mecânico 12. Como também mostrado na figura 2, uma primeira tampa de parafuso de cabeça do soquete 181 prende o conjunto do suporte 110, ao
15 passo que uma segunda tampa de parafuso de cabeça de soquete 183 prende o conjunto da junta 40. Parafusos SB 67 e abas de parafuso 38 prendem o conjunto da junta 40 no equipamento 14, conforme descrito com detalhes a seguir.

20 Certos componentes do conjunto de vedação ilustrativo das modalidades ilustrativas da invenção são similares ao conjunto de vedação mecânica descrito na patente U.S. 5.571.268, cujos conteúdos estão aqui incorporados pela referência.

Conforme ilustrado nas figuras 1-5, o conjunto do suporte 110 para montagem do anel de vedação rotativo 20 é disposto em uma câmara 24
25 formada pelo conjunto da junta 40, e espaçado radialmente para dentro dele. Entretanto, deve-se entender que o conjunto do suporte 110 não precisa estar disposto dentro do conjunto da junta 40. Em vez disso, o conjunto do suporte 110 pode ser axialmente espaçado do conjunto da junta 40.

O conjunto do suporte 110 é projetado e configurado para

facilitar instalação do anel de vedação rotativo 20 nele, bem como a operação geral da vedação mecânica. De acordo com uma modalidade ilustrativa, a superfície radialmente interna 124 do conjunto do suporte 110 é configurada para facilitar a instalação do anel de vedação rotativo 20 no conjunto do suporte 110 e melhor enquadramento da face de vedação rotativa 21 no eixo mecânico 12.

As figuras 6-9 ilustram o conjunto do suporte 110 de uma modalidade da invenção com mais detalhes. A figura 6 é uma vista em perspectiva da extremidade axialmente externa 111 do conjunto do suporte 110. Conforme mostrado, a superfície radialmente interna do conjunto do suporte 124 inclui duas faces inclinadas 124a, 124b que estendem-se a partir da extremidade axialmente externa 111, de maneira tal que a superfície interna 124 afunila-se em dois estágios de uma abertura relativamente grande na extremidade axialmente externa 111 para um espaço mais estreito 201 para receber o anel de vedação rotativo 20. Conforme mostrado, a superfície radialmente interna 124 assim forma um chanfro condutor duplo angulado que estende-se da extremidade axialmente externa 111 do suporte 110 ao longo da parede interna do entalhe 190. Na modalidade ilustrativa, a primeira face inclinada 124a compreendendo o primeiro estágio forma uma face radialmente para dentro que inclina-se radialmente para dentro a partir da parede frontal que estende-se radialmente 1121 na extremidade axialmente externa 111 do conjunto do suporte 110. A primeira face inclinada termina na segunda face inclinada 124b e transiciona para ela. A segunda face inclinada 124b compreendendo o segundo estágio estende-se radialmente para dentro em uma inclinação a partir da primeira face inclinada 124a e termina em uma face plana que estende-se axialmente 124c, ou outra superfície intermediária. A superfície intermediária ilustrativa 124c estende-se no geral paralela ao eixo geométrico 13. A superfície intermediária, tal como a face plana 124c, por sua vez, estende-se até uma parede escalonada que estende-se axialmente

para dentro 132, e intercepta a mesma, definindo a extremidade axialmente interna do espaço 201 para receber o anel de vedação rotativo 20. Alternativamente, o conjunto do suporte 110 pode omitir a face plana que estende-se axialmente 124c, de maneira tal que a segunda face inclinada 124b
5 estenda-se até a parede que estende-se axialmente para dentro 132, e intercepte a mesma. Além disso, versados na técnica percebem que o chanfro condutor do espaço 201 na extremidade axialmente externa 111 da superfície interna 124 pode incluir mais de duas faces inclinadas radialmente para dentro.

10 O chanfro condutor multiangulado facilita a inserção do anel de vedação rotativo 20 e do anel-O 188 no espaço 201, enquanto o suporte 110 é acoplado no eixo mecânico 12.

Conforme mostrado com detalhes na figura 9, a primeira face que inclina-se radialmente para dentro 124a estende-se em um primeiro
15 ângulo θ transversal a um eixo geométrico, ilustrado pela linha tracejada L, que é paralela ao eixo geométrico 13 e que intercepta a face plana radial que estende-se axialmente 124c ou o lado interno que estende-se axialmente do espaço 201 se o suporte não incluir a face plana 124c. Na modalidade ilustrativa, o primeiro ângulo θ no qual a primeira face que inclina-se
20 radialmente para dentro 124a estende-se é entre cerca de 10 graus e cerca de 20 graus e é preferivelmente cerca de 15 graus em relação à linha tracejada L. Versados na técnica percebem que a primeira face que inclina-se radialmente para dentro 124a pode estender-ser em qualquer ângulo adequado e não está limitado à faixa ilustrativa.

25 A segunda face que inclina-se radialmente para dentro 124b estende-se em um segundo ângulo θ' que inclina-se em relação ao eixo geométrico L, mostrado na figura 9. Na modalidade ilustrativa, o segundo ângulo θ' é menor que o primeiro ângulo θ . O segundo ângulo ilustrativo θ' estende-se entre cerca de 2 e cerca de 10 graus, e é preferivelmente entre

cerca de 3 e cerca de 4 graus, e mais preferivelmente cerca de 3,5 graus em relação à linha tracejada L. versados na técnica perceberão que a segunda face que inclina-se radialmente para dentro 124b pode estender-se em qualquer ângulo adequado e não está limitada à faixa ilustrativa.

5 Conforme mostrado na figura 9, o ponto da interface/transição 1240 entre faces anguladas 124a e 124b é preferivelmente espaçado a uma distância selecionada F da parede 132. A parede frontal que estende-se radialmente 1121 na extremidade axialmente externa 111 do conjunto do suporte 110 é espaçada da parede 132 a uma distância F. As distâncias
10 particulares podem ser selecionadas de acordo com a aplicação particular, tamanho do anel-O 188 usado, tamanho da vedação geral e outros fatores, e podem ser facilmente determinadas pelos versados na técnica. Versados na técnica percebem que as superfícies anguladas e planas da superfície interna 124 podem ter qualquer configuração, comprimento e distância de outros
15 componentes do conjunto do suporte 110 adequados e que a invenção não está limitada à modalidade ilustrativa.

Um par de superfícies escalonadas radialmente para dentro sucessivas forma uma segunda face que estende-se axialmente 134 e uma terceira face que estende-se axialmente 138, respectivamente, do suporte do
20 anel de vedação rotativo 110. A superfície radialmente interna 124 e a terceira face 134 têm uma primeira parede que estende-se radialmente para dentro 132 formada integralmente entre elas. Na modalidade ilustrativa, uma face plana que estende-se axialmente (isto é, não inclinada) 124c, ou outra superfície intermediária, estende-se entre a segunda face que inclina-se radialmente para dentro 124b e a primeira parede que estende-se radialmente 132. Em uma
25 modalidade alternativa, a segunda face que inclina-se radialmente para dentro 124b estende-se até a primeira parede que estende-se radialmente 132, e termina nela. Conforme mostrado, a terceira face 134 e a quarta face 138 têm uma segunda parede que estende-se radialmente para dentro 136 formada

integralmente entre elas. O diâmetro da quarta face 138 é preferivelmente igual ou ligeiramente maior que o diâmetro do eixo mecânico 12, no qual o conjunto do suporte 110 deve ser anexado.

Em uma modalidade preferida, o anel-O 188 para vedar o anel de vedação rotativo 20 no suporte do anel de vedação rotativo 110 assenta em um entalhe 189, tal como um entalhe de detenção, formado na superfície radialmente interna 124 do conjunto do suporte 110. O entalhe de detenção 189 é dimensionado, localizado e configurado para receber um lado superior radialmente externo do anel-O 188 para assentar o anel-O 188 em relação ao conjunto do suporte 110 durante instalação, sem comprometer o desempenho. O entalhe de detenção 189 preferivelmente assenta o anel-O 188 na interseção da primeira parede 132 e a superfície radialmente interna 124 do conjunto do suporte, de maneira tal que o anel-O preferivelmente faça contato ou fique em proximidade imediata com a primeira parede 132, a superfície interna 124 e a superfície radialmente externa 184 do anel de vedação rotativo 20. Alternativamente, o entalhe de detenção 190 assenta o anel-O em um outro local entre o conjunto do suporte do anel de vedação rotativo 110 e o anel de vedação rotativo 20.

Quando assentado no entalhe de detenção 189, o anel-O preferivelmente apóia-se na segunda e terceira superfícies externas 182, 184 do anel de vedação rotativo 20, conforme mostrado nas figuras 2-4.

Na modalidade ilustrativa, o entalhe de detenção 189 é formado na segunda face que inclina-se radialmente para dentro 124b do conjunto do suporte 110. Na modalidade mostrada na figura 9, a extremidade axialmente interna 189a do entalhe de detenção 189 alinha-se com a extremidade axialmente interna da segunda face que inclina-se radialmente para dentro 124b (isto é, onde a segunda face que inclina-se radialmente para dentro 124b intercepta a face plana que estende-se axialmente 124c).

Na modalidade ilustrativa, a inclinação do ângulo θ' para a

segunda face que inclina-se radialmente para dentro 124b preferivelmente começa no lado axialmente interno 189a do entalhe de detenção 189. Desta maneira, o lado axialmente externo 189b do entalhe de detenção 189 é radialmente para fora do lado axialmente interno 189a do entalhe de detenção 189, por causa da inclinação na superfície onde o entalhe de detenção 189 é formado.

Alternativamente, o entalhe de detenção 189 pode ser formado em uma outra face da superfície radialmente interna 124, preferivelmente espaçada da parede 132 para facilitar a vedação no anel de vedação rotativo 20.

O entalhe de detenção 189 é relativamente raso e preferivelmente tem uma profundidade significativamente menor que o diâmetro nominal D' do anel-O 188. Por exemplo, na modalidade ilustrativa, o entalhe de detenção é uma depressão anular curva e rasa na superfície lateral da face inclinada para dentro 124b. O entalhe de detenção ilustrativo 189 é curvo em duas dimensões (preferivelmente, radialmente e axialmente), formando uma superfície similar a uma metade radialmente externa de um toróide para casar com a superfície radialmente externa do anel-O 188. O entalhe de detenção 189 é preferivelmente classificado e dimensionado para assentar e reter o anel-O 188 em uma posição ideal. Na modalidade ilustrativa, o detentor estende-se a uma profundidade D a partir da face plana 124c da superfície radialmente interna 124 do conjunto do suporte 110. A razão da profundidade D para o diâmetro nominal D' do anel-O associado 189 é preferivelmente entre cerca de 0,02 e cerca de 0,10, e mais preferivelmente entre cerca de 0,03 e cerca de 0,05. O entalhe de detenção 189 tem uma forma através da largura W formada por um arco com um raio R . A razão do raio R que forma o entalhe de detenção 189 e o diâmetro nominal D' do anel-O associado 188 que assenta no entalhe 189 é preferivelmente entre cerca de 0,25 e cerca de 0,50 e preferivelmente entre cerca de 0,3 e cerca de 0,4, e

mais preferivelmente entre cerca de 0,33 e cerca de 0,38. Versados na técnica percebem que o entalhe de detenção 189 não está limitado a este tamanho, forma e configuração, e pode ter qualquer tamanho, forma e configuração adequados para reter um anel-O associado 189 disposto em torno do anel de vedação rotativo 20.

A extremidade radialmente interna 189a do entalhe de detenção 189 é preferivelmente espaçada da parede que estende-se radialmente 132 a uma distância I. O centro do entalhe de detenção 189 é espaçado a uma distância C da parede 132. Versados na técnica podem determinar uma configuração, localização e tamanho adequado do entalhe de detenção 189 para posicionar devidamente o anel-O 188. Versados na técnica percebem que a invenção não está limitada a localizar o entalhe de detenção 189 no local ilustrativo e que o entalhe de detenção pode ficar localizado em qualquer local adequado na superfície radialmente interna 124 do conjunto do suporte.

O anel-O 188 assentado pelo entalhe de detenção 189 é preferivelmente suficientemente resiliente para colocar cada uma das faces de vedação dos segmentos rotativos em contato de vedação com um outro segmento, formando assim uma vedação hermética a fluido e à prova de pressão. O anel-O 188 também funciona, em cooperação com um elemento de solitação, tal como uma mola, ilustrada como um grampo mecânico 200, como um dispositivo de solitação resiliente axial, suportando de forma flutuante e não rígida o anel de vedação rotativo 20 e os anéis de vedação estacionários 30 em relação flutuante axialmente espaçada em relação às paredes rígidas e faces dos conjuntos de junta e suporte 40, 110. Este relacionamento flutuante foi primeiro descrito na patente U.S. 4.576.384, atribuída ao requerente desta, e que está aqui incorporada pela referência.

O anel de vedação rotativo 20 e o anel-O 188 são inseridos no espaço 201 depois que o suporte 110 é montado no eixo mecânico 12. Por

causa da superfície cônica dupla na câmara de condução da superfície radialmente interna 124, menos força é necessária para instalar o anel de vedação rotativo 20 e o anel-O 188 na posição. O entalhe de detenção 189 recebe e centraliza automaticamente o anel-O 188, colocando a superfície de vedação rotativa 21 na posição perpendicular ao eixo geométrico do eixo mecânico 12. A configuração descrita do suporte, com a superfície de condução multiangulada e o entalhe de detenção reduz ou elimina a necessidade de manter a face de vedação na posição durante a instalação.

O entalhe de detenção 189 permite que o anel de vedação rotativo 20 com um anel-O 188 disposto já em torno do diâmetro externo seja inserido no suporte já apertado 110, deslizando o conjunto do anel de vedação rotativo/anel-O axialmente para dentro do suporte 110 através do espaço 201 formado entre a superfície radialmente interna 124 e o eixo mecânico 12. O entalhe de detenção captura o anel-O e o mantém no lugar durante este processo de montagem. O desenho do suporte ilustrativo permite que o conjunto do suporte 110 seja primeiro apertado em torno do eixo mecânico 12, seguido pela inserção do anel de vedação e anel-O. O entalhe de detenção 189 assim facilita a montagem da face e do elastômero dentro do suporte de fixação já apertado 110.

