



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

(11) PI 0621440-1 B1

(22) Data do Depósito: 03/03/2006

(45) Data de Concessão: 05/12/2017



(54) Título: DISPOSITIVO DE CONTROLE MECÂNICO PARA A MEDIÇÃO DE CARGA AXIAL E MÉTODO PARA MEDIR UM TORQUE FORNECIDO PARA UMA VÁLVULA

(51) Int.Cl.: G01N 3/20

(73) Titular(es): FLOWSERVE MANAGEMENT COMPANY

(72) Inventor(es): BYRON A. FLEURY; DANIEL J. MORRIS; WILLIAM C. HOOSS

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"DISPOSITIVO DE CONTROLE MECÂNICO PARA A MEDIÇÃO DE CARGA AXIAL E MÉTODO PARA MEDIR UM TORQUE FORNECIDO PARA UMA VÁLVULA"**.

CAMPO DA TÉCNICA

[001] A presente invenção refere-se a um método e dispositivo para medição de carga, e, mais especificamente, a uma medição de carga axial em um dispositivo de controle mecânico que tem um eixo rotativo, por exemplo, um atuador de válvula para os dispositivos de controle de fluido. A medição de carga pode ser utilizada para derivar uma medição de torque.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[002] Os dispositivos de controle de fluxo de fluido incluem os dispositivos tanto para os líquidos quanto para os gases. Os atuadores de válvula para os dispositivos de controle de fluxo de fluido são conhecidos e podem ser mecanicamente operados. Por exemplo, o atuador de válvula pode ser manualmente acionado, operado por pressão de fluido no qual o eixo está conectado diretamente ou indiretamente a um pistão operado por fluido, ou ser acionado por um meio eletrohidráulico ou eletrofluido. Os atuadores de válvula convencionais compreendem um eixo de entrada eletricamente acionado, o qual pode ser girável a velocidades relativamente altas com um torque relativamente baixo. O eixo de entrada pode, através de engrenagens de redução tais como uma engrenagem sem-fim ou uma rosca e porca de parafuso helicoidal, girar um eixo de saída e de baixa velocidade, a um torque relativamente alto.

[003] Pode ser desejável determinar o torque gerado pelo eixo de saída. Por exemplo, quando uma válvula está totalmente fechada e assentada, o torque requerido para abrir a válvula pode ser consideravelmente mais alto. Um monitoramento consistente do torque pode

indicar se uma válvula está desgastando ou aderindo. Os padrões de tendência nas medições de torque pode permitir uma manutenção preditiva. Características de fechamento excessivas podem ser providas se um torque exceder um nível permissível predeterminado.

[004] A medição da força axial sobre o eixo de entrada pode ser utilizada para determinar o torque fornecido pelo eixo de saída. A carga axial multiplicada pelo raio de passo de engrenagem sem-fim é o torque fornecido pelo eixo de saída.

[005] Os dispositivos convencionais para medir o empuxo ou torque final de um eixo rotativo são conhecidos e incluem um transdutor de empuxo - torque descrito na Patente U.S. Número 4.182.168 para Desch. O transdutor de empuxo - torque inclui um LVDT (Transformador Diferencial de Voltagem Linear) que tem um núcleo móvel axialmente alinhado com, preso no, e girável com o eixo, e que produz um sinal de saída que corresponde ao empuxo ou torque. No entanto, de modo a prover a operação do transdutor nas rotações tanto horárias quanto anti-horárias do eixo, o transdutor de empuxo - torque de Desch requer a preajustagem de um diafragma de um rolamento de encosto. O transdutor de empuxo - torque de Desch não detecta qualquer desalinhamento da carga axial sobre o eixo.

[006] Outro dispositivo convencional para indicar a carga sobre um eixo está descrito na Patente U.S. Número 5.503.045 para Riester. Uma carga aumentada sobre um sem-fim causa um deslocamento axial de um eixo sem-fim e uma deformação acompanhante de um disco membranosos montado sobre o eixo sem-fim. Um lado do disco está formado com um rebaixo anular, que estende-se circunferencialmente. A porção central do disco está fixa contra um deslocamento axial em relação ao eixo sem-fim por um rolamento axial situado sobre um lado do disco e uma bucha a qual está disposta sobre o lado oposto do disco. Uma fita de medição de tensão sobre o outro lado do disco

gera mudanças em medições com o deslocamento do eixo sem-fim. O dispositivo de Riester não provê um método para a detecção de qualquer desalinhamento da carga sobre o eixo.

[007] Portanto, seria vantajoso desenvolver uma técnica para medir o torque gerado por um eixo de saída que utilize o deslocamento axial de um eixo de entrada, e que detecte qualquer desalinhamento da carga sobre o eixo de entrada.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[008] A presente invenção, em um número de modalidades representativas, provê um método e dispositivo de medição de carga o qual pode ser utilizado para determinar uma carga, que inclui, mas não está limitado à carga sobre um eixo rotativo. Um dispositivo de controle mecânico que tem um eixo rotativo, por exemplo, um atuador de válvula para os dispositivos de controle de fluxo de fluido, pode incluir um dispositivo de medição de carga da presente invenção.

[009] De acordo com uma modalidade da presente invenção, um dispositivo de controle mecânico inclui um eixo configurado para rotação, uma travessa operativamente conectada no eixo e configurada para deformar sob o deslocamento axial do eixo, e um sensor acoplado com a pelo menos uma travessa e configurado para produzir um sinal de saída proporcional ao deslocamento axial do eixo. A travessa pode ter uma seção transversal substancialmente uniforme através de substancialmente o seu comprimento inteiro.

[0010] O dispositivo de controle mecânico pode, além disso, incluir rolamentos para transladar o deslocamento axial do eixