



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

(11) PI 0907171-7 B1



(22) Data do Depósito: 15/01/2009

(45) Data de Concessão: 24/09/2020

(54) Título: SISTEMA E MÉTODO DE AUTOMONITORAMENTO PARA AVALIAR E CONTROLAR EXIGÊNCIAS DE AJUSTE DE DISPOSITIVOS DE RESTRIÇÃO DE VAZAMENTO EM BOMBAS ROTODINÂMICAS

(51) Int.Cl.: F04D 29/46.

(30) Prioridade Unionista: 14/01/2009 US 12/353,735; 15/01/2008 US 61/011,100.

(73) Titular(es): WHW GROUP, INC..

(72) Inventor(es): RONALD J. BOURGEOIS; RANDY J. KOSMICKI; JEFFREY C. VIAN; TYLER M. ERLANDSON; MICHAEL L. VIKEN.

(86) Pedido PCT: PCT US2009000266 de 15/01/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/091575 de 23/07/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 15/07/2010

(57) Resumo: SISTEMA DE AUTOMONITORAMENTO PARA AVALIAR E CONTROLAR EXIGÊNCIAS DE AJUSTE DE DISPOSITIVOS DE RESTRIÇÃO DE VAZAMENTO EM BOMBAS ROTODINÂMICAS. Um sistema de ajuste de automonitoramento é fornecido para avaliar e efetuar o ajuste do mecanismo de restrição de vazamento entre os elementos rotatórios e não de uma bomba rotodinâmica para restringir vazamento e para estabelecer dimensões de espaço desejadas entre os elementos rotatórios e não rotatórios da bomba. O sistema de ajuste é estruturado para ser automonitorado para determinação de quando um ajuste do mecanismo de restrição de vazamento é autorizado pelas condições da bomba, e é estruturado com mecanismo de ajuste que são responsivos autoajustáveis às condições monitoradas da bomba, embora o ajuste manual seja também permitido.

**SISTEMA E MÉTODO DE AUTOMONITORAMENTO PARA AVALIAR E
CONTROLAR EXIGÊNCIAS DE AJUSTE DE DISPOSITIVOS DE RESTRIÇÃO
DE VAZAMENTO EM BOMBAS ROTODINÂMICAS**

FUNDAMENTO DA INVENÇÃO

5 Campo da invenção: Esta invenção relaciona-se às bombas rotodinâmicas, e especificamente relaciona-se aos meios para controlar e automatizar os dispositivos de ajuste para restringir a recirculação de fluido e reduzir o desgaste entre os elementos de processamento de fluido não rotatório e rotatório de bombas rotodinâmicas, especialmente aquelas bombas que são apropriadas para suportar lamas e aquelas bombas que são, ou podem ser, configuradas com componentes de desgaste ajustáveis projetados como dispositivos de restrição de vazamento.

15 Descrição da técnica relacionada: As bombas rotodinâmicas, tais como bombas centrífugas, são geralmente conhecidas e usadas para bombear fluidos em muitos tipos de indústrias e para muitas aplicações. Tais bombas geralmente compreendem um impulsor (elemento rotatório) alojado dentro de um envoltório de bomba (elemento não rotatório) tendo uma entrada de fluido e saída de fluido, ou descarga. O impulsor é tipicamente acionado por um motor externo ao envoltório. O impulsor é posicionado dentro do envoltório de modo que o fluido entrando na entrada do envoltório é liberado ao centro, ou olho, do impulsor. A rotação do impulsor atua no fluido primeiramente pela ação dinâmica das palhetas de impulsor que, combinadas com a força centrífuga, movem o fluido para regiões periféricas do envoltório para descarga da saída.

30 A ação dinâmica das palhetas, combinada com as forças

centrífugas resultando da rotação de impulsor, produz gradientes de pressão dentro da bomba. Uma área de pressão mais baixa é criada mais próxima ao olho do impulsor e uma área de pressão mais elevada resulta no diâmetro exterior do impulsor e na porção voluta do envoltório. Uma área de mudança de pressão, da pressão mais alta para mais baixa existe no espaço se estendendo radialmente localizada entre os componentes rotatórios e não rotatórios. O diferencial de pressão dentro da bomba conduz à recirculação de fluido através do espaço radial, entre as áreas de alta e baixa pressão. Tal recirculação de fluido, tipicamente caracterizada como vazamento, resulta em uma perda consequente de desempenho de bomba e um aumento acentuado no desgaste quando há uma presença de partículas sólidas no fluido.

Portanto, as bombas são estruturadas com vários dispositivos de restrição de vazamento, no lado de acionamento do impulsor para prevenir ou restringir o vazamento externo, e na entrada ou lado de sucção do impulsor para prevenir ou restringir o vazamento recirculante interno. Os mecanismos de restrição de vazamento ou vedação de bomba foram desenvolvidos onde um revestimento lateral, ou placa de desgaste, é colocado em justaposição axial ao impulsor da bomba. Os revestimentos laterais, geralmente correspondendo a um lado de sucção e um lado de acionamento da bomba, são posicionados para confinar o envoltório de bomba e, em algumas configurações, podem ser aparafusados ao envoltório de bomba. Em outras configurações, os revestimentos laterais são montados perto do envoltório de bomba de modo que a posição axial dos

revestimentos laterais relativos ao impulsor seja ajustável.

Os revestimentos laterais podem ser metal, cerâmica ou material elastômero, ou uma combinação de materiais, e fornecem uma construção simplificada para reparo ou manutenção da bomba. Construindo os revestimentos laterais com uma vedação de elastômero para permitir a ajustabilidade de um lado de sucção completo ou lado de acionamento provou ser benéfico para estender a vida de desgaste dos revestimentos. Adicionalmente, um revestimento lateral fornece uma extensão benéfica da vida útil da face de vedação do lado de sucção em aplicações de lama resistentes contra ajustar somente um anel de desgaste de vedação. (Patente de Hill 5.941.536).

Os espaços se estendendo radialmente, ou espaços afilados que estão substancialmente radialmente se estendendo, entre os membros rotatórios e não rotatórios são muito menos inclinadas a prender sólidos e são geralmente empregadas em bombas de lama. Apesar disso, os arranjos de restrição de vazamento são amplamente utilizados no espaço radial entre os elementos rotatórios e não rotatórios, no lado de acionamento ou lado de sucção, para restringir vazamento adicional e prender sólidos. Por exemplo, o Pedido Publicado US 2004/0136825 a Addie e col., divulga uma projeção fixa no envoltório de bomba ou no impulsor para fornecer um arranjo de restrição de vazamento entre o impulsor e o envoltório de bomba. Estas configurações de restrição podem sofrer do desempenho em declínio em serviço se um meio de ajuste não está presente para compensar o desgaste. Os anéis de vedação, ou anéis de

desgaste, que geralmente se estendem entre os elementos rotatórios e não rotatório são também usados como dispositivos de restrição de vazamento.

Os métodos de ajuste de anéis de vedação e revestimentos laterais são conhecidos e empregados em bombas rotodinâmicas. Por exemplo, a Patente US N°. 4.527.948 a Addie, e col., descreve um meio de manualmente ajustar uma vedação para contatar o impulsor. A Patente US N°. 5.971.704 a Blattmann é similar à patente 948 que divulga o uso de parafusos rosqueados para manualmente ajustar um pequeno anel de vedação para o impulsor para uma folga estabelecida. Estes arranjos de vedação forçam um anel de desgaste para a superfície do impulsor. Tais sistemas de ajuste confiam em ajustes manuais do mecanismo. Após o ajuste manual da vedação, um período de tempo existe onde há um contato forçado entre os elementos rotatórios e não rotatórios, mas como os elementos desgastam, uma folga entre os dois componentes se desenvolve. As folgas descontroladas ou não monitoradas entre os componentes permitem o vazamento, que acelera o desgaste. Adicionalmente, a folga entre os elementos rotatórios e não rotatórios se tornará progressivamente maior até que um ajuste adicional seja feito.