Alternativamente, o entalhe de detenção 189 pode ser formado em uma superfície radialmente interna do conjunto do suporte 110 que não inclui o chanfro condutor angulado duplo.

Referindo-se de volta às figuras 3, 4 e 7, a superfície externa do segmento do suporte 116 do conjunto do suporte 110 pode ter uma primeira superfície externa que estende-se axialmente 146, uma segunda superfície externa que inclina-se radialmente para dentro 148, e uma terceira superfície externa escalonada radialmente para dentro 154. A terceira superfície externa 154 e a segunda superfície externa 148 formam, em combinação, uma primeira parede externa que estende-se radialmente para

dentro 150. As superfícies externas do conjunto do suporte 110 são preferivelmente espaçadas das superfícies internas 54, 56 do conjunto da junta 40. Conforme mostrado nas figuras 2 e 3, a primeira superfície externa que estende-se axialmente 146 fica voltada para uma face da junta interna que estende-se axialmente 54 na junta 40, com o diâmetro externo da primeira superfície externa 146 sendo preferivelmente menor que o diâmetro interno da face do segmento da junta 54. Em uma modalidade preferida, o diâmetro externo da terceira superfície externa do segmento do suporte 154 é menor que o diâmetro de uma face 56 do segmento da junta oposto à superfície 154 quando a vedação mecânica é montada. Esta folga permite que o conjunto do suporte 110 assente no conjunto da junta 40 para movimento rotacional desimpedido nele.

A quarta face 138 na superfície interna do segmento do suporte 112 formou nela um canal anular 140 para montar uma gaxeta do eixo dividida, ilustrada como o anel-O 142. Quando montada no canal 140, a gaxeta 142 casa de forma vedada com o eixo geométrico 12, provendo uma vedação hermética a fluido ao longo da interface do suporte e do eixo mecânico (ver figuras 2 e 3). A segunda parede 136 preferivelmente tem estendendo-se axialmente dela uma protuberância cilíndrica que forma o pinto anti-rotação 144. A protuberância 144 opera como um dispositivo de rotação mecânico, solicitando o anel de vedação rotativo 20 para movimento rotacional, descrito com mais detalhes a seguir.

Os segmentos do suporte 112, 114 podem também ter formado em cada face da vedação do suporte dividida 118 e 120 um entalhe da gaxeta do suporte 158, tendo a configuração ilustrada nas figuras 1-5. A gaxeta do suporte 160, de forma complementar ao entalhe 158, assenta no entalhe 158. A gaxeta do suporte 160, quando assentada no entalhe 158, pode estender-se além das faces de vedação do suporte 118, 120, mais bem mostrado na figura 5. A parte exposta da gaxeta 160 assenta em um entalhe complementar

formado na face da vedação do segmento do suporte oposto. Este arranjo fornece uma vedação hermética a fluido a maiores pressões do que um valor selecionado, tal como descrito anteriormente. A gaxeta é preferivelmente composta de qualquer material deformável adequado, tal como uma borracha elastomérica.

Os segmentos do suporte 112, 114 podem também ter uma abertura de recebimento do prendedor 164 que monta o parafuso 170 para prender os segmentos do suporte 112, 114 uns nos outros. Os parafusos 170 são montados e mantidos positivamente pelas aberturas de recebimento do prendedor 164.

O conjunto do anel de vedação rotativo 20 também pode incluir um par de segmentos de anel de vedação rotativo arqueados 25, 25', ao passo que o conjunto do anel de vedação estacionário pode incluir um par de segmentos de anel de vedação estacionário arqueados 33, 33'. Cada segmento de anel de vedação tem uma superfície de vedação arqueada lisa 21, 31, respectivamente, e um par de faces de vedação do segmento 22, 32, respectivamente. A superfície de vedação arqueada lisa 21, 31 de cada anel de vedação é solicitada para contato de vedação com a superfície correspondente 21, 31', respectivamente, do outro segmento do anel de vedação para criar uma vedação hermética a fluido. Similarmente, as faces de vedação do segmento 22, 32 dos segmentos de anel 25 e 33 são solicitadas para relacionamento vedado umas com as outras para formar cada um dos anéis de vedação 20 e 30. Assim, essas faces de vedação individuais fornecem uma vedação hermética a fluido operável em uma ampla faixa de condições operacionais, incluindo uma condição de vácuo.

O elemento de vedação rotativo ilustrativo 20, ilustrado como segmentos de anel de vedação rotativo arqueado 25, preferivelmente tem uma superfície interna arqueada substancialmente lisa 172 e uma superfície externa compreendendo diversas superfícies 180, 182, 184, mais bem

mostrado na figura 4. A superfície interna 172 pode ter formado nela um entalhe no geral retangular 174. O entalhe 174 é montado sobre a protuberância do suporte 144. A superfície externa do segmento rotativo ilustrativa tem uma primeira superfície externa que estende-se axialmente 180
5 que termina em uma segunda superfície que inclina-se radialmente para dentro 182, ou apoio, e uma terceira superfície externa que estende-se axialmente 184, em torno da qual o anel-O 188 fica disposto. O segmento rotativo 25 também preferivelmente tem uma superfície de vedação arqueada lisa 21 disposta por cima do anel 20. O diâmetro interno da superfície interna
10 dos segmentos de vedação rotativos 172 é maior que o diâmetro do eixo mecânico para permitir montagem nele. O diâmetro da terceira superfície externa do segmento de vedação rotativa 184 é igual ou ligeiramente menor que o diâmetro da terceira face do segmento do suporte 134, para encaixe de montagem no conjunto do suporte 110. O diâmetro da primeira superfície de
15 usinagem externa do segmento de vedação rotativa 180 é menor que o diâmetro interno das superfícies internas cônicas do segmento do suporte 124a, 124b, e maior que o diâmetro da terceira face do suporte 134. Versados na técnica percebem que o anel de vedação rotativo 20 pode ter qualquer configuração adequada para fazer interface e vedar um outro elemento de
20 vedação, tal como o anel de vedação estacionário 30.

Embora o anel de vedação ilustrado 20 tem um apoio 182 formado na superfície externa, versados na técnica percebem que uma superfície anular escalonada não inclinada poderia ser empregada.

Conforme mais bem mostrado na figura 4, o anel de vedação estacionário ilustrativo 30 pode similarmente incluir um par de segmentos de
25 anel de vedação arqueados 33, 33', cada qual idêntico, ou substancialmente idêntico ao outro. Os segmentos arqueados de anel de vedação estacionário ilustrativos 33 têm uma superfície interna arqueada substancialmente lisa 35 que estende-se paralela ao primeiro eixo geométrico 13 e uma superfície

externa 36. A superfície externa do segmento de anel de vedação estacionário 36 preferivelmente tem uma primeira superfície externa que estende-se axialmente 190 que termina em um apoio que estende-se radialmente para fora 192. O anel de vedação estacionário 30 preferivelmente tem uma superfície superior arqueada substancialmente lisa 194 e uma superfície de vedação no anel arqueado lisa 31 disposta na base do anel. O segmento de vedação estacionário ilustrativo 33 também tem um recesso 196 formado ao longo da superfície superior 194. Um grampo mecânico 200, acoplado mecanicamente em uma superfície superior 62 do conjunto da junta 40 por meio de um entalhe do grampo 63 assenta no recesso 196. Este arranjo ajuda alinhar e assentar o anel de vedação estacionário 30 na câmara 24, bem como funciona como uma impedância mecânica para impedir que o anel de vedação estacionário 30 gire com o eixo mecânico 12 e o anel de vedação rotativo 20.

O diâmetro interno da superfície interna do segmento estacionário 35 é maior que o diâmetro do eixo mecânico, e é maior que o diâmetro da superfície interna 172 do anel de vedação rotativo 20, permitindo assim movimento relativo entre elas. Portanto, o anel de vedação estacionário 30 permanece estacionário enquanto o eixo mecânico 12 gira. Um elemento elastomérico, por exemplo, anel-O 202, fornece uma força de solicitação radialmente para dentro suficiente para colocar as faces de vedação do segmento 32 do segmento do anel de vedação estacionário 33 em contato de vedação com o outro segmento do anel de vedação estacionário. Adicionalmente, o anel-O 202 forma uma vedação hermética a fluido e à prova de pressão entre o conjunto da junta 40 e o anel de vedação estacionário 30. O anel-O 202 assenta em uma primeira região de montagem 204 definida pela primeira parede do segmento de junta 48, a segunda face de junta 50, a superfície externa do anel estacionário 190 e o apoio do anel estacionário 192. Em uma modalidade preferida, o apoio 192 forma um ângulo relativo à superfície externa do anel estacionário 190 preferivelmente na faixa de cerca

de 30 ° a cerca de 60 °, e mais preferivelmente cerca de 45 °. O anel de vedação estacionário 30 é preferivelmente composto de um material de carbono ou cerâmico, tal como alumina ou carboneto de silício e similares.

O elemento de solicitação, ilustrado como um grampo mecânico 200 na modalidade ilustrativa, também funciona como um dispositivo de solicitação axial, provendo suporte resiliente para os anéis de vedação estacionário e rotativo 20, 30, solicitando axialmente os anéis de vedação de maneira tal que as superfícies de vedação estacionária e rotativa 21 e 31 fiquem disposta em contato de vedação uma com a outra. Conforme ilustrado na figura 3, os anéis de vedação 20, 30 são suportados de forma flutuante e não rígida em relação de flutuação espaçada em relação às paredes e faces rígidas dos conjuntos de junta e suporte 40, 110. Este suporte flutuante e não rígido e relacionamento espaçado permite pequenos movimentos flutuantes radial e axial dos segmentos de vedação rotativos 25, 25' e dos segmentos de vedação estacionários 33, 33' em relação ao eixo mecânico 12, permitindo ainda que a superfície de vedação rotativa 21 siga e seja colocada em contato de vedação com a superfície de vedação arqueada lisa 31 do anel de vedação estacionário 30. Assim, as superfícies de vedação do anel de vedação rotativo e estacionário 21 e 31 são autoalinhas, em decorrência desta ação flutuante.

O conjunto de vedação mecânica ilustrativo 10 pode também incluir um conjunto da junta de vedação melhorado 40 para melhorar a operação do conjunto de vedação, mostrado nas figuras 10-15. O conjunto da junta de vedação ilustrativo 40 tem um par de segmentos de junta 41, 42 que casa para formar o conjunto da junta de vedação anular 40.

Na modalidade ilustrativa, mostrada nas figuras 10-15, os segmentos junta 41, 42 são configurados para se encaixarem um no outro para facilitar a montagem e operação do conjunto de vedação mecânica. Os segmentos do conjunto da junta ilustrativos 41, 42 têm um mecanismo de

intertravamento para facilitar o encaixe dos dois segmentos 41, 42. Ao contrário dos desenhos de junta da tecnologia anterior, cada segmento de junta 41, 42 tem pelo menos uma superfície de interface modelada não plana 64, 66 para transmitir uma força de aparafusamento à outra metade de junta casada e impedir deslizamento das metades de junta uma em relação à outra. Na modalidade ilustrativa, as superfícies de interface de segmento de junta têm faces escalonadas formando protuberâncias de travamento 411, 421, respectivamente, e recessos 413, 423, respectivamente, formados em pelo menos uma interface de dois segmentos. Cada protuberância 411, 421 se encaixa no recesso correspondente 413, 423, tal que forme uma sobreposição 1000 entre as duas superfícies de interface de segmento para encaixar o segmento de junta correspondente. A superfície saliente transmite a força de aparafusamento aplicada na a junta e facilita a conexão e alinhamento dos meios segmentos de junta. Os componentes sobrepostos reduzem e/ou impedem a força de separação nas divisões da junta causadas pelas juntas de parafuso que aparafusam o conjunto da junta no alojamento do equipamento.

Na modalidade ilustrativa, mostrada nas figuras 11 e 14, cada superfície de interface é uma superfície escalonada que tem uma face plana que estende-se axialmente 4110, 4210 e uma face plana que estende-se radialmente 4111, 4210 que estende-se perpendicular a cada face plana que estende-se axialmente 4110, 4210, respectivamente, para definir a protuberância 411, 421. As faces planas que estendem-se radialmente 4111, 4210 estendem-se até as faces planas que estendem-se axialmente 4112, 4212 escalonadas e paralelas às faces 4110, 4210 para definir os recessos 413, 423 em cada superfície de interface. Preferivelmente, as superfícies planas que estendem-se axialmente 4111, 4210 que casam para formar a sobreposição 1000 estendem-se substancialmente perpendiculares ao eixo geométrico longitudinal 13 do conjunto de vedação mecânica, permitindo assim que a força do parafuso transmitida aos segmentos de junta seja transmitida a um

outro segmento de junta sem causar separação dos segmentos de junta. Versados na técnica percebem que as protuberâncias e recessos correspondentes podem ter qualquer configuração adequada.

5 Versados na técnica percebem facilmente que outros arranjos de interface e/ou travamento podem ser empregados. Por exemplo, cada superfície de interface pode ter diversas protuberâncias e/ou recessos, ou superfícies sobrepostas de outra maneira formadas, que podem ser formadas em qualquer local adequado nas superfícies de interface.

10 Referindo-se às figuras 3, 4, 13 e 14, cada segmento de junta ilustrativo 42 pode ter uma superfície interna que tem uma primeira face 46, e uma segunda face formada integralmente e escalonada 50 que estende-se radialmente para fora da primeira face 46. A primeira face 46 e a segunda face 50 formam, em combinação,, uma primeira parede anular de conexão 48. Uma terceira face escalonada 54 estende-se radialmente para fora da segunda
15 face 50 e forma, em combinação com ela, uma segunda parede de conexão anular 52, que pode ser escalonada, e/ou incluir uma superfície inclinada que estende-se até a segunda face 50. Uma quarta face inclinada 56 estende-se radialmente para dentro da terceira face de segmento de junta 54. A superfície interna do segmento de junta formado pelas faces 46, 50, 52, 54 e 56 define o
20 espaço 24 para receber o conjunto do suporte 110, tal como descrito anteriormente.

Conforme mostrado na figura 13, a segunda face de vedação da junta 66' do segmento de junta 42 pode também ser modelada para travar com uma segunda face de vedação da junta correspondentemente modelada
25 (não mostrada) do primeiro segmento de junta 41. Na modalidade ilustrativa, a segunda face de vedação da junta 66' também inclui uma protuberância 421, e um recesso 423, que são posicionados opostos à protuberância e recesso na primeira face de vedação da junta 66.

Cada face de vedação da junta 64, 66, 66' pode também ter

formada nela um entalhe de gaxeta da junta 70. A figura 14 ilustra a face de vedação da junta 64 do primeiro segmento de junta com detalhes, ilustrando o entalhe 70. O entalhe ilustrativo 70 tem uma parte axial principal 71 que estende-se da segunda face de junta 50 até a quarta face de junta 56.

5 Segmentos de entalhes 72, 73 cortam o segmento de entalhe principal 71, estendem-se ao longo da segunda parede de junta 52 e da quarta face de junta 56, respectivamente, e o segmento de entalhe 74, espaçado radialmente para dentro do segmento de entalhe 71, estende-se ao longo da segunda face do segmento de junta 50.

10 Uma gaxeta da junta elastomérica 76, de forma complementar ao entalhe de junta 70, assenta no entalhe 70 da junta. A gaxeta 76, quando assentada no entalhe 70, pode estender-se além das faces divididas da junta 64, 66, mais bem mostrado nas figuras 1, 4 e 5. A parte exposta da gaxeta 76 é capturada em um entalhe complementar formado na face de vedação da

15 junta dividido do outro segmento de junta 42, quando os segmentos de junta 41, 42 são montados. A captura de ambas as extremidades da gaxeta 76 entre faces de vedação da junta divididas opostas impede que a gaxeta 76 seja extrusada na folga formada entre as faces de vedação da junta divididas quando sujeitas a pressões superiores a uma pressão máxima selecionada.

20 Este recurso de dupla captura permite assim que os segmentos de junta 41, 42 suportem maiores pressões sem desenvolver vazamentos por pressão, bem como relaxar as tolerâncias mecânicas de outros componentes da vedação mecânica 10. A gaxeta da junta 76 é preferivelmente formada de qualquer material resiliente adequado, tal como borracha elastomérica.

25 Adicionalmente, embora a gaxeta 76 tenha a forma ilustrada, versados na técnica percebem que a gaxeta 76 e seu entalhe correspondente 70 podem ter qualquer configuração geométrica adequada.

Cada um dos segmentos de junta 41, 42 pode também ter formado integralmente com ele um par de alojamentos de parafusos 80, 82.

Cada alojamento de parafuso tem uma abertura de recebimento do prendedor transversal 84 formada substancialmente através dele. A abertura 84 tem uma parte cônica de menor diâmetro 86, e uma parte não cônica concêntrica de maior diâmetro 88, mostrados nas figuras 1, 16A e 16B. Preferivelmente, a parte não cônica 88 da abertura 84 é disposta mais próxima das faces de vedação da junta 64, 66.

A abertura transversal 84 monta um parafuso 90 com a configuração ilustrada. O parafuso 90 preferivelmente tem um eixo mecânico principal 92 e uma parte de cabeça de parafuso 96. O eixo mecânico do parafuso 92 tem uma parte distal rosqueada 93 e uma parte proximal não cônica 94, mostrados nas figuras 1 e 16A. O diâmetro externo da parte rosqueada 93 é maior que o diâmetro externo da parte proximal 94. Conforme ilustrado na figura 16B, cada parafuso 90 aperta um par de alojamentos 80 e 82. Quando a parte distal rosqueada 93 do parafuso 90 for aparafusada na parte cônica 86 da abertura 84, a parte distal 93 é mantida positivamente na abertura 84. À medida que o parafuso 90 desloca ainda mais na abertura 84, a extremidade distal do parafuso penetra na parte não cônica 88, ou folga da abertura 84. Nesta orientação, o parafuso 90, embora não preso de forma justa, é ainda mantido positivamente (isto é, não desanexável) na abertura 84. Em uma modalidade preferida, o diâmetro da parte distal do parafuso 93 está próxima do diâmetro da parte cônica de menor diâmetro 86 dos alojamentos dos parafusos 80, 82.

Vantagens significativas são desfrutadas pelo parafuso 90 e a abertura 84 da presente invenção. Em particular, o parafuso 90 pode ser montado na abertura de recebimento do prendedor 84 por qualquer lado de qualquer segmento de junta 41, 42 antes da montagem, que é particularmente útil em instalações de acesso limitado, e é mantido positivamente no alojamento do parafuso 80. Impedindo-se que o parafuso 90 se desanexe completamente do alojamento 80 impede-se perda acidental do parafuso 90

durante a montagem e desmontagem, facilitando assim a montagem da vedação, reduzindo ainda o tempo de instalação. A mesma construção aplica-se aos alojamentos de parafuso 82.

O conjunto da junta 40 pode também ter um entalhe de gaxeta do alojamento 58 formado ao longo de uma base 59 do conjunto da junta 40. O entalhe 58 assenta a gaxeta elastomérica anular plana 60. Conforme ilustrado nas figuras 3 e 4, a gaxeta 60 preferivelmente tem uma dimensão axial maior que a profundidade do entalhe 58, provendo assim uma vedação à prova de pressão e hermética a fluido entre a vedação mecânica 10 e o alojamento 14. Em uma modalidade preferida, a gaxeta do alojamento 60 é pré-cortada em dois segmentos arqueados para montar em cada segmento de junta 41, 42. Os segmentos de gaxeta do alojamento são preferivelmente montados no entalhe 58 e presos nele por um adesivo. Este arranjo ajuda impedir vazamento do meio de processo ao longo da vedação 10 quando montada no alojamento 14.

O conjunto da junta ilustrativo 40 pode incluir adicionalmente uma pluralidade de abas de parafuso 38. As abas de parafuso 38 têm um corpo principal 37 que tem formado integralmente em uma extremidade uma projeção da aba de inserção 39. A projeção da aba 39 é montada em um entalhe anular 68 formada em torno da periferia do conjunto da junta 40. A posição angular das abas pode ser ajustada deslizando o parafuso-aba 38 e a projeção de aba 39 em torno do entalhe 68. As abas de parafuso 38 ajudam prender a vedação mecânica 10 no alojamento 14, assentando os parafusos de montagem (não mostrados). Em uso, o parafuso de montagem é inserido entre um par de abas de parafuso adjacentes. As abas de parafuso 38 são descritos adicionalmente com detalhes na patente U.S. 5.209.496, concedida ao requerente desta e que está aqui incorporada pela referência.

O conjunto do suporte 110, o conjunto da junta 40 e os parafusos 90 podem ser formados de qualquer material adequadamente rígido,

tal como aço inoxidável.

Em uma modalidade da invenção, os anéis-O 188 e 202 podem ser igualmente divididos para facilitar a montagem. Conforme ilustrado de forma geral na figura 17, mecanismos de fixação de esfera e soquete idênticos
5 podem ser providos nas extremidades livres dos anéis-O 188 e 202. Em uma extremidade, o anel-O 202 estreita-se em uma parte de ressalto substancialmente hemisférica 222 e, adjacente a ela, a parte de pescoço anular 224. Imediatamente adjacente à parte do pescoço 224 fica uma parte de cabeça substancialmente esférica 226. Durante o aperto, a parte da cabeça 224
10 é inserida na parte do soquete esférica casada 227 na outra extremidade do anel-O 202 de maneira tal que a parte do colar anular 228 envolva e prenda a parte do pescoço 224, e a parte do ressalto 222 fica em contato íntimo com a parte da camisa anular 230. Adicionalmente, embora a vedação mecânica 10 e seus componentes associados estejam representados como partes seccionais,
15 os anéis-O 188 e 202 são estruturas contínuas e completas com a configuração apresentada. Entretanto, os anéis-O 188 e 202 estão limitados à modalidade ilustrativa, e podem ter qualquer configuração adequada. Por exemplo, os anéis-O 188 e 202 podem ser sólidos ou ter um mecanismo de fixação alternativo.

20 Durante a montagem, o anel-O 188 é disposto concentricamente em torno dos segmentos da vedação rotativa 25, preferivelmente em contato com as superfícies externas da vedação rotativa 182, 184, e os segmentos de vedação rotativa 25, 251 então são montados no conjunto do suporte 110, preferivelmente já dispostos em torno do eixo
25 mecânico 12, alinhando o entalhe retangular 174 do segmento de anel de vedação rotativo 25 com a protuberância do suporte anti-rotação que estende-se axialmente 144. O anel-O disposto em torno dos segmentos rotativos 25 é adicionalmente colocado em contato de vedação com a superfície interna do suporte, preferivelmente na face plana que estende-se axialmente 124c, a

primeira parede do suporte 132. Como descrito anteriormente, o entalhe de
detenção 189 recebe e retém o anel-O 188, e o anel de vedação rotativo
associado 20, em uma posição ideal, enquanto o chanfro condutor
multiangulado facilita a inserção do anel-O 188 e do anel de vedação rotativo
5 no conjunto do suporte 110. O anel-O 188 fornece uma força radial para
dentro suficiente para colocar as faces de vedação rotativa 22 do segmento de
vedação 25 em contato de vedação com cada uma das faces de vedação 22 do
outro segmento rotativo. Os segmentos do suporte 112, 114 são então presos
um no outro, apertando-se os parafusos 170 que são mantidos positivamente
10 nas aberturas de recebimento de prendedor 164. Conforme mostrado nas
figuras 1-4, os segmentos de anel de vedação rotativo 25, 25' são espaçados
das superfícies internas do conjunto do suporte 124, e são suportados não
rigidamente nelas pelo anel-O 188, permitindo assim pequenos movimentos
flutuantes radiais e axiais do anel de vedação rotativo 20.

15 Os segmentos de anel de vedação estacionário 33 são
montados concentricamente sobre o eixo mecânico 12, e presos uns nos
outros pelo anel-O 202. O anel-O 202 aplica uma força radialmente para
dentro na superfície externa do anel de vedação estacionário 36 suficiente
para colocar as faces de vedação dos segmentos 32 de cada segmento em
20 contato de vedação uma com a outra.

Os segmentos junta 41, 42 são colocados concentricamente em
torno do conjunto do suporte 110, de maneira tal que as faces se encaixem, e
os anéis de vedação rotativos e estacionários 20, 30, e são presos uns nos
outros por parafusos 90 que são montados e mantidos positivamente pelas
25 aberturas de recebimento de prendedor nos alojamentos de parafusos 80 e 82.
Os parafusos 90 não podem ser removidos despretensiosamente da vedação
mecânica 10, uma vez que eles são presos no conjunto da junta 40 pela
abertura de recebimento de prendedor inventiva 84 e o parafuso 90.
Adicionalmente, a montagem dos parafusos 90 não necessita girar o eixo

mecânico, uma vez que os parafusos 90 podem ser presos pelos mesmos lados, ou lados opostos, do conjunto da junta 40.

Antes de prender completamente os parafusos junta 90 no alojamento 14, o eixo mecânico 12, o conjunto do suporte 110 e os anéis de vedação rotativos e estacionários 20, 30 devem ser centralizados na câmara 24. Conforme descrito anteriormente, o entalhe de detenção 189 facilita a centralização do anel de vedação rotativo 20. Além do mais, espaçadores de centralização 240 podem opcionalmente ser providos ao longo da superfície externa 116 do conjunto do suporte 110, mostrado na figura 18, para centralizar os segmentos de junta 41, 42 por meio de espaçadores de centralização 240 formados. Os espaçadores podem ser formados integralmente na superfície externa do suporte 116, ou podem ser montados em depressões formadas ao longo da superfície externa do suporte 116. Em uma modalidade preferida, os espaçadores 240 são espaçados circunferencialmente e uniformemente em torno da primeira superfície externa 146 do conjunto do suporte 110. Os espaçadores 240 são preferivelmente formados de um material usável macio, tal como Teflon, que impede arranhões na superfície interna da junta durante o movimento rotacional do conjunto do suporte 110. Embora a modalidade da figura 18 mostre quatro espaçadores separados uniformemente, qualquer quantidade e espaçamento dos espaçadores pode ser empregada. Adicionalmente, os espaçadores 240 não precisam ser formados na primeira superfície externa do suporte 146, mas podem ser formados em vários locais do suporte.

Outros mecanismos de centralização adequados podem também ser usados.

Quando o conjunto da junta 40 e o conjunto do suporte 110 são devidamente alinhados, a gaxeta da junta 76 e a caxeta do suporte 160 são capturadas em entalhes de gaxeta separados formados em faces de vedação opostas dos segmentos de junta e do suporte. Esta configuração de dupla

captura permite que a vedação mecânica 10 suporte maiores pressões sem degradação das vedações de pressão e fluido formadas nas faces de vedação de segmento. Adicionalmente, o anel-O 202 forma uma vedação à prova de pressão e hermética a fluido entre a superfície interna da junta, por exemplo, a
5 segunda superfície de junta 50 e a primeira parede 48, e a superfície externa 36 do anel de vedação estacionário 30.

Depois que a vedação mecânica é composta e montada no alojamento da bomba 14, o meio de processo da bomba, por exemplo, fluido hidráulico, é vedada no canal do meio de processo 234, mostrado na figura 3,
10 definido pela superfície interna da junta 54 (excluindo a primeira face da junta 46), anel-O 202, a superfície externa do conjunto do suporte 116, a superfície externa do anel de vedação estacionário 190 e apoio 192, a primeira e segunda superfícies do anel de vedação rotativo 180, 182, a superfície interna do conjunto do suporte 124 e o anel-O 188. O meio ambiente, tipicamente ar,
15 enche um canal de processo ambiente 236, tipicamente isolado do canal de processo 234, que é definido pelas superfícies internas do anel de vedação estacionário e rotativo 35, 172, a superfície externa do anel estacionário 190, e primeira e segunda faces de junta 46, 50 e a primeira parede 48, a terceira superfície externa do anel de vedação rotativo 184, e a primeira parede do
20 conjunto do suporte 132. O termo "ambiente" deve incluir qualquer ambiente externo sem ser o ambiente interno do alojamento 14.

As faces de vedação do segmento do anel de vedação estacionário e rotativo 22, 32 são colocadas em contato de vedação com o outro segmento do par pela força radial dos anéis-O 188 e 202. Além do mais,
25 a pressão hidráulico do meio de processo contido no canal de processo 234 exerce uma força radialmente para dentro adicional, proporcional à pressão de fluido, sobre as superfícies externas do segmento do anel de vedação 36, 190, solicitando as faces de vedação dos segmento 32 uma contra a outra.