A Patente US N°. 6.739.829 a Addie divulga um elemento de anel flutuante ajustável posicionado entre o impulsor e o envoltório de bomba, que é também configurado com meios para receber e distribuir o fluido de limpeza e resfriamento no espaço entre o impulsor e o envoltório de bomba. O anel de restrição de vazamento confia na água para nivelar o mecanismo de restrição de vazamento e fornecer a

força para manter sua proximidade ao impulsor. O sistema de nivelamento exigido deve ser capaz de fornecer uma fonte consistente de líquido limpo ao mecanismo de vedação em uma pressão que não é alta o bastante para causar dano à vedação, mas é suficientemente alta o bastante para superar as pressões internas na bomba. A suficiência da pressão exigida no sistema de nivelamento é dependente da aplicação e da bomba.

A Patente US N°. 6.599.086 a Soja descreve uma placa de desgaste ajustável para uma bomba rotodinâmica. A placa de desgaste divulgada também usa um mecanismo de ajuste manual para posicionar um revestimento lateral completo.

Os mecanismos de ajuste prévios para arranjos de vedação e revestimentos laterais foram precedentemente especificamente direcionados para fornecer um meio manual de ajuste. Como resultado, tais arranjos podem ainda ser vulneráveis ao ajuste excedente e/ou falta de ajuste suficiente, que pode conduzir à recirculação de fluido indesejável, ou vazamento, e desgaste entre os elementos rotatórios e estacionários da bomba. Além disso, a água de nivelamento não está sempre disponível ou prática para uma dada aplicação. Além disso, a posição relativa dos elementos de vedação ou mecanismos de restrição de vazamento não pode exatamente ser controlada pelo meio de ajuste manual devido às variáveis da aplicação.

Assim, seria vantajoso na técnica fornecer um meio para efetuar o ajuste automático do mecanismo de restrição de vazamento associado com o espaço radial entre os elementos rotatórios e não rotatórios da bomba para controlar o vazamento e o desgaste, desse modo melhorando a

vida dos elementos e desempenho da bomba. Também seria vantajoso fornecer um mecanismo de monitoramento em que o ajuste pode ser automaticamente feito responsivo a uma necessidade detectada para efetuar um ajuste ao espaço preferido entre os elementos rotatórios e não rotatórios. Também seria vantajoso fornecer em uma bomba rotodinâmica um dispositivo sensor que indica uma ou mais condições dentro da bomba de modo que o ajuste manual possa ser efetuado.

10 BREVE SUMÁRIO DA INVENÇÃO

De acordo com a presente invenção, um sistema de ajuste automático é fornecido para efetuar o ajuste do mecanismo de restrição de vazamento entre os elementos rotatórios e não rotatórios da bomba para restringir o vazamento e para estabelecer as dimensões de espaço desejadas entre os elementos rotatórios e não rotatórios de uma bomba. O sistema de ajuste automático é estruturado para ser automonitoramento para determinação de quando um ajuste do mecanismo de restrição de vazamento é garantido pelas condições da bomba, e é estruturado com mecanismos de ajuste que podem ser autoajustáveis responsivos às condições monitoradas da bomba. O sistema de ajuste automático é descrito aqui com relação ao uso em uma bomba centrífuga do tipo de lama primariamente para reduzir o desgaste, mas pode ser adaptado para uso em qualquer bomba rotodinâmica com um aumento resultante no desempenho de bomba.

Em uma modalidade adicional da invenção, um sensor ou dispositivo de monitoramento é fornecido em, ou na proximidade à bomba de modo que uma ou mais condições da

bomba possam ser monitoradas pelo dispositivo, e um indicador ou outro dispositivo de alerta alertará a condição de modo que um ajuste manual possa ser feito dos mecanismos de ajuste da bomba para fornecer um espaço
5 preferido entre os elementos rotatórios e não rotatórios. Enquanto esta modalidade não fornece um meio automático para ajustar o elemento não rotatório, está todavia dentro do alcance da invenção para fornecer detecção e ou monitorar dispositivos para permitir o ajuste manual.

10 Como usado aqui, "elemento rotatório" refere-se ao impulsor ou uma estrutura similar, tal como um rotor, que é acionado e tipicamente alojado dentro de um envoltório da bomba. Como usado aqui, "elemento não rotatório" se refere a qualquer estrutura ou estruturas estacionárias que é
15 posicionada adjacente ao elemento rotatório e que, em justaposição com o elemento rotatório, produz um espaço entre o mesmo através do qual a recirculação de fluido, ou vazamento, tipicamente ocorre devido aos diferenciais de pressão. O elemento não rotatório pode, mais tipicamente,
20 ser um mecanismo de restrição de vazamento, um revestimento lateral ou uma porção do envoltório de bomba.

O sistema de ajuste automático da presente invenção é geralmente compreendido de pelo menos um sensor ou mecanismo de detecção, pelo menos um dispositivo de ajuste
25 e um sistema de controlo em comunicação com o sensor ou mecanismo de detecção e o dispositivo de ajuste para efetuar o ajuste apropriado do mecanismo de restrição de vazamento para fornecer uma resistência mais eficaz à recirculação de fluido e desgaste.

30 O sensor ou mecanismo de detecção, do qual há pelo

menos um, é posicionados em proximidade a um elemento da bomba para monitorar uma ou mais condições que indicariam uma necessidade para fazer um ajuste do espaço existindo entre os elementos rotatórios e não rotatórios. O sensor ou
5 dispositivo de detecção pode ser posicionado dentro da bomba ou fora da bomba.

O sensor ou mecanismo de detecção pode ser qualquer dispositivo apropriado que é capaz de determinar o contato entre os elementos rotatórios e não rotatórios e/ou que é
10 capaz de determinar uma ou mais condições que indicam a necessidade de efetuar um ajuste do espaço entre os elementos rotatórios e não rotatórios. Tais condições podem incluir, mas não são limitados a, a dimensão mensurável de distância existindo entre elementos rotatórios e não
15 rotatórios, a existência de pressão ou diferenciais de pressão no ou perto do espaço, a quantidade de força necessária para girar o elemento rotatório, ou a quantidade de força exigida para acionar o ajuste.

Os exemplos de sensor ou mecanismos de detecção (os
20 termos sendo usados permutavelmente aqui) é um sensor de proximidade para determinar as dimensões do espaço entre os elementos rotatórios e não rotatórios, um sensor de vibração capaz de detectar uma quantidade de mudança em níveis de vibração que indica o contato entre os elementos
25 rotatórios e não rotatórios, um sensor de força capaz de determinar que uma determinada mudança na quantidade de força é exigida para fazer o ajuste entre elementos rotatórios e não rotatórios e um sensor de torque capaz de detectar uma quantidade de mudança no torque do elemento
30 rotatório que indica uma condição de contato entre os

elementos rotatórios e não rotatórios. Outro sensor ou mecanismo de detecção apropriado seria um que detecta um aumento nos ampéres sendo extraídos pelo motor de acionamento para o elemento rotatório, que indica o contato
5 entre os elementos rotatórios e não rotatórios.

O dispositivo de ajuste da invenção, do qual há pelo menos um e mais tipicamente uma pluralidade de dispositivos de ajuste, é qualquer estrutura que é capaz de efetuar um movimento do elemento não rotatório relativo ao elemento
10 rotatório em uma maneira que ajusta o espaço existindo entre o mesmo e através do qual recirculação de fluido, ou vazamento, ocorre. Um tipo exemplar de dispositivo de ajuste é um que compreende um membro, tal como uma haste rosqueada, tendo uma primeira extremidade que está em
15 contato com o elemento não rotatório móvel e uma segunda extremidade que é estruturada com um mecanismo de acionamento. A operação do mecanismo de acionamento faz com que a haste rosqueada se mova contra o elemento não rotatório para efetuar o movimento do elemento não
20 rotatório na direção do elemento rotatório. Qualquer tipo ou configuração de um dispositivo de ajuste pode ser empregado na invenção que é capaz de realizar o movimento exigido do elemento não rotatório responsivo a uma ativação sinalizada do dispositivo de ajuste.

25 O mecanismo de acionamento do dispositivo de ajuste pode ser qualquer maneira ou tipo de dispositivo que causa movimento do dispositivo de ajuste contra o elemento não rotatório. Por exemplo, o mecanismo de acionamento pode ser hidráulico, pneumático ou algum outro instrumentalmente
30 mecânico.

O mecanismo de acionamento do dispositivo de ajuste é adicionalmente estruturado para se comunicar com um sistema de controle que sinaliza o mecanismo de acionamento para operar responsivo às condições detectadas na ou da bomba.

5 Nesta consideração, os dispositivos de ajuste existentes nas bombas existentes podem ser retroadaptados com um dispositivo de acionamento, e mecanismos de sensor podem ser posicionados com relação à bomba, e ao sistema de controle, para equipar as bombas existentes no campo com o
10 sistema de ajuste automático da presente invenção.

O sistema de controle, como notado, está em comunicação com o dispositivo ou dispositivos de sensor e com o mecanismo de acionamento de cada dispositivo de ajuste. O sistema de controle é de um tipo que pode receber
15 dados da detecção ou dispositivo sensor, processar estes dados, e sinalizar o mecanismo de acionamento de cada dispositivo de ajuste para operar em resposta à detecção de uma condição dentro da bomba. Assim, o sistema de controle pode ter uma base de dados central para permitir estas
20 etapas.

Além disso, a base de dados do sistema de controle pode ser programada com o software e hardware apropriados para determinar os intervalos apropriados em que ajustes devem ser feitos para fornecer ajustes preditivos
25 consistentes com as condições ou operação de uma dada bomba. O sistema de controle pode ter capacidade de armazenamento que permite a determinação de condições de pré-operação reais ou potenciais que permitem um ajuste inicial da distância entre os elementos rotatórios e não
30 rotatórios. Tais dados serviriam como uma linha base da

qual a posição relativa dos elementos rotatórios e não rotatórios pode ser estabelecida, seguida pelos ajustes apropriados determinados pelo monitoramento das condições de bomba pelos dispositivos de sensor.

5 O sistema de controle pode também ser programado com dados de dimensão de espaço ou folga tal que se o contato é detectado entre os elementos rotatórios e não rotatórios, o mecanismo de acionamento pode ser sinalizado para efetuar um movimento reverso, ou "de retração", do elemento não
10 rotatório relativo ao elemento rotatório.

O sistema de controle pode também ter a capacidade de armazenar dados de ajuste e tempo precedentes para determinar uma taxa de desgaste dos componentes. A taxa de desgaste calculada pode então ser usada para determinar uma
15 taxa de desgaste prevista e iniciar uma sequência de ajuste para manter uma posição relativa contínua ou quase contínua entre os componentes rotatórios e não rotatórios sem contato. Periodicamente, uma sequência de contato pode ser iniciada o que permitiria atualizar de taxa de desgaste.
20 Alternativamente uma assinatura de um sensor ou sensores de posição pode ser determinada que correlaciona com a posição relativa dos elementos ajustáveis. Esta assinatura será então usada para determinar e prever a taxa de desgaste acima mencionada.

25 BREVE DESCRIÇÃO DAS DIVERSAS VISTAS DOS DESENHOS

Os desenhos que ilustram presentemente o melhor modo para realizar a invenção:

A FIG. 1 é uma vista lateral na elevação de uma bomba centrífuga esquematicamente mostrando os componentes
30 externos fundamentais da presente invenção;

A FIG. 2 é uma vista isométrica de uma bomba centrífuga mostrando o lado de entrada da bomba e ilustrando a colocação da porção de mecanismo de acionamento de uma pluralidade de dispositivos de ajuste e
5 vários sensores;

A FIG. 3 é uma vista ampliada na seção transversal da extremidade molhada de uma bomba de lama ilustrando os elementos internos da presente invenção;

A FIG. 4 é uma vista parcial em seção transversal de
10 uma bomba mostrando o posicionamento do sensor de vibração;

A FIG. 5 é uma vista parcial na seção transversal de uma bomba mostrando uma modalidade alternativa da invenção para uso com um anel de desgaste ajustável;

A FIG. 6 é um diagrama de fluxo esquematicamente
15 ilustrando a sequência para o acionamento dos dispositivos de ajuste da invenção; e

A FIG. 7 é um diagrama de fluxo ilustrando esquematicamente o meio para determinar ajustes preditivos em uma bomba.

20 DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

Nos desenhos, onde os mesmos elementos ou similares são indicados pelos mesmos numerais de referência, a FIG. 1 ilustra um sistema de ajuste automático 10 englobado pela presente invenção instalado em uma bomba rotodinâmica 12. A
25 bomba rotodinâmica 12 geralmente compreende um envoltório de bomba 14 tendo uma entrada de fluido 16 e uma saída de fluido 18 para descarga. A bomba 12 ainda inclui um mecanismo de acionamento 20 para conduzir os elementos rotatório da bomba, e o mecanismo de acionamento 20 é
30 posicionado através de um conjunto de rolamento 22 ao qual

o envoltório de bomba 14 é preso na maneira conhecida.

O sistema de ajuste automático 10 da presente invenção é geralmente compreendido de pelo menos um sensor ou mecanismo de detecção 30 (do qual uma pluralidade de vários
5 mecanismos de detecção ou sensor é mostrada para finalidades ilustrativas), pelo menos um dispositivo de ajuste 32 e um sistema de controle 34. A presente invenção pode preferivelmente compreender uma pluralidade de dispositivos de ajuste 32 que, como mostrado mais
10 claramente na FIG. 2, podem, por exemplo, ser posicionados para cercar a entrada de fluido 16 da bomba 12. Cada um dos dispositivos de ajuste 32 é ilustrado como sendo ligado ao sistema de controle 34, como será explicado mais abaixo.

Referindo-se à FIG. 3, que ilustra os aspectos
15 internos da bomba 12, pode ser visto que na maneira convencional, um impulsor 36 está posicionado dentro do envoltório de bomba 14 da bomba 12 e é conectado ao mecanismo de acionamento 20 para a rotação dentro do envoltório de bomba 14. O impulsor 36 pode ser de qualquer
20 tipo ou construção, mas é mostrado aqui como tendo pelo menos uma palheta 38 posicionada entre um protetor frontal 40 e um protetor traseiro 42, correspondendo ao lado de sucção e lado de acionamento da bomba, respectivamente. O impulsor 36 pode, como aqui, ter palhetas de expulsão 44
25 posicionadas no protetor frontal 40 e palhetas de expulsão 46 posicionadas sobre o protetor traseiro 42. As palhetas de expulsão não podem sempre estar presentes, e o tipo ou configuração do impulsor pode extensamente variar com a aplicação e tipo de bomba.

30 O envoltório de bomba 14 da bomba 12 pode variar

extensamente em sua estrutura e configuração. Como modo de exemplo somente, a bomba ilustrada 12 tem um envoltório de bomba 14 que é compreendido de um envoltório lateral de acionamento 50 e envoltório lateral de sucção ou frente
5 separada 52 que é preso ao envoltório lateral de acionamento 50 pelos parafusos 54. O envoltório lateral de sucção 52 é configurado com uma cobertura de sucção separada 56 que é presa ao envoltório lateral de sucção 52 pelos parafusos 58. Na configuração particular mostrada, o
10 envoltório de bomba 14 é ainda compreendido de peças de revestimento separadas, incluindo um revestimento de envoltório lateral de acionamento 60 e um revestimento de envoltório lateral de sucção 62 que são ambos projetados como componentes de desgaste. É possível para a bomba 12
15 ter um múltiplo envoltório lateral de acionamento de peça (por exemplo, uma cobertura lateral de acionamento (não mostrada) similar ao envoltório lateral de sucção 52 e cobertura 56).