No geral, o anel-O 142 impede vazamento de meio do

processo ao longo do eixo mecânico 12 e para o canal de processo ambiente 236. A gaxeta plana 60 impede vazamento do meio de processo ao longo da interface do alojamento 14 e da vedação mecânica 10 e os anéis-O 188 e 202 impede que meio de processo invada o canal de processo ambiente 236 por meio do conjunto do suporte 110 e da junta 40, respectivamente.

O conjunto de vedação mecânica ilustrativo das modalidades ilustrativas da invenção fornece vantagens significativas em relação à tecnologia anterior, incluindo facilidade de instalação do conjunto de vedação mecânica e melhorias funcionais. Por exemplo, o uso do entalhe de detenção e/ou condutor duplo angulado na superfície inteira do conjunto do suporte permite melhor inserção da face rotativa, com menor exigência de força de inserção. A força de inserção pode ser reduzida entre cerca de 59 % e 70 %, embora a invenção não esteja limitada a esta faixa. Pela redução da força de inserção, é menos provável que o instalador danifique as faces de vedação durante a instalação, prolongado assim a vida útil dos componentes da vedação e melhorando a operação geral. A configuração ilustrativa pode também eliminar a necessidade de manter a face de vedação rotativa em posição durante a instalação, em virtude de o entalhe de detenção posicionar automaticamente a face de vedação rotativa em uma posição correta. Durante operação, o entalhe de detenção fornece melhor enquadramento da face de vedação rotativa em relação ao eixo mecânico, e impede que o anel de vedação rotativo e/ou anel-O associado mova-se e/ou pule fora da posição, que pode ser difícil de fixa. O lead in duplo angulado também permite que o suporte seja primeiro apertado no eixo mecânico antes da inserção do anel de vedação rotativo e do anel-O, o que resulta em melhor enquadramento da face de vedação rotativa em relação ao eixo mecânico.

Além do mais, os segmentos de junta sobrepostos impedem deslizamento dos segmentos de junta uns em relação aos outros quando força é aplicada no conjunto, melhorando assim o desempenho e prolongando a

vida útil dos componentes da vedação.

Assim, viu-se que a invenção atinge eficientemente os objetivos apresentados anteriormente, entre aqueles que tornam-se aparentes a partir da descrição apresentada. Uma vez que certas mudanças podem ser
5 feitas nas construções citadas sem fugir do escopo da invenção, pretende-se que toda matéria contida na descrição apresentada, ou mostrada nos desenhos anexos, seja interpretada como ilustrativa, e não em um sentido limitante.

Deve-se entender também que as reivindicações seguintes devem cobrir todos recursos genéricos e específicos da invenção aqui descrita,
10 e todas declarações do escopo da invenção que, por questão de linguagem, possam ser consideradas abrangidas.

Tendo sido descrita a invenção, o que é reivindicado como inédito e desejado a ser garantido pela Patente de Cartas é apresentado a seguir.

REIVINDICAÇÕES

1. Conjunto de vedação mecânica dividido para prover uma vedação em torno de um eixo mecânico, o eixo mecânico estendendo-se ao longo de um eixo geométrico longitudinal a partir do equipamento estacionário, caracterizado pelo fato de que compreende:

uma junta compreendendo pelo menos dois segmentos de junta casados conectados no equipamento estacionário;

um suporte para um elemento de vedação rotativo disposto radialmente para dentro da junta, o suporte tendo um entalhe de detenção que é curvo em duas dimensões e formado em uma superfície radialmente interna do suporte;

um elemento de vedação rotativo dividido montado em um espaço axialmente para frente no suporte; e

um anel-O disposto concentricamente em torno do elemento de vedação rotativo para vedar o elemento de vedação rotativo e o suporte, uma parte radialmente externa do anel-O sendo assentada no entalhe de detenção.

2. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o anel-O tem um diâmetro e o entalhe de detenção tem uma profundidade que fica entre cerca de 0,02 e cerca de 0,10 do diâmetro do anel-O.

3. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a razão entre a profundidade do entalhe de detenção e o diâmetro do anel-O é entre cerca de 0,03 e cerca de 0,05.

4. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o anel-O tem um diâmetro, um arco que constitui a forma do entalhe de detenção tem um raio, e a razão do raio e o diâmetro nominal é entre cerca de 0,25 e cerca de 0,50.

5. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a razão é entre cerca de 0,3 e cerca de 0,4.

5 6. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a superfície radialmente interna do suporte tem uma primeira face inclinada que estende-se radialmente e axialmente para dentro de uma extremidade axialmente para frente do suporte, em que a primeira face inclinada estende-se em um primeiro ângulo em relação a um eixo geométrico longitudinal do conjunto de vedação mecânica.
10

7. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que a superfície radialmente interna do suporte tem uma segunda face inclinada que estende-se radialmente e axialmente para dentro da primeira face inclinada, a segunda face inclinada estendendo-se em um segundo ângulo em relação a um eixo geométrico longitudinal do conjunto de vedação mecânica.
15

8. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o segundo ângulo é menor que o primeiro ângulo.

20 9. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o primeiro ângulo é entre cerca de 10 e cerca de 20 graus.

10. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o primeiro ângulo é cerca de 15 graus.
25

11. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o segundo ângulo é entre cerca de 2 e cerca de 10 graus.

12. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a

reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o segundo ângulo é entre cerca de 3 e cerca de 4 graus.

13. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o segundo ângulo é entre
5 cerca de 3,5 graus.

14. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o entalhe de detenção é formado na segunda face inclinada.

15. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o lado axialmente interno do entalhe de detenção é radialmente para dentro de um lado axialmente externo do entalhe de detenção.

16. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o suporte é dividido em
15 segmentos de junta casados.

17. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os segmentos da junta têm um mecanismo de intertravamento em uma interface de dois segmentos de junta.

18. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que o mecanismo de intertravamento compreende superfícies sobrepostas casadas que transmitem uma força de aparafusamento a um segmento de junta correspondente na interface.

19. Suporte para um elemento de vedação rotativo em um
25 conjunto de vedação mecânica dividido, caracterizado pelo fato de que compreende:

um corpo anular compreendendo pelo menos dois segmentos do suporte arqueados casados; e

uma superfície radialmente interna escalonada no corpo

anular, a superfície radialmente interna incluindo um entalhe de detenção formado em uma parede que estende-se axialmente da superfície interna para assentar uma parte radialmente externa de um elemento de vedação.

5 20. Suporte de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que o entalhe de detenção curva-se em duas dimensões.

10 21. Suporte de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que a superfície radialmente interna do suporte tem uma primeira face inclinada que estende-se radialmente e axialmente para dentro de uma extremidade axialmente para frente do suporte, em que a primeira face inclinada estende-se em um primeiro ângulo em relação a um eixo geométrico longitudinal do conjunto de vedação mecânica.

15 22. Suporte de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que a superfície radialmente interna do suporte tem uma segunda face inclinada que estende-se radialmente e axialmente para dentro da primeira face inclinada, a segunda face inclinada estendendo-se em um segundo ângulo em relação a um eixo geométrico longitudinal do conjunto de vedação mecânica.

20 23. Suporte de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que o segundo ângulo é menor que o primeiro ângulo.

20 24. Suporte de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que o primeiro ângulo é entre cerca de 10 e cerca de 20 graus.

25 25. Suporte de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que o segundo ângulo é entre cerca de 2 e cerca de 10 graus.

25 26. Suporte de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que o entalhe de detenção é formado na segunda superfície angulada.

27. Suporte de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que o lado axialmente interno do entalhe de detenção é radialmente para dentro de um lado axialmente externo do entalhe de

detenção.

28. Suporte de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente uma superfície plana que estende-se axialmente da segunda face inclinada até uma parede que estende-se radialmente para dentro na superfície interna.

29. Suporte para um elemento de vedação rotativo em um conjunto de vedação mecânica dividido, caracterizado pelo fato de que compreende:

um corpo anular compreendendo pelo menos dois segmentos do suporte arqueados casados que casam para formar o corpo anular; e

uma superfície inferior escalonada no corpo anular, a superfície inferior escalonada incluindo uma primeira face inclinada que estende-se radialmente e axialmente para dentro da extremidade axialmente para frente do suporte, a primeira face inclinada estendendo-se em um primeiro ângulo em relação a um eixo geométrico longitudinal do conjunto de vedação mecânica, e uma segunda face inclinada estendendo-se radialmente e axialmente para dentro da primeira face inclinada, a segunda face inclinada estendendo-se em um segundo ângulo em relação a um eixo geométrico longitudinal do conjunto de vedação mecânica.

30. Suporte de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de que o segundo ângulo é menor que o primeiro ângulo.

31. Suporte de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de que o primeiro ângulo é entre cerca de 10 e cerca de 20 graus.

32. Suporte de acordo com a reivindicação 31, caracterizado pelo fato de que o primeiro ângulo é cerca de 15 graus.

33. Suporte de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de que o segundo ângulo é entre cerca de 2 e cerca de 10 graus.

34. Suporte de acordo com a reivindicação 33, caracterizado pelo fato de que o segundo ângulo é entre cerca de 3 e cerca de 4 graus.

35. Suporte de acordo com a reivindicação 34, caracterizado pelo fato de que o segundo ângulo é entre cerca de 3,5 graus.

36. Suporte de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente um entalhe de detenção formado na superfície inferior do corpo anular para receber uma parte radialmente externa de um anel-O.

37. Suporte de acordo com a reivindicação 36, caracterizado pelo fato de que o entalhe de detenção é curvo em duas direções.

38. Suporte de acordo com a reivindicação 36, caracterizado pelo fato de que o entalhe de detenção é formado na segunda face inclinada, de maneira tal que um lado axialmente interno do entalhe de detenção fique radialmente para dentro de um lado axialmente externo do entalhe de detenção.

39. Método para montar um conjunto de vedação mecânica dividido para vedar equipamento estacionário e um eixo mecânico, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

prover um anel de vedação rotativo dividido com um anel-O disposto em torno e em contato com uma superfície radialmente externa do anel de vedação rotativo, o anel de vedação rotativo compreendendo pelo menos dois segmentos arqueados casados que casam para formar o anel de vedação rotativo; e

inserir o anel de vedação rotativo e o anel-O em um suporte do anel de vedação rotativo ao longo de um eixo geométrico longitudinal até que um entalhe de detenção em uma superfície radialmente interna do suporte do anel de vedação rotativo capture o anel-O.

40. Método de acordo com a reivindicação 39, caracterizado pelo fato de que o suporte do anel de vedação rotativo é preso no eixo mecânico antes da inserção do anel de vedação rotativo e do anel-O.

41. Método de acordo com a reivindicação 39, caracterizado

pelo fato de que o anel de vedação rotativo tem um chanfro condutor angulado duplo em uma superfície radialmente interna que leva ao entalhe de detenção.

42. Método para montar um conjunto de vedação mecânica dividido para vedar equipamento estacionário e um eixo mecânico, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

prender o suporte do anel de vedação rotativo no eixo mecânico, o suporte do anel de vedação rotativo compreendendo dois segmentos arqueados casados dispostos em torno do eixo mecânico; e

inserir um anel de vedação rotativo com um anel-O disposto em torno da superfície radialmente externa do anel de vedação rotativo no suporte do anel de vedação rotativo enquanto o suporte do anel de vedação rotativo é apertado em torno do eixo mecânico.

43. Método de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de que o anel de vedação rotativo é inserido até que um entalhe de detenção formado em uma superfície radialmente interna do suporte do anel de vedação rotativo capture o anel-O.

44. Método de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de que o anel de vedação rotativo tem um chanfro condutor duplo angulado em uma superfície radialmente interna que leva ao entalhe de detenção.