Na configuração de bomba mostrada, o revestimento de
20 envoltório lateral de acionamento 60 é posicionado dentro do envoltório lateral de acionamento 50 e é aparafusado no lugar. O revestimento de envoltório lateral de sucção 62 é posicionado dentro do envoltório lateral de sucção 52 e é aparafusado no lugar. Um revestimento lateral de sucção não
25 rotatório separado 64 é posicionado dentro do revestimento de envoltório lateral de sucção 62 e é localizado adjacente ao lado de sucção do impulsor 36. Uma placa de reforço 66 está posicionada adjacente ao revestimento lateral de sucção 64. Em virtude de sua formação, o revestimento
30 lateral de sucção 64 e placa de reforço 66 podem ser

coletivamente referidos como um conjunto de revestimento lateral de sucção, como descrito mais inteiramente na Patente US N°. 5.591.536, a divulgação da qual é incorporada aqui por referência. Similar ao lado de sucção, a bomba 12 pode ser configurada com um revestimento lateral de acionamento 68 posicionado adjacente ao lado de acionamento do impulsor 36, e uma placa de reforço 70 pode ser posicionada contra o revestimento lateral de acionamento 68 para formar um conjunto de revestimento lateral de acionamento.

Uma estrutura e posicionamento de exemplo dos dispositivos de ajuste da presente invenção serão descritos aqui com relação ao lado de sucção da bomba 12, que é inerentemente onde o sistema de ajuste automático seria posicionado. Entretanto, o sistema de ajuste automático da invenção pode ainda compreender os dispositivos de ajuste posicionados no lado de acionamento da bomba em conexão com o conjunto de revestimento lateral de acionamento na mesma maneira como descrito para o lado de sucção da bomba.

Pode-se ver da FIG. 3 que a posição do revestimento lateral de sucção 64 adjacente ao lado de sucção do impulsor 36 forma um espaço 72 através do qual o fluido pode recircular, ou vaziar, sob várias condições previamente descritas. É desejável restringir tal vazamento mantendo uma tolerância apropriadamente próxima entre o revestimento lateral de sucção 64 e o impulsor 36. Assim, o conjunto lateral de sucção é configurado para ser axialmente móvel em uma direção ao impulsor para manter uma dimensão axial apropriada do espaço 72 para restringir vazamento e desgaste.

Para essa finalidade, a presente invenção compreende dispositivos de ajuste 32 tendo uma extremidade 76 que é presa à placa de reforço 66 do conjunto de revestimento lateral de sucção. O dispositivo de ajuste 32 tem uma
5 segunda extremidade 78 que compreende um mecanismo de acionamento 80.

O mecanismo de acionamento 80 é, como mostrado nas FIGS. 1, 2 e 3, em comunicação elétrica com o sistema de controle 34 da invenção, tal como por um fio 82 como
10 mostrado aqui. O mecanismo de acionamento 80 pode estar em comunicação sem fio, entretanto, com o sistema de controle 34. O dispositivo de ajuste 32, como mostrado mais claramente na FIG. 3, pode compreender uma haste 86 presa à placa de reforço 66, a haste 86 sendo móvel em resposta à
15 ativação do mecanismo de acionamento 80. O mecanismo de acionamento 80 pode ser qualquer estrutura ou dispositivo apropriado, tal como um servo dispositivo, e pode ser eletromecanicamente, hidraulicamente ou pneumaticamente operado, ou qualquer combinação de tais meios. Isto é, o
20 mecanismo de acionamento acionado 80 pode ser qualquer dispositivo que converte potência elétrica ou fluido em um movimento mecânico desejado para efetuar o movimento do dispositivo de ajuste 32.

O mecanismo de acionamento 80 de cada dispositivo de
25 ajuste 32 está em comunicação com uma unidade de processamento central (CPU), mostrada esquematicamente na FIG. 1 em 90, o sistema de controle 34, que é capaz de emitir um sinal aos dispositivos de ajuste 32 responsivos à informação recebida de pelo menos um mecanismo de sensor
30 30. Assim, a CPU 90 está também em comunicação, conectada

com ou sem fio, com o mecanismo de sensor 30 para coletar dados para processamento. O sistema de controle 34 também inclui armazenamento de dados e capacidade de processamento, como sugerido em 92 na FIG. 1 para calcular e armazenar a informação referindo às dimensões de espaço ótimas, intervalos de ajuste e protocolos de monitoramento para o desgaste no mecanismo de restrição de vazamento, por exemplo, o revestimento lateral de sucção 64.

Em uma modalidade alternativa da invenção, os mecanismos de sensor 30 estão em comunicação com o sistema de controle 34, tal como CPU 90, por meios com fio ou sem fio, e emitem dados ao sistema de controle 34. O sistema de controle 34 é estruturado com um alarme 88 ou dispositivo equivalente que fornece uma indicação de uma condição da bomba que exige um ajuste a ser feito entre os elementos rotatórios e não rotatórios da bomba. Responsivo à observação fornecida pelo alarme 88, o ajuste manual pode ser efetuado como descrito.

O sensor ou mecanismo de detecção 30 da presente invenção pode ser qualquer dispositivo apropriado que pode monitorar e detectar condições na bomba, do qual uma determinação pode ser feita para ativação do ajuste do conjunto de revestimento lateral de sucção, e/ou sinalizar se uma sequência de ajuste eliminou o espaço, automaticamente ou manualmente. As FIGS. 1 e 2 ilustram em uma única figura uma variedade de tais mecanismos de sensor 30. Um primeiro tipo de mecanismo de sensor 30 pode ser um sensor de deslocamento linear 94 que é posicionado através do envoltório de bomba e em proximidade ao impulsor 36 para detectar o movimento linear, ou axial do impulsor 36 e

revestimento lateral de sucção 64 relativo um ao outro. O sensor de deslocamento linear 94 pode, portanto, detectar se o espaço 72 entre aqueles elementos é suficientemente grande para garantir o ajuste do revestimento lateral de sucção 64, ou que o espaço é eliminado assim concluindo o ajuste.

Outro tipo de mecanismo de sensor 30 mostrado nas FIGS. 1, 2 e 4 é um sensor de vibração 96 que detecta níveis de vibração da bomba ou um componente de bomba. O contato entre o impulsor 36 e o revestimento lateral de sucção 64 muda estes níveis de vibração, desse modo permitindo a determinação se aqueles dois elementos estão se contatando. Dependendo do projeto do dispositivo de restrição de vazamento, esta informação pode iniciar uma sequência de ajuste ou pode indicar se uma sequência de ajuste iniciada por outro fator eliminou o espaço. Pode ser visto da FIG. 4 que o sensor de vibração 96 está posicionado em grande proximidade à placa de reforço 66.

Um terceiro tipo de mecanismo de sensor 30 é mostrado na FIG. 1 como um sensor de torque 98, que é posicionado no mecanismo de acionamento 20. O sensor de torque 98 é capaz de determinar uma mudança no torque exigido para girar o impulsor 36, que por sua vez é indicativo se o contato está sendo feito entre o impulsor 36 e o revestimento lateral de sucção 64 tal que um ajuste é apropriado ou se uma sequência de ajuste eliminou o espaço. Os sensores de torque 100 podem também ser posicionados sobre ou próximo dos dispositivos de ajuste 32, como esquematicamente representado na FIG. 1.

Um quarto tipo de mecanismo de sensor 30 é

esquemáticamente representado na FIG. 1 como um medidor de corrente elétrica 102 ou detector associado com o motor de acionamento 104 da bomba. A detecção de um aumento na corrente elétrica exigida no motor 104 pode indicar o
5 contato entre os elementos rotatórios e não rotatórios da bomba.

Qualquer um ou uma combinação destes, e qualquer outro mecanismo ou dispositivo de sensor apropriado, pode ser usado para monitorar e determinar as condições da bomba que
10 garantem o ajuste do elemento não rotatório (isto é, revestimento lateral de sucção) relativo ao elemento rotatório (isto é, o impulsor), ou indica se uma sequência de ajuste eliminou o espaço.

O sensor ou mecanismo de detecção da presente
15 invenção, quando empregado em um modo para fornecer o ajuste automático do dispositivo de ajuste 32, está em comunicação elétrica, mecânica ou eletromecânica com o sistema de controle 34. Isto pode ser realizado, por exemplo, fornecendo um fio 106 entre o mecanismo de sensor
20 30 (por exemplo, sensor de vibração 96) e o sistema de controle 34.

A FIG. 5 ilustra uma modalidade alternativa da presente invenção onde o elemento não rotatório é um anel de restrição de vazamento ou anel de desgaste 108 que está
25 posicionado entre um revestimento lateral não rotatório, não ajustável 110 e o impulsor 36 perto do olho do impulsor 36. Um dispositivo de ajuste 32 é posicionado através do envoltório de bomba 54 e está em contato com o anel de desgaste 108. O mecanismo de acionamento 80 do dispositivo
30 de ajuste 32 é posicionado externamente à bomba 12 e está

em comunicação com o sistema de controle (não mostrado). Um mecanismo de sensor 30, como por exemplo, um sensor de vibração 96, é mostrado em proximidade ao dispositivo de ajuste 32 e é posicionado como previamente descrito para
5 detectar uma condição, tal como vibração aumentada dos elementos rotatórios e/ou não rotatórios da bomba. Embora um sensor de vibração 96 seja mostrado, qualquer outro mecanismo de sensor 30 pode ser empregado como descrito previamente, incluindo um extensômetro.

10 A FIG. 6 compreende um fluxograma esquemático que descreve geralmente como os dados coletados dos mecanismos de sensor e dos dispositivos de ajuste podem ser processados e armazenados para fornecer ajuste automático e monitoramento no sistema, como descrito previamente. A FIG.
15 7 é um fluxograma esquemático de como os ajustes preditivos, tais como podem ser baseados em taxas de desgaste calculadas, pode ser determinado para efetuar o autoajuste contínuo ou periódico dos dispositivos de ajuste. Nos fluxogramas esquemáticos de ambas FIGS. 6 e 7,
20 os valores X e Y denotam períodos de tempo selecionados, onde X pode tipicamente ser maior do que Y, e os valores ou períodos de tempo podem ser baseados na aplicação particular a qual a bomba é colocada.

O sistema de automonitoramento e ajuste da presente
25 invenção podem ser instalados em ou adaptados para uso em qualquer tipo de bomba rotodinâmica, e o sistema da invenção pode ser retro-ajustado nas bombas existentes. Assim, os elementos e configurações do sistema de automonitoramento e ajuste descritos aqui podem variar
30 dependendo do tipo de bomba e aplicação. Portanto, a

referência aqui aos detalhes específicos da invenção é como modo de exemplo somente e não é pretendida limitar o escopo da invenção em nenhuma maneira.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de automonitoramento autoajustável (10) para avaliar e efetuar o ajuste de um mecanismo de restrição de vazamento (72) em bombas rotodinâmicas (12) tendo um elemento rotatório (36) adjacente a um elemento não rotatório (14, 60, 64), o sistema caracterizado por compreender:

pelo menos um dispositivo de ajuste (32) posicionado para efetuar o movimento axial entre os elementos de restrição de vazamento rotatórios (36) e não rotatórios (14, 60, 64) de uma bomba (12) para fornecer uma dimensão de espaço de restrição de vazamento (72) selecionada entre os ditos elementos rotatório e não rotatório mediante determinação de uma condição que requer ajuste entre os ditos elementos rotatório e não rotatório;

pelo menos um mecanismo de sensor (30) posicionado para detectar condições da bomba, o dito pelo menos um sensor sendo posicionado em proximidade ao espaço de restrição de vazamento entre os ditos elementos rotatório e não rotatório da dita bomba para determinar se ou não as condições requerem um ajuste do dito espaço, opcionalmente em que o dito pelo menos um mecanismo de sensor é um detector de corrente elétrica em comunicação com um motor de acionamento de uma bomba; e

um sistema de controle (34) em comunicação com o dito pelo menos um mecanismo de sensor e sendo capaz de receber dados a partir do pelo menos um mecanismo de sensor para indicar a necessidade para efetuar o ajuste entre os ditos elementos rotatório e não rotatório de uma bomba para fornecer uma dimensão de espaço de restrição de vazamento

selecionada entre os mesmos.

2. Sistema de automonitoramento (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o dito sistema de controle (34) está adicionalmente em comunicação com o dito pelo menos um dispositivo de ajuste (32) para sinalizar o movimento do dito pelo menos um dispositivo de ajuste para efetuar o ajuste automático entre os elementos de vedação rotatórios (36) e não rotatórios (14, 60, 64) de uma bomba (12).

3. Sistema de automonitoramento (10), de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** por compreender ainda um mecanismo de acionamento (80) como parte de cada um do dito pelo menos um dispositivo de ajuste (32) que recebe um sinal a partir do dito sistema de controle (34) para ativar o mecanismo de acionamento para efetuar o movimento do dito pelo menos um dispositivo de ajuste.

4. Sistema de automonitoramento (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o dito pelo menos um mecanismo de sensor (30) é um sensor de vibração (96).

5. Sistema de automonitoramento (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o dito pelo menos um mecanismo de sensor (30) é um sensor de força.

6. Sistema de automonitoramento (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o dito pelo menos um mecanismo de sensor (30) é um sensor de pressão.

7. Sistema de automonitoramento (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o dito pelo menos um mecanismo de sensor (30) é um sensor de torque (100).

8. Sistema de automonitoramento (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o dito pelo menos um mecanismo de sensor (30) é um sensor de deslocamento linear (94).

5 9. Sistema de automonitoramento (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o dito pelo menos um sensor (30) compreende uma pluralidade de sensores selecionados a partir do grupo consistindo em sensores de deslocamento linear (94), detectores de corrente elétrica
10 (102), sensores de vibração (96), sensores de força, sensores de pressão, extensômetros, sensores de torque (100) e combinações destes sensores.

10. Sistema de automonitoramento (10), de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de que o dito pelo
15 menos um mecanismo de sensor (30) é um extensômetro.

11. Sistema de automonitoramento (10), de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pelo fato de que o dito sistema de controle (34) inclui uma estrutura de processamento (90) que é capaz de processar dados recebidos
20 a parti do dito pelo menos um mecanismo de sensor (30) e a partir do dito pelo menos um dispositivo de ajuste (32) para calcular as taxas de desgaste na bomba (12), e para usar as ditas taxas de desgaste calculadas para efetuar o ajuste automático entre os elementos rotatório (36) e não
25 rotatório da bomba.

12. Sistema de automonitoramento (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o dito pelo menos um dispositivo de ajuste (32) é posicionado no lado de sucção da bomba (12).

30 13. Sistema de automonitoramento (10), de acordo com a

reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato de que ainda inclui pelo menos um dispositivo de ajuste (32) posicionado no lado de acionamento da bomba (12).

14. Sistema de automonitoramento (10), de acordo com a
5 reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o dito elemento de restrição de vazamento não rotatório da bomba é uma placa de desgaste.

15. Sistema de automonitoramento (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o dito
10 elemento de restrição de vazamento não rotatório da bomba é um anel de desgaste (108).