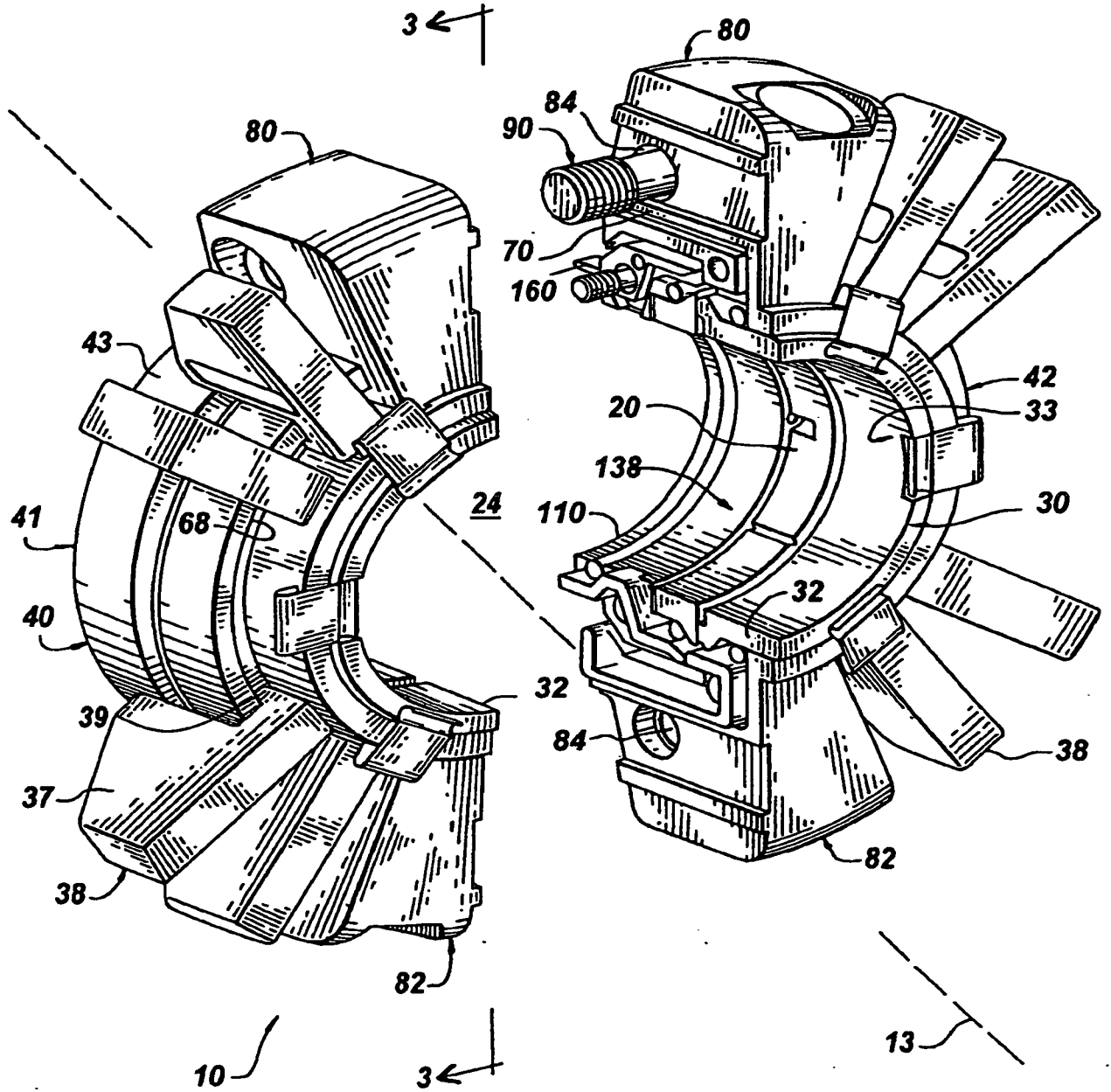


Fig. 1

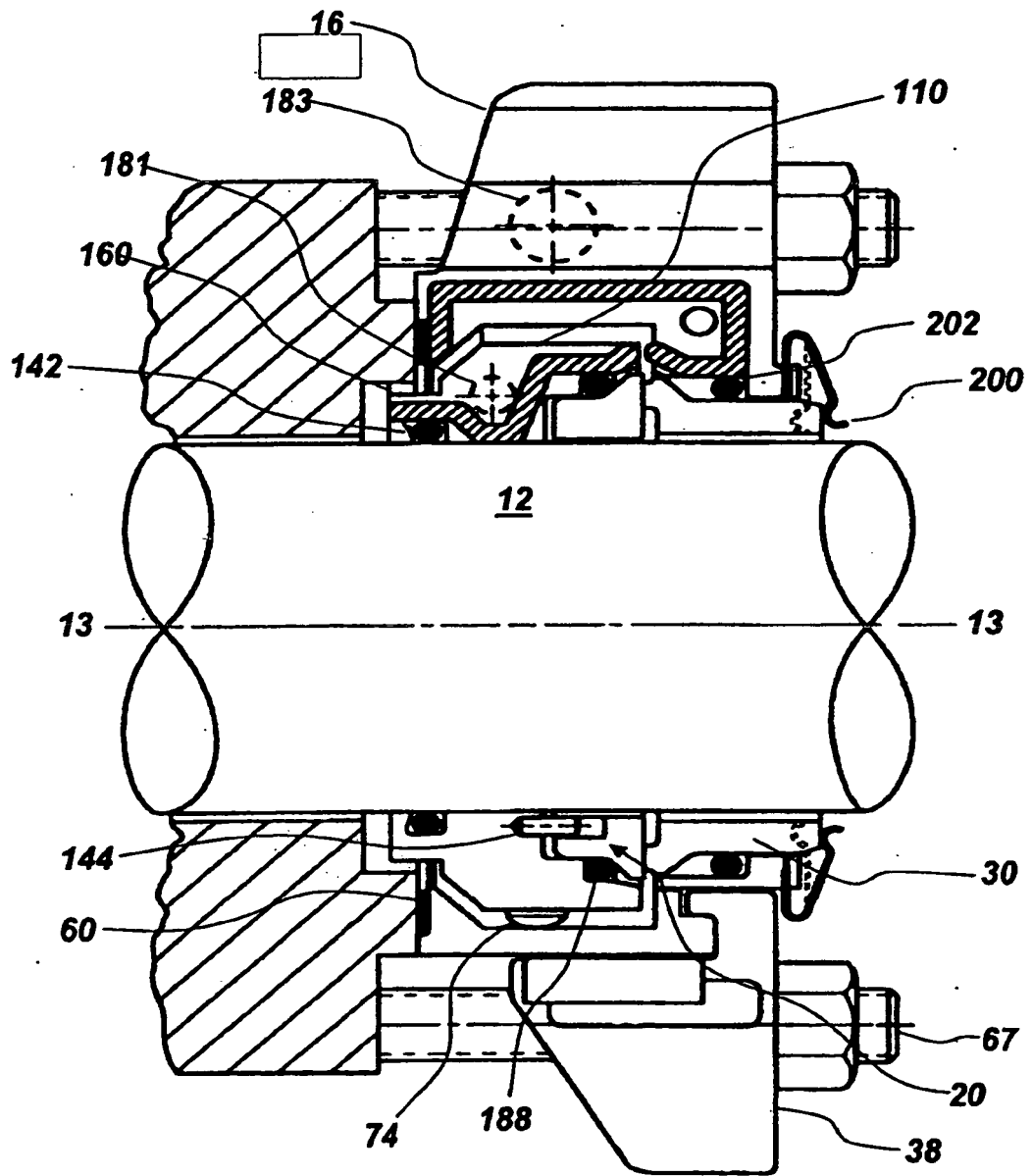


Fig. 2

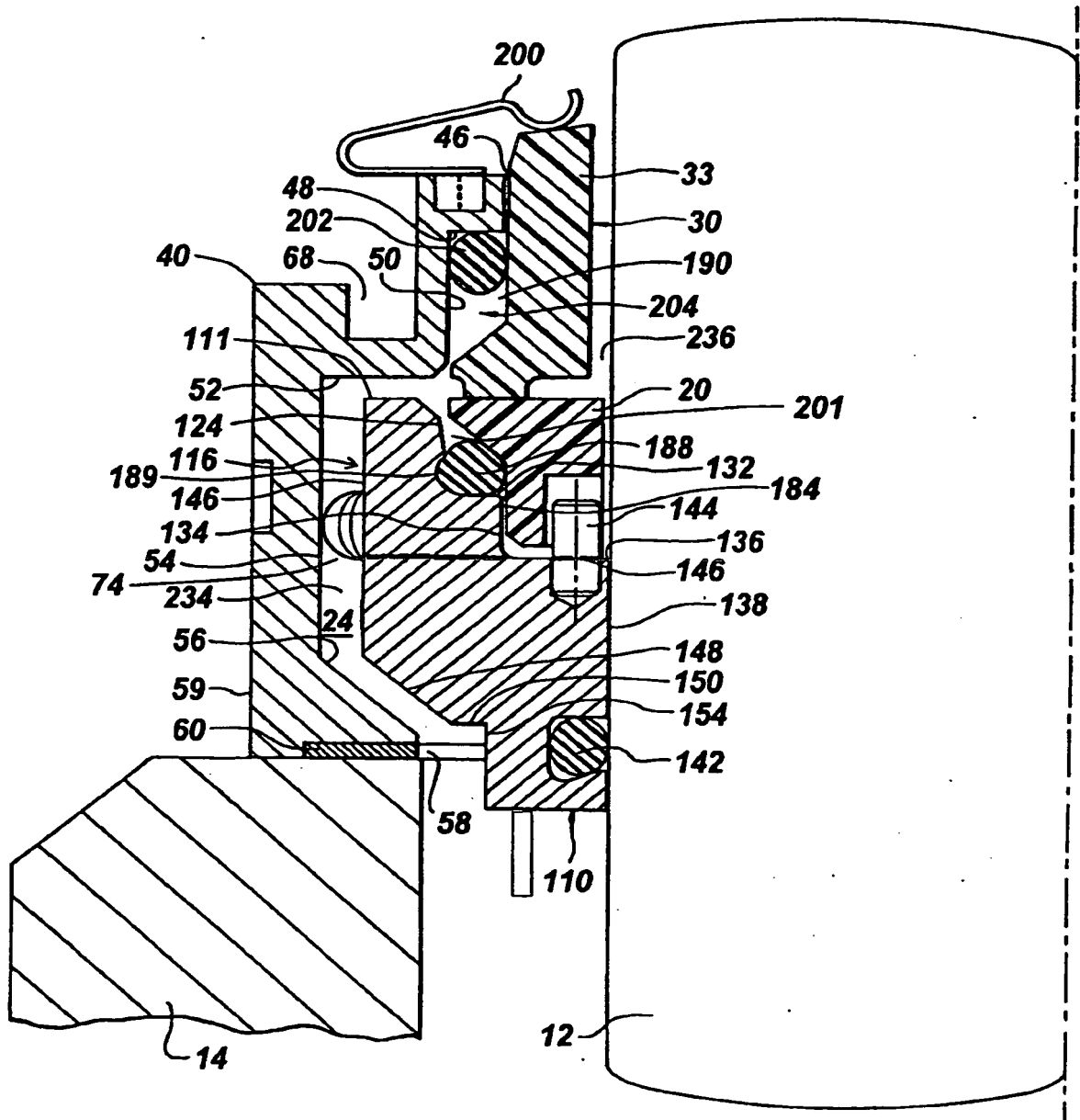


Fig. 3

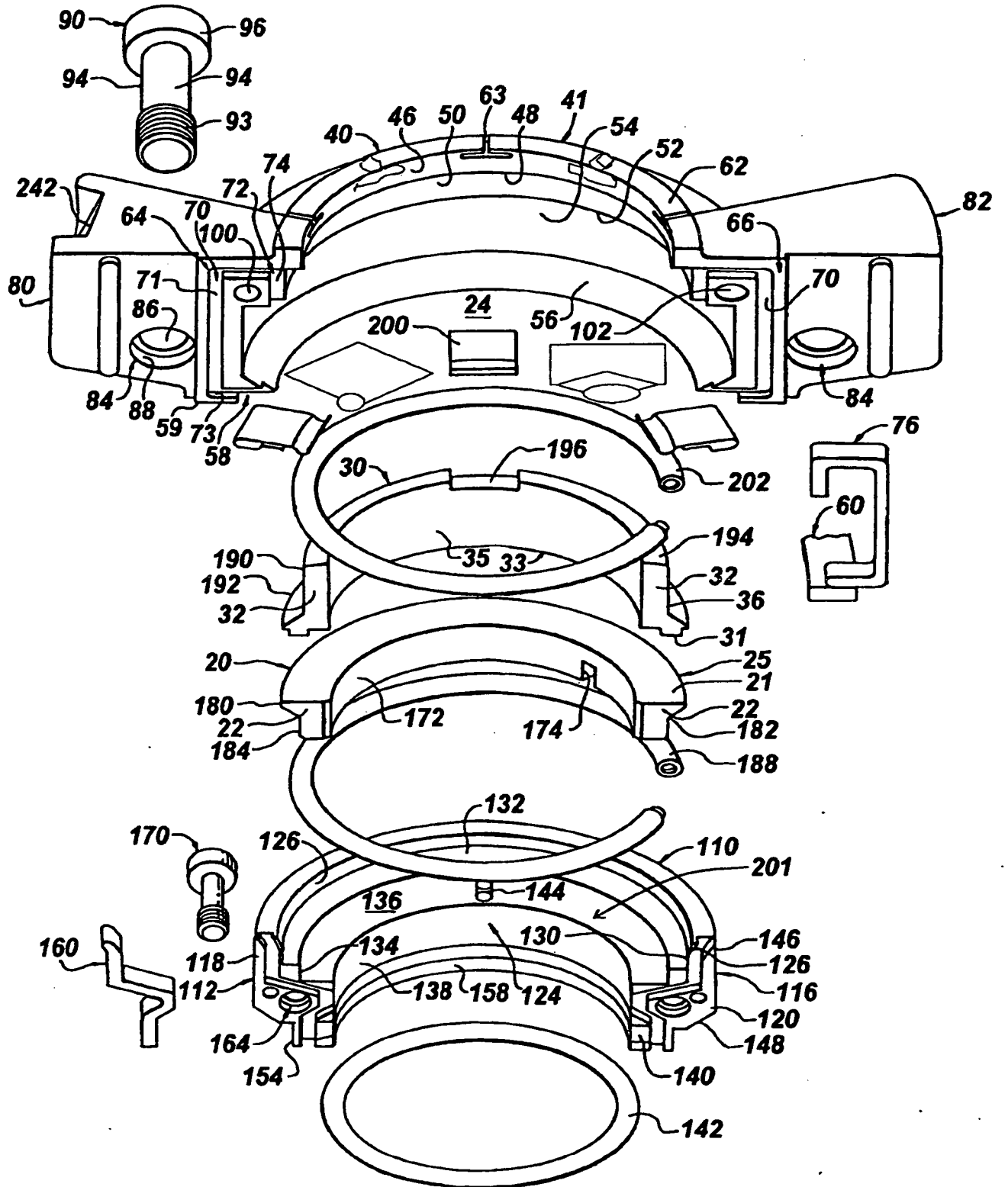


Fig. 4

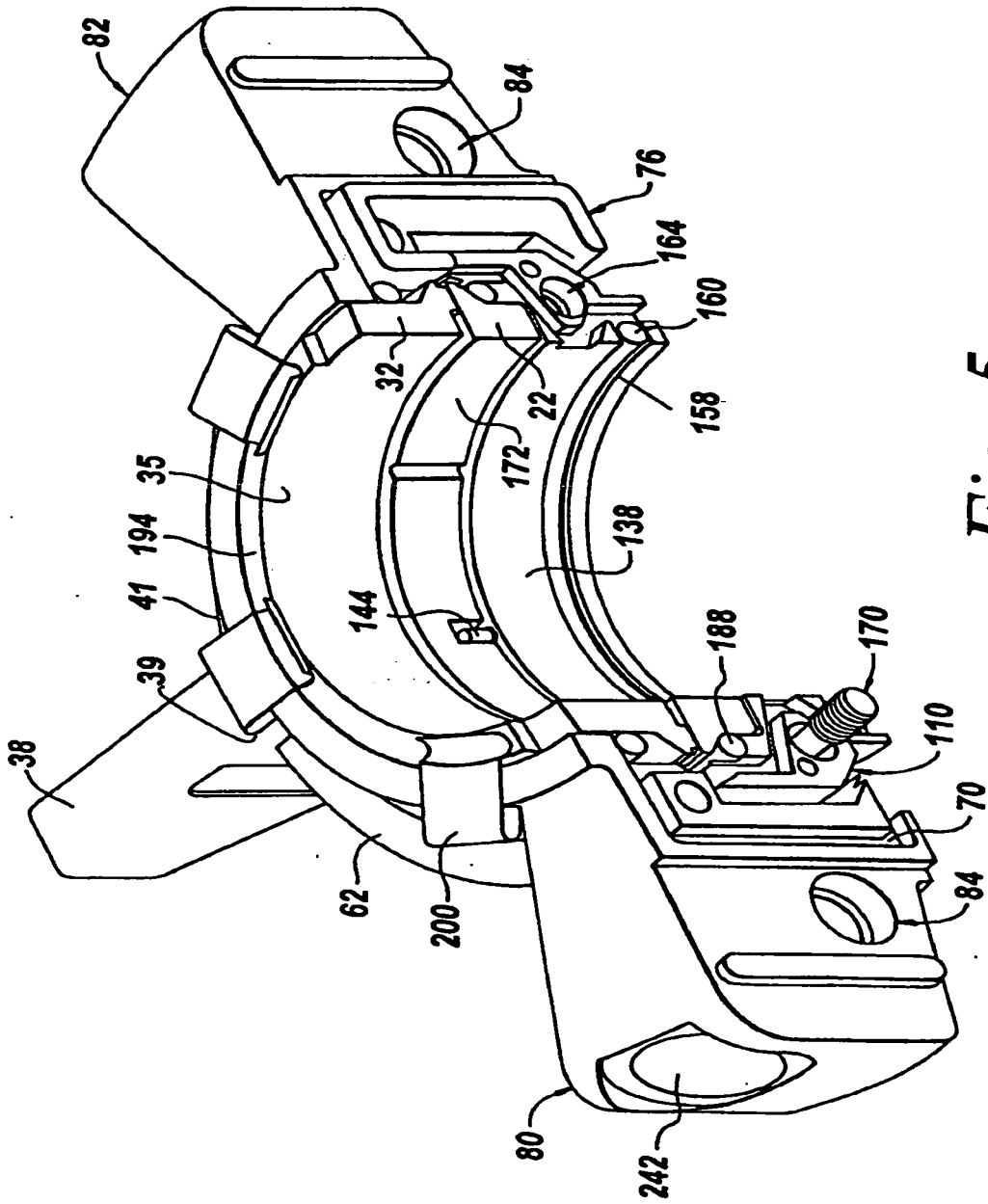


Fig. 5

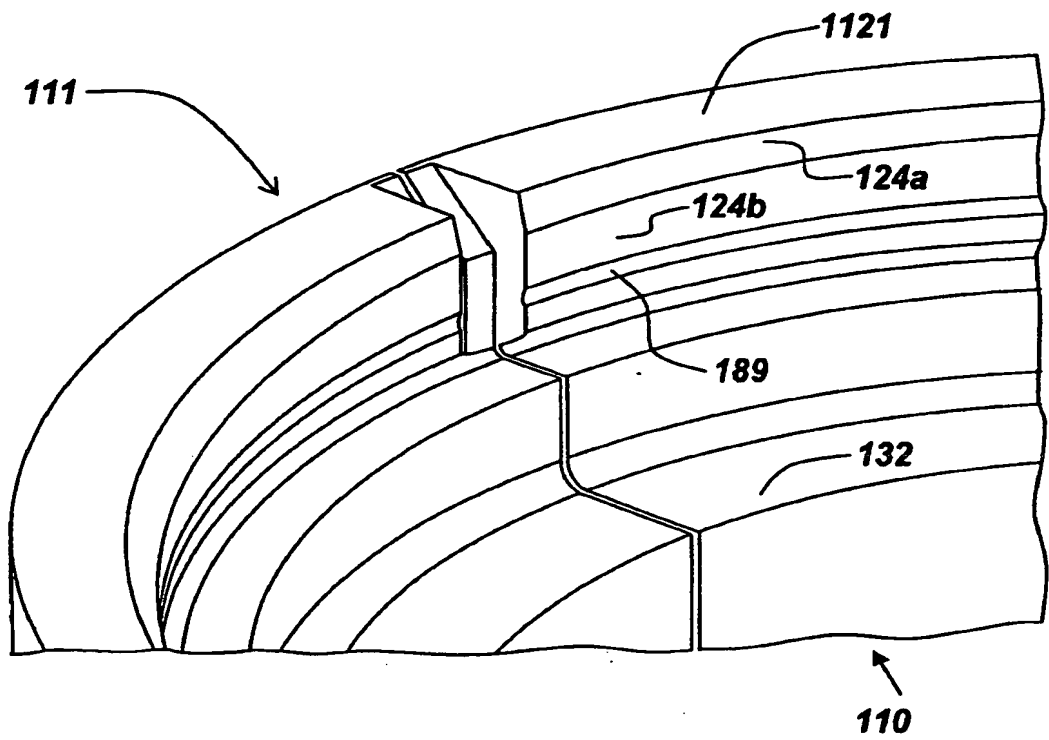


Fig. 6

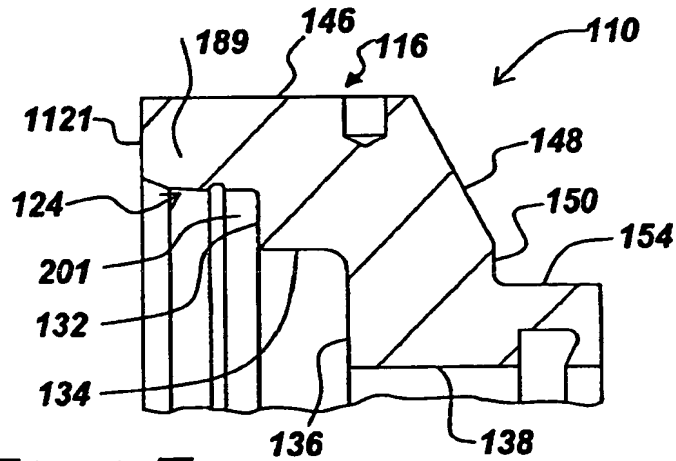


Fig. 7

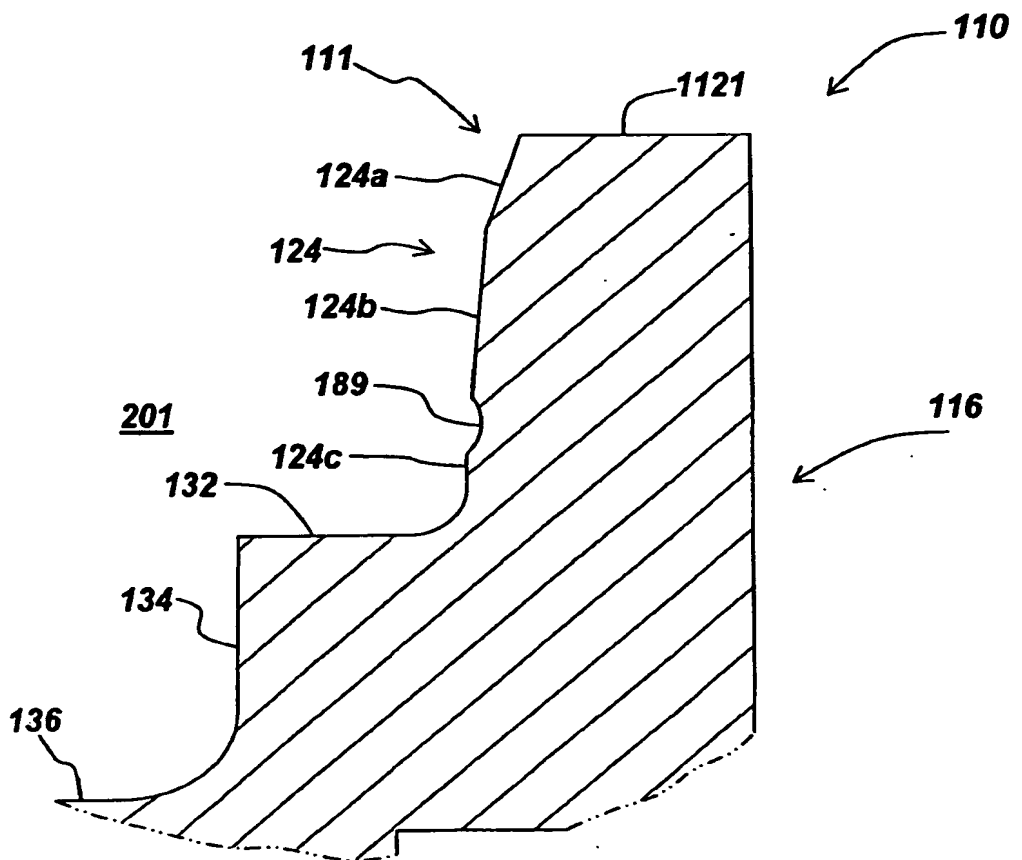


Fig. 8

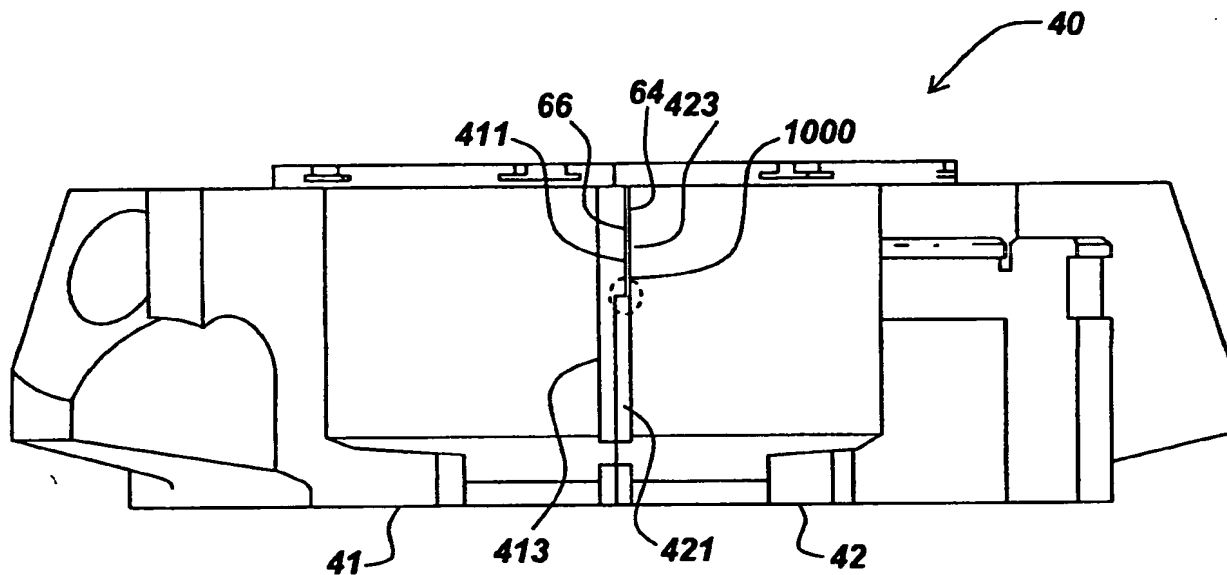


Fig. 10

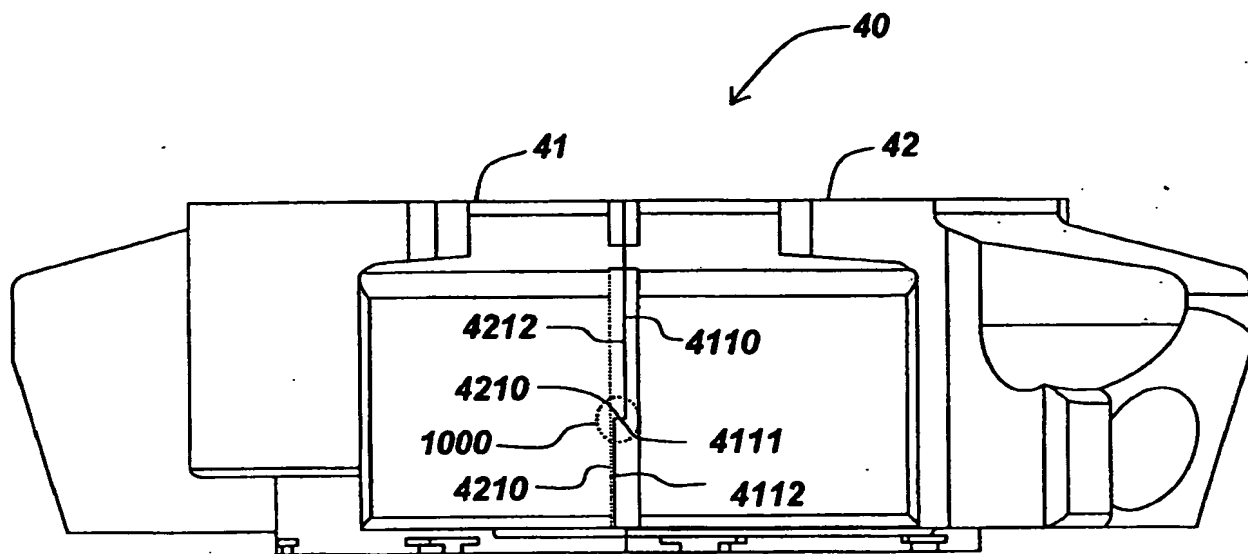


Fig. 11

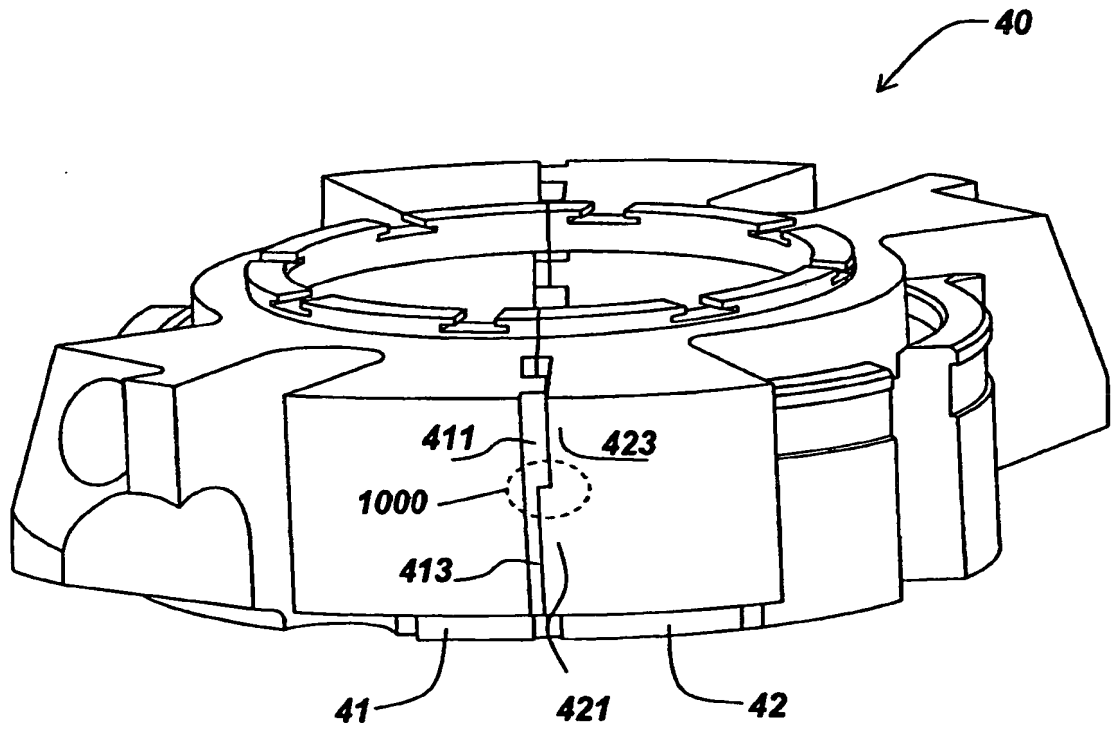


Fig. 12

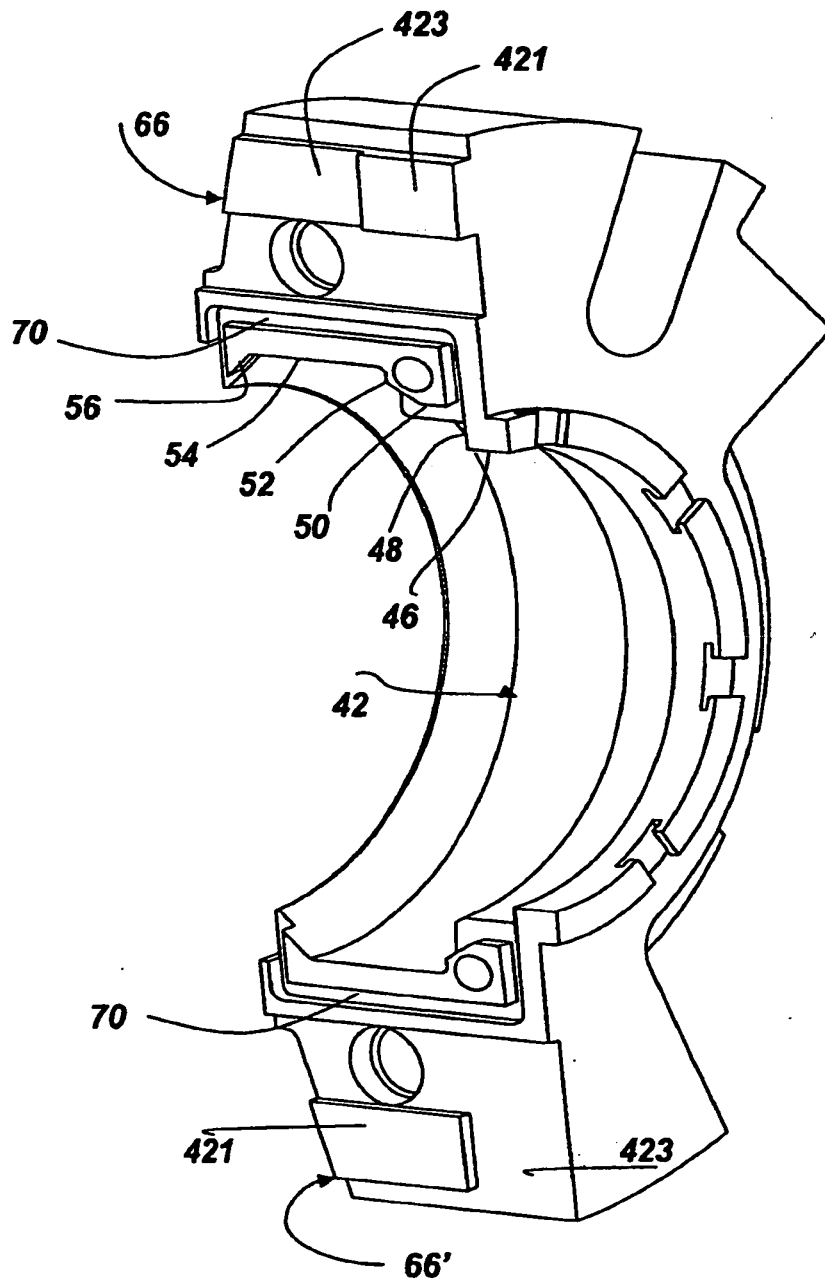


Fig. 13

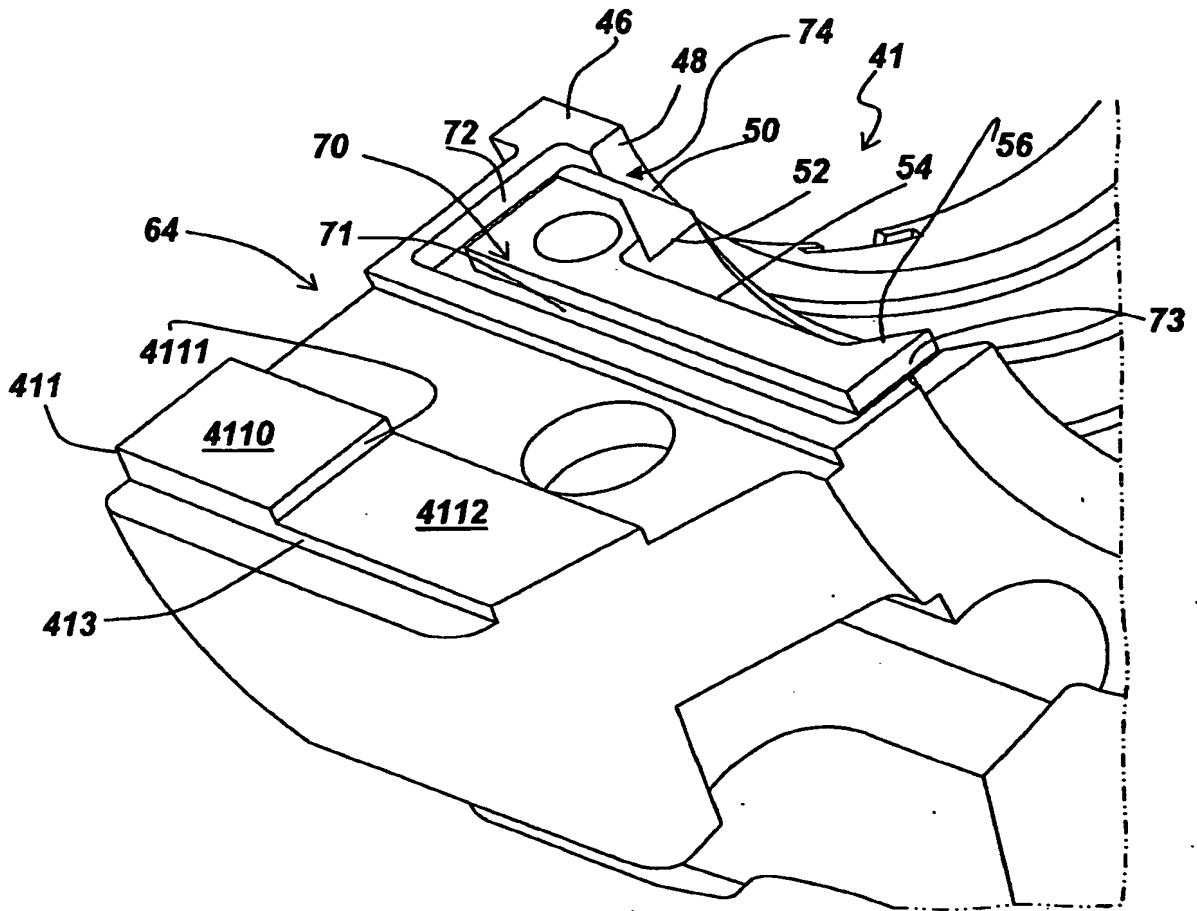


Fig. 14

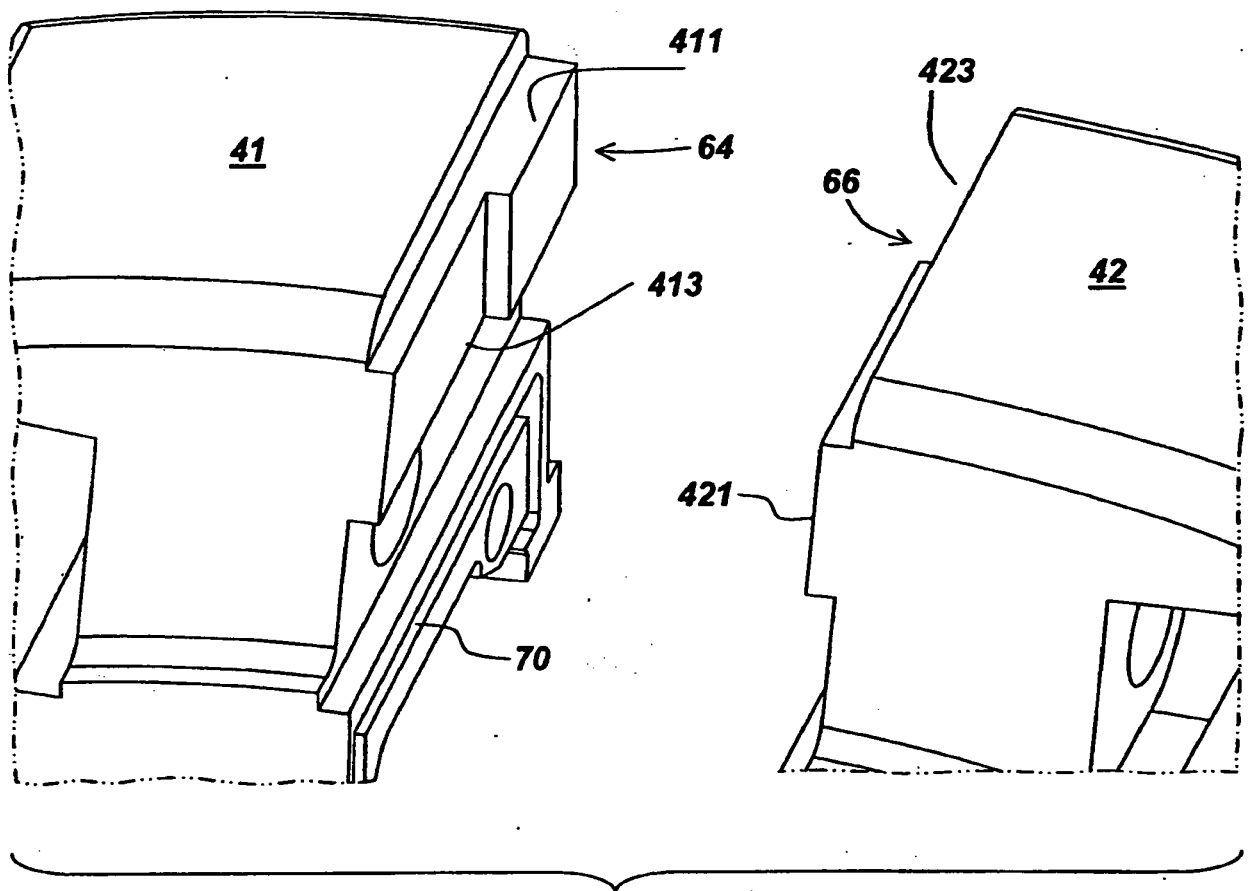


Fig. 15

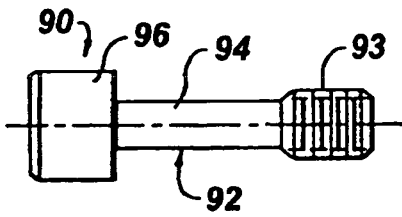


Fig. 16A

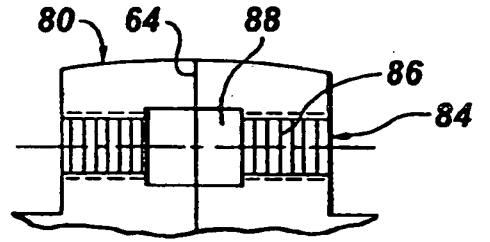


Fig. 16B

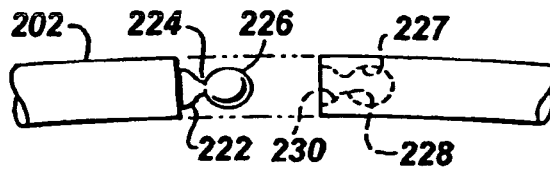


Fig. 17

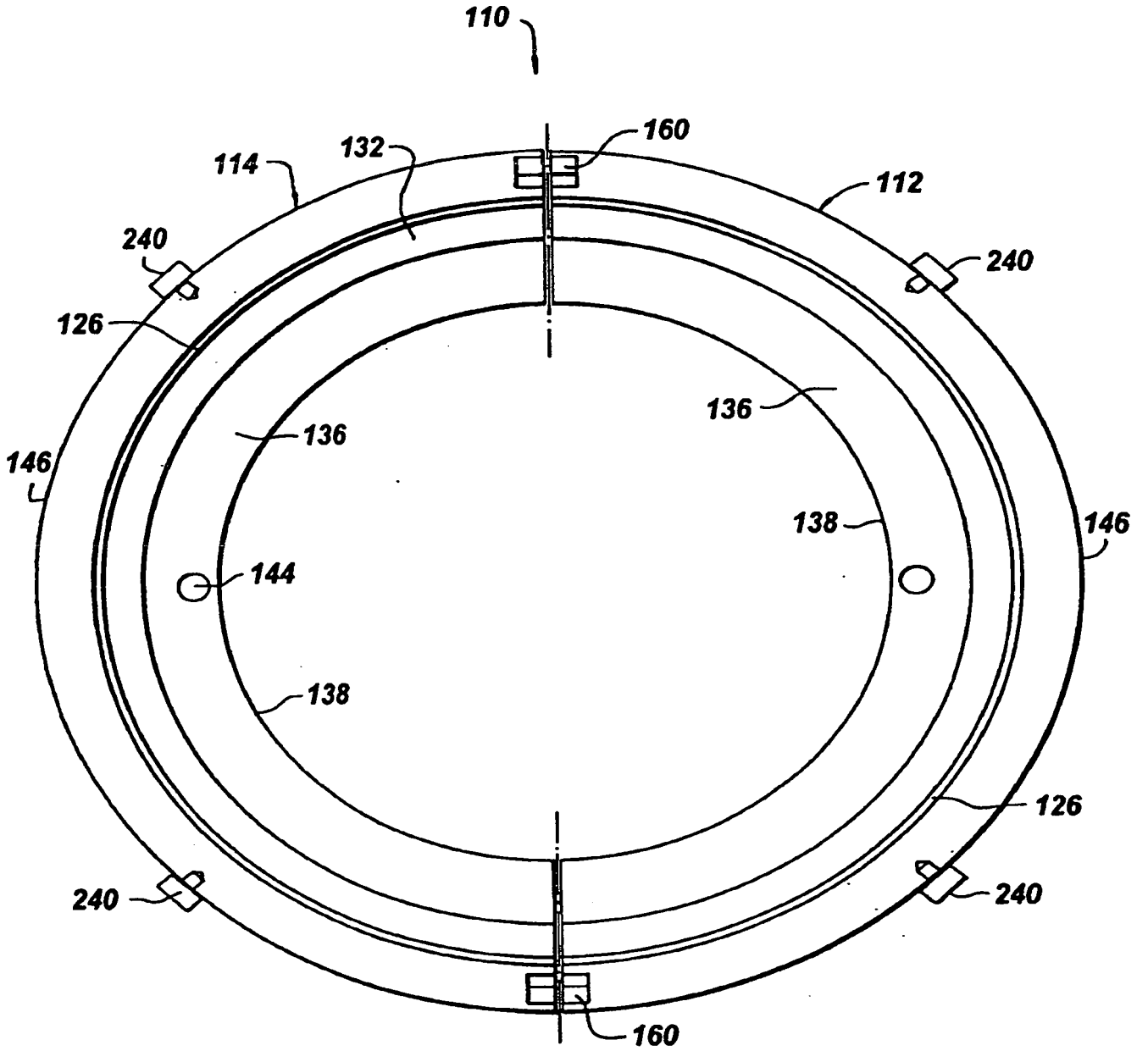


Fig. 18

RESUMO

“CONJUNTO DE VEDAÇÃO MECÂNICA DIVIDIDO, SUPORTE PARA UM ELEMENTO DE VEDAÇÃO ROTATIVO EM UM CONJUNTO DE VEDAÇÃO MECÂNICA DIVIDIDO, E, MÉTODO PARA MONTAR UM CONJUNTO DE VEDAÇÃO MECÂNICA DIVIDIDO PARA VEDAR EQUIPAMENTO ESTACIONÁRIO E UM EIXO MECÂNICO”

É descrito um conjunto de vedação mecânica compósito dividido para prover uma vedação entre um eixo rotativo e uma superfície estática. O conjunto de vedação mecânica compósito dividido inclui primeiro e segundo elementos de vedação anulares axialmente adjacentes. O primeiro e segundo elementos de vedação incluem cada qual uma borda de vedação que faz contato com o eixo mecânico para prover uma respectiva vedação entre o primeiro e segundo elementos de vedação e o eixo mecânico. Um alojamento estático recebe o primeiro e segundo elementos de vedação e encaixa a superfície estática para prover uma vedação estacionária estática, provendo concomitantemente uma região de flexão que encaixa os elementos de vedação para formar uma vedação dinâmica entre eles. Um conjunto de suporte recebe um elemento de vedação e pode incluir um condutor angulado duplo para facilitar a instalação do elemento de vedação. O conjunto de suporte pode incluir um entalhe de detenção para receber e reter um anel-O disposto em torno do elemento de vedação. O alojamento estático pode compreender dois segmentos casados com superfícies sobrepostas.

A requerente apresenta novas vias das reivindicações para melhor esclarecer e definir o presente pedido.

REIVINDICAÇÕES

1. Conjunto de vedação mecânica dividido para prover uma vedação em torno de um eixo mecânico, o eixo mecânico estendendo-se ao longo de um eixo geométrico longitudinal a partir do equipamento estacionário, caracterizado pelo fato de que compreende:

uma junta compreendendo pelo menos dois segmentos de junta casados conectados no equipamento estacionário;

um suporte para um elemento de vedação rotativo disposto radialmente para dentro da junta, o suporte tendo um entalhe de detenção que é curvo em duas dimensões e formado em uma superfície radialmente interna do suporte;

um elemento de vedação rotativo dividido montado em um espaço axialmente para frente no suporte; e

um anel-O disposto concentricamente em torno do elemento de vedação rotativo para vedar o elemento de vedação rotativo e o suporte, uma parte radialmente externa do anel-O sendo assentada no entalhe de detenção.

2. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o anel-O tem um diâmetro e o entalhe de detenção tem uma profundidade que fica entre cerca de 0,02 e cerca de 0,10 do diâmetro do anel-O.

3. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a razão entre a profundidade do entalhe de detenção e o diâmetro do anel-O é entre cerca de 0,03 e cerca de 0,05.

4. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o anel-O tem um diâmetro, um arco que constitui a forma do entalhe de detenção tem um raio, e a razão do raio e o diâmetro nominal é entre cerca de 0,25 e cerca de 0,50.

5. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a razão é entre cerca de 0,3 e cerca de 0,4.

5 6. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a superfície radialmente interna do suporte tem uma primeira face inclinada que estende-se radialmente e axialmente para dentro de uma extremidade axialmente para frente do suporte, em que a primeira face inclinada estende-se em um primeiro ângulo em relação a um eixo geométrico longitudinal do conjunto de
10 vedação mecânica.

7. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que a superfície radialmente interna do suporte tem uma segunda face inclinada que estende-se radialmente e axialmente para dentro da primeira face inclinada, a segunda face inclinada
15 estendendo-se em um segundo ângulo em relação a um eixo geométrico longitudinal do conjunto de vedação mecânica.

8. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o segundo ângulo é menor que o primeiro ângulo.

20 9. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o primeiro ângulo é entre cerca de 10 e cerca de 20 graus.

10. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o primeiro ângulo é cerca de
25 15 graus.

11. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o segundo ângulo é entre cerca de 2 e cerca de 10 graus.

12. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a

reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o segundo ângulo é entre cerca de 3 e cerca de 4 graus.

5 13. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o segundo ângulo é entre cerca de 3,5 graus.

14. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o entalhe de detenção é formado na segunda face inclinada.

10 15. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o lado axialmente interno do entalhe de detenção é radialmente para dentro de um lado axialmente externo do entalhe de detenção.

15 16. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o suporte é dividido em segmentos de junta casados.

17. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os segmentos da junta têm um mecanismo de intertravamento em uma interface de dois segmentos de junta.

20 18. Conjunto de vedação mecânica dividido de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que o mecanismo de intertravamento compreende superfícies sobrepostas casadas que transmitem uma força de aparafusamento a um segmento de junta correspondente na interface.

25 19. Suporte para um elemento de vedação rotativo em um conjunto de vedação mecânica dividido, caracterizado pelo fato de que compreende:

um corpo anular compreendendo pelo menos dois segmentos do suporte arqueados casados; e

uma superfície radialmente interna escalonada no corpo

anular, a superfície radialmente interna incluindo um entalhe de detenção formado em uma parede que estende-se axialmente da superfície interna para assentar uma parte radialmente externa de um elemento de vedação.

5 20. Suporte de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que o entalhe de detenção curva-se em duas dimensões.

21. Suporte de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que a superfície radialmente interna do suporte tem uma primeira face inclinada que estende-se radialmente e axialmente para dentro de uma extremidade axialmente para frente do suporte, em que a primeira face