16. Sistema de automonitoramento (10) para efetuar o ajuste de um mecanismo de restrição de vazamento (72) em bombas rotodinâmicas (12) tendo um elemento rotatório (36)
15 adjacente a um elemento não rotatório (14, 60, 64), **caracterizado** por compreender:

pelo menos um dispositivo de ajuste (32) posicionado para efetuar o movimento axial entre os elementos de restrição de vazamento rotatório (36) e não rotatório (14,
20 60, 64) de uma bomba (12) para fornecer uma dimensão de espaço de restrição de vazamento (72) selecionada entre os ditos elementos rotatório e não rotatório; e

pelo menos um mecanismo de sensor (30) posicionado para detectar as condições da bomba no dito espaço entre os
25 ditos elementos rotatório e não rotatório para determinar os requerimentos de ajuste da dita dimensão do espaço entre os mesmos, o dito pelo menos um mecanismo de sensor sendo estruturado para fornecer uma indicação de condições de bomba ou a posição relativa entre os ditos elementos
30 rotatório e não rotatório da bomba, a partir da qual uma

determinação pode ser feita para manualmente ajustar o dito pelo menos um dispositivo de ajuste para fornecer uma dimensão de espaço de restrição de vazamento selecionada entre os ditos elementos rotatório e não rotatório.

5 17. Sistema de automonitoramento (10), de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado** por compreender ainda um sistema de controle (34) em comunicação com o dito pelo menos um mecanismo de sensor (30), o dito sistema de controle tendo um dispositivo de alarme (88) que fornece a
10 observação de uma determinação de que o ajuste manual é exigido entre os ditos elementos rotatório (36) e não rotatório (14, 60, 64) da bomba (12).

18. Método para fornecer automonitoramento e autoajuste de elementos de restrição de vazamento em bombas
15 rotodinâmicas (12) tendo elementos rotatórios (36) e não rotatórios (14, 60, 64) adjacentes **caracterizado** por compreender:

fornecer um sistema de automonitoramento (10) e autoajuste compreendendo:

20 pelo menos um dispositivo de ajuste (32) posicionado para efetuar movimento axial entre os elementos de restrição de vazamento rotatórios e não rotatórios de uma bomba para fornecer uma dimensão de espaço de restrição de vazamento (72) selecionada entre os ditos elementos
25 rotatórios e não rotatórios;

 pelo menos um mecanismo de sensor (30) posicionado em proximidade ao dito espaço de restrição de vazamento para detectar condições da bomba que determinam se ou não atuação do dito dispositivo de ajuste é requerida
30 para fornecer o dito espaço operacional; e

um sistema de controle (34) em comunicação com o dito pelo menos um mecanismo de sensor (30) e sendo capaz de receber dados a partir do dito pelo menos um mecanismo de sensor para indicar a necessidade de efetuar o ajuste
5 entre os elementos rotatórios e não rotatórios de uma bomba;

detectar uma condição de uma bomba através do dito pelo menos um mecanismo de sensor;

emitir um sinal a partir do dito pelo menos um
10 mecanismo de sensor para o dito sistema de controle mediante detecção da dita condição;

avaliar a dita condição da bomba usando o dito sistema de controle; e

emitir um sinal a partir do dito sistema de controle
15 para o dito pelo menos um dispositivo de ajuste (32) para efetuar um ajuste espacial entre os elementos rotatórios e não rotatórios da bomba.