10 inclinada estende-se em um primeiro ângulo em relação a um eixo geométrico longitudinal do conjunto de vedação mecânica.

22. Suporte de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que a superfície radialmente interna do suporte tem uma segunda face inclinada que estende-se radialmente e axialmente para dentro da
15 primeira face inclinada, a segunda face inclinada estendendo-se em um segundo ângulo em relação a um eixo geométrico longitudinal do conjunto de vedação mecânica.

23. Suporte de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que o segundo ângulo é menor que o primeiro ângulo.

20 24. Suporte de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que o primeiro ângulo é entre cerca de 10 e cerca de 20 graus.

25 25. Suporte de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que o segundo ângulo é entre cerca de 2 e cerca de 10 graus.

26. Suporte de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que o entalhe de detenção é formado na segunda superfície
25 angulada.

27. Suporte de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que o lado axialmente interno do entalhe de detenção é radialmente para dentro de um lado axialmente externo do entalhe de

detenção.

28. Suporte de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente uma superfície plana que estende-se axialmente da segunda face inclinada até uma parede que estende-se radialmente para dentro na superfície interna.

29. Suporte para um elemento de vedação rotativo em um conjunto de vedação mecânica dividido, caracterizado pelo fato de que compreende:

um corpo anular compreendendo pelo menos dois segmentos do suporte arqueados casados que casam para formar o corpo anular; e

uma superfície inferior escalonada no corpo anular, a superfície inferior escalonada incluindo uma primeira face inclinada que estende-se radialmente e axialmente para dentro da extremidade axialmente para frente do suporte, a primeira face inclinada estendendo-se em um primeiro ângulo em relação a um eixo geométrico longitudinal do conjunto de vedação mecânica, e uma segunda face inclinada estendendo-se radialmente e axialmente para dentro da primeira face inclinada, a segunda face inclinada estendendo-se em um segundo ângulo em relação a um eixo geométrico longitudinal do conjunto de vedação mecânica.

30. Suporte de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de que o segundo ângulo é menor que o primeiro ângulo.

31. Suporte de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de que o primeiro ângulo é entre cerca de 10 e cerca de 20 graus.

32. Suporte de acordo com a reivindicação 31, caracterizado pelo fato de que o primeiro ângulo é cerca de 15 graus.

33. Suporte de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de que o segundo ângulo é entre cerca de 2 e cerca de 10 graus.

34. Suporte de acordo com a reivindicação 33, caracterizado pelo fato de que o segundo ângulo é entre cerca de 3 e cerca de 4 graus.

35. Suporte de acordo com a reivindicação 34, caracterizado pelo fato de que o segundo ângulo é entre cerca de 3,5 graus.

36. Suporte de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente um entalhe de detenção formado na superfície inferior do corpo anular para receber uma parte radialmente externa de um anel-O.

37. Suporte de acordo com a reivindicação 36, caracterizado pelo fato de que o entalhe de detenção é curvo em duas direções.