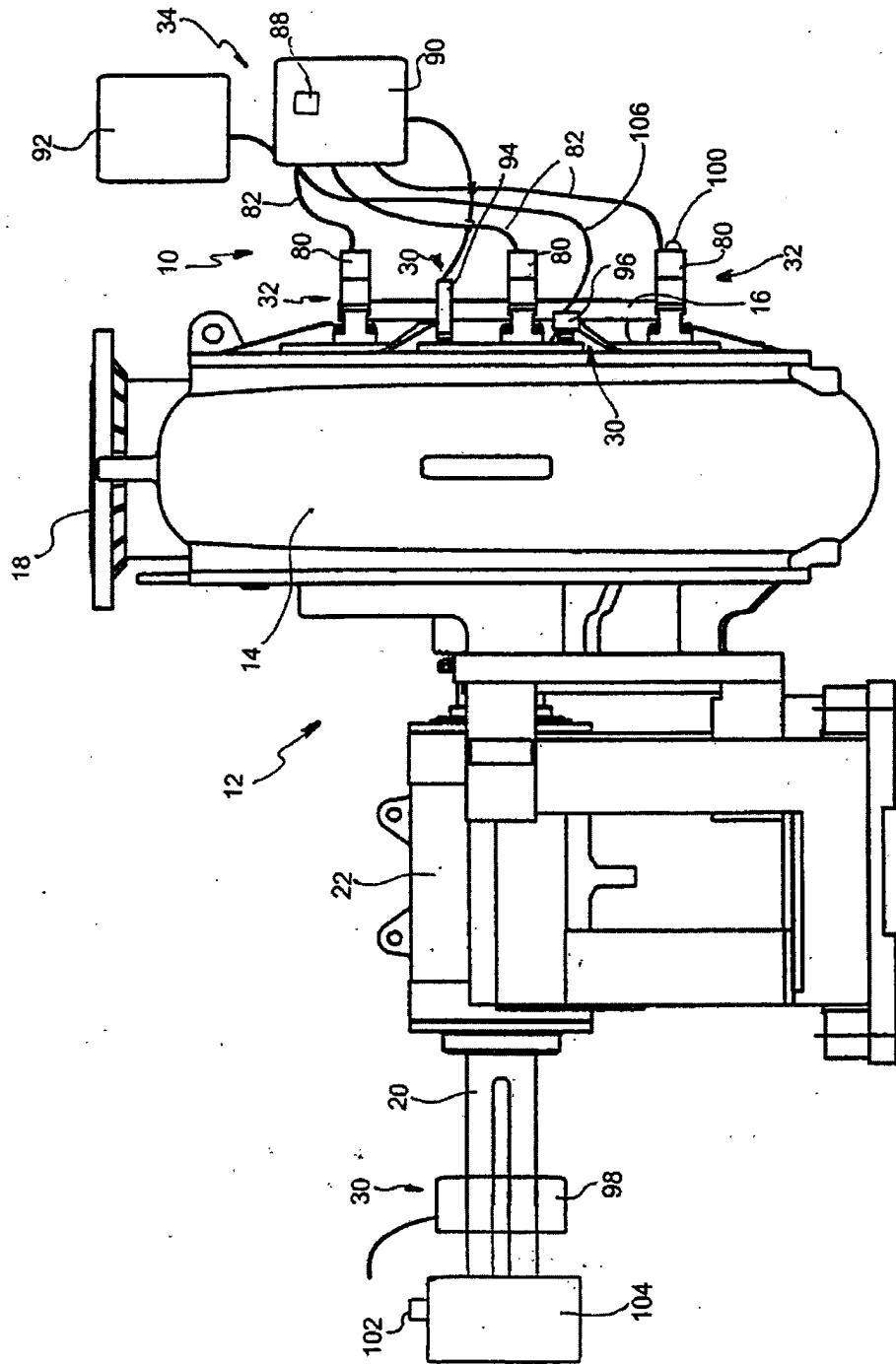


FIG. 1

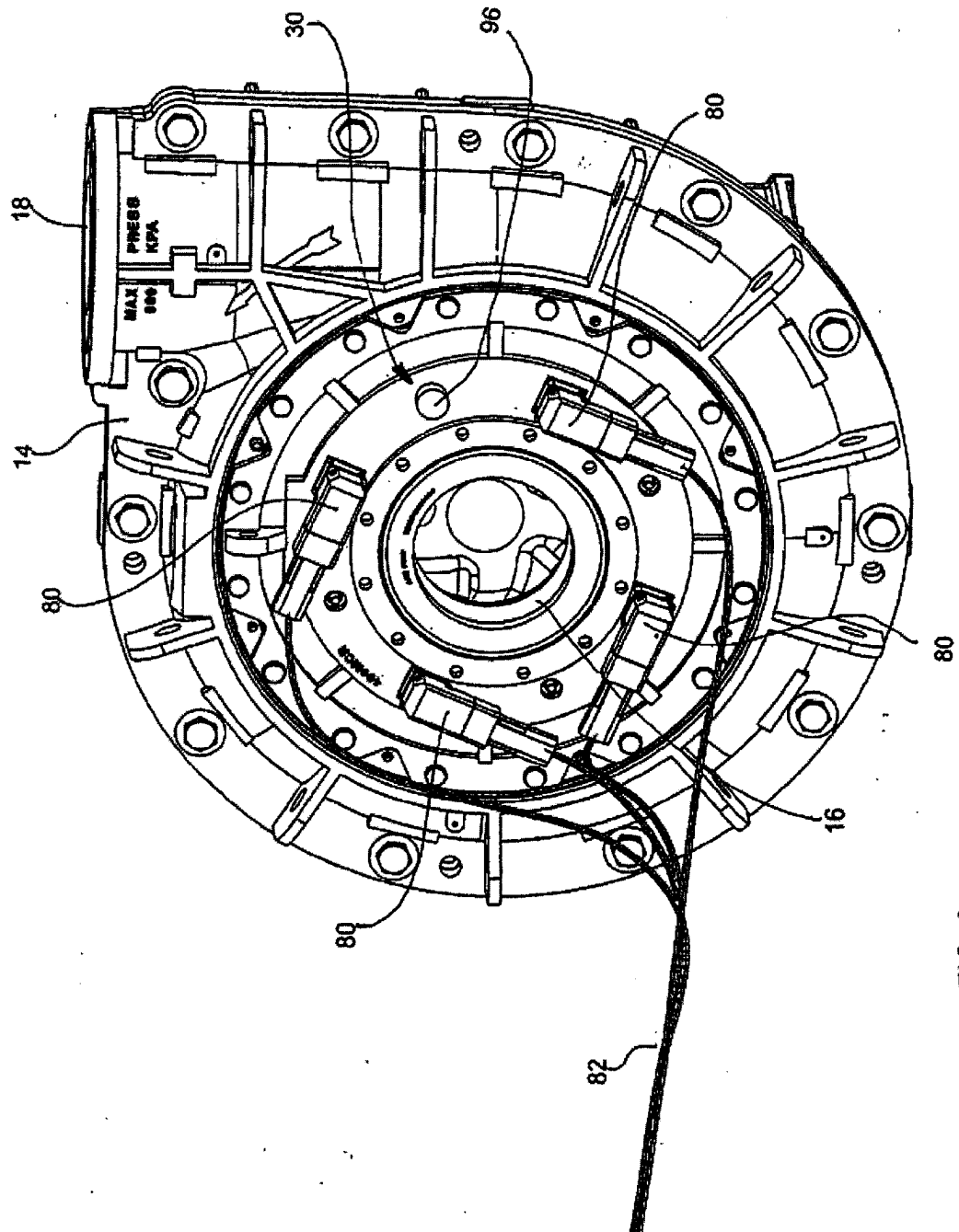


FIG. 2

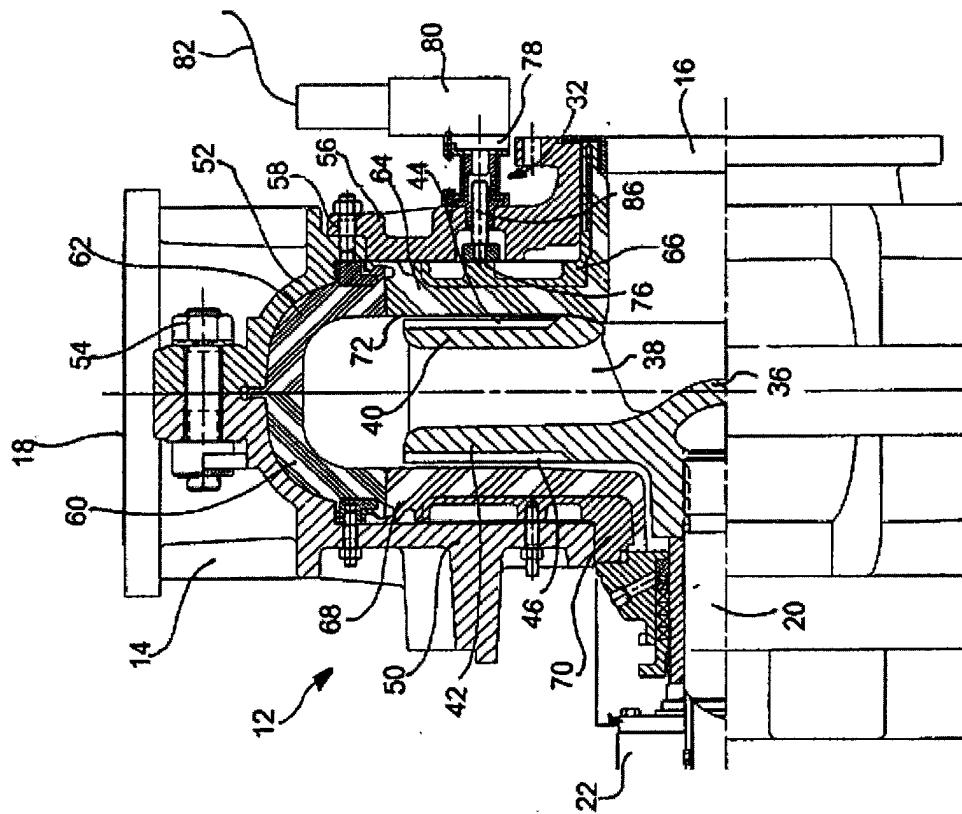


FIG. 3

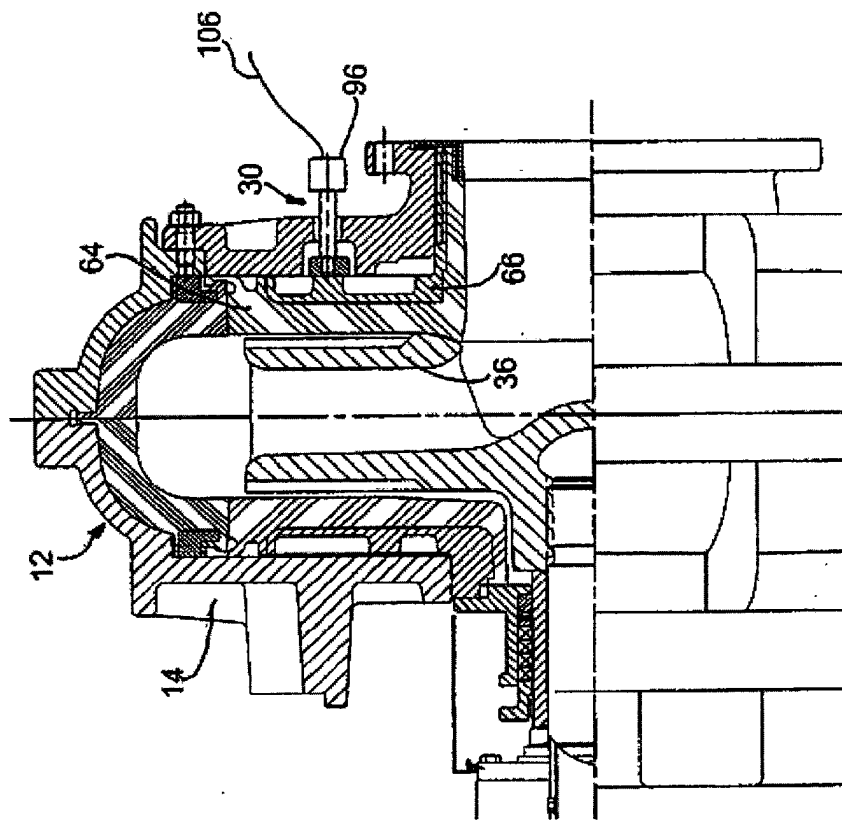


FIG. 4

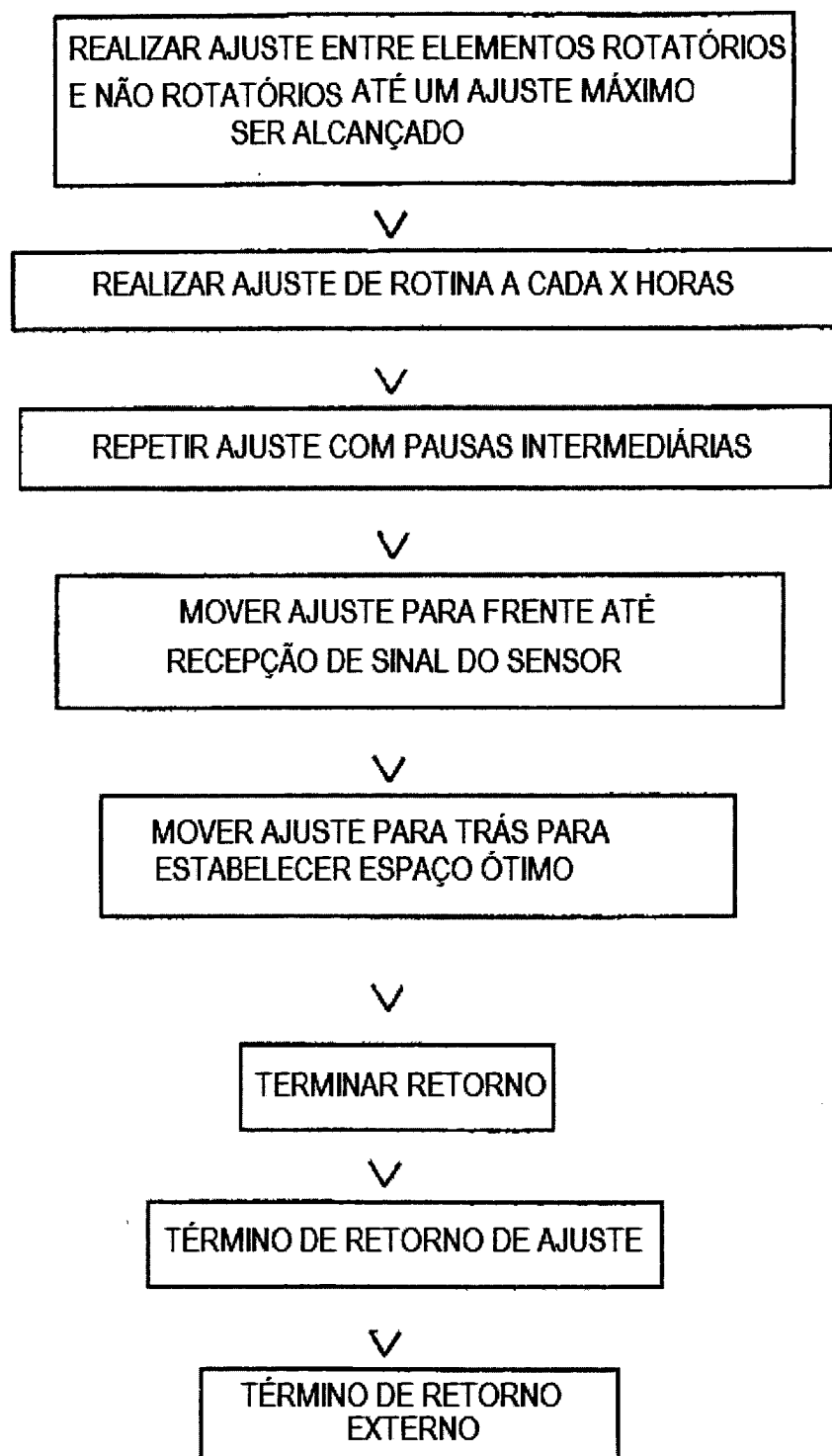


FIG. 6

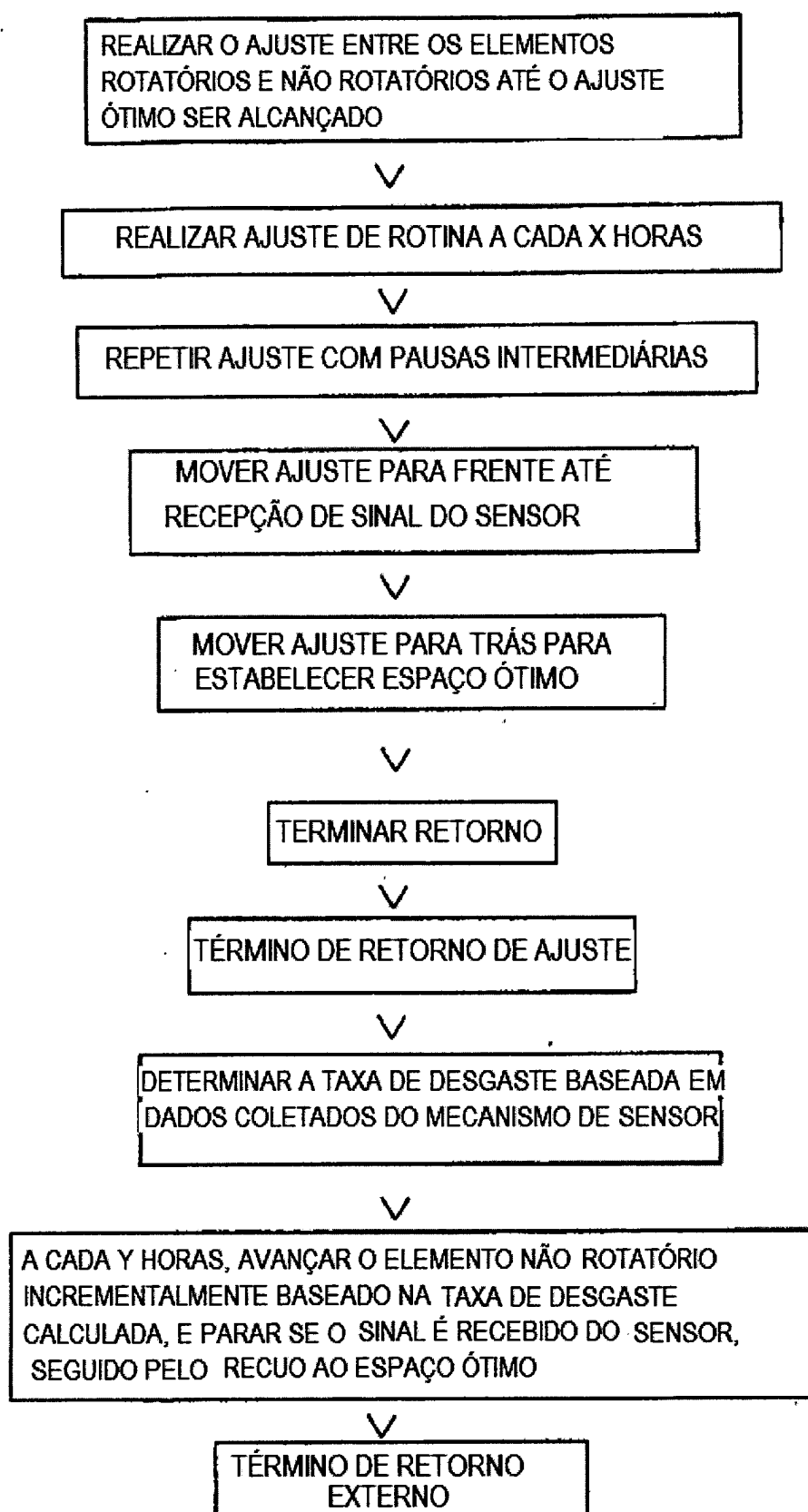


FIG. 7