38. Suporte de acordo com a reivindicação 36, caracterizado pelo fato de que o entalhe de detenção é formado na segunda face inclinada, de maneira tal que um lado axialmente interno do entalhe de detenção fique radialmente para dentro de um lado axialmente externo do entalhe de detenção.

39. Método para montar um conjunto de vedação mecânica dividido para vedar equipamento estacionário e um eixo mecânico, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

prover um anel de vedação rotativo dividido com um anel-O disposto em torno e em contato com uma superfície radialmente externa do anel de vedação rotativo, o anel de vedação rotativo compreendendo pelo menos dois segmentos arqueados casados que casam para formar o anel de vedação rotativo; e

inserir o anel de vedação rotativo e o anel-O em um suporte do anel de vedação rotativo ao longo de um eixo geométrico longitudinal até que um entalhe de detenção em uma superfície radialmente interna do suporte do anel de vedação rotativo capture o anel-O.

40. Método de acordo com a reivindicação 39, caracterizado pelo fato de que o suporte do anel de vedação rotativo é preso no eixo mecânico antes da inserção do anel de vedação rotativo e do anel-O.

41. Método de acordo com a reivindicação 39, caracterizado

pelo fato de que o anel de vedação rotativo tem um chanfro condutor angulado duplo em uma superfície radialmente interna que leva ao entalhe de detenção.

5 42. Método para montar um conjunto de vedação mecânica dividido para vedar equipamento estacionário e um eixo mecânico, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

prender o suporte do anel de vedação rotativo no eixo mecânico, o suporte do anel de vedação rotativo compreendendo dois segmentos arqueados casados dispostos em torno do eixo mecânico; e

10 inserir um anel de vedação rotativo com um anel-O disposto em torno da superfície radialmente externa do anel de vedação rotativo no suporte do anel de vedação rotativo enquanto o suporte do anel de vedação rotativo é apertado em torno do eixo mecânico.

15 43. Método de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de que o anel de vedação rotativo é inserido até que um entalhe de detenção formado em uma superfície radialmente interna do suporte do anel de vedação rotativo capture o anel-O.

20 44. Método de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de que o anel de vedação rotativo tem um chanfro condutor duplo angulado em uma superfície radialmente interna que leva ao entalhe de detenção.

25 45. Suporte de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que o elemento de vedação tem um diâmetro e o entalhe de detenção tem uma profundidade que está entre cerca de 0,02 e cerca de 0,10 do diâmetro do elemento de vedação.

46. Suporte de acordo com a reivindicação 45, caracterizado pelo fato de que a razão entre a profundidade do entalhe de detenção e o diâmetro do elemento de vedação está entre cerca de 0,03 e cerca de 0,05.

47. Suporte de acordo com a reivindicação 19, caracterizado

pelo fato de que o elemento de vedação tem um diâmetro, um arco que constitui a forma do entalhe de detenção tem um raio, e a razão do raio e o diâmetro é entre cerca de 0,25 e cerca de 0,50.

5 48. Suporte de acordo com a reivindicação 47, caracterizado pelo fato de que a razão está entre cerca de 0,3 e cerca de 0,4.

49. Suporte de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de que o primeiro ângulo é cerca de 15 graus.

50. Suporte de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de que o segundo ângulo está entre cerca de 3 e cerca de 4 graus.

10 51. Suporte de acordo com a reivindicação 50, caracterizado pelo fato de que o segundo ângulo é cerca de 3,5 graus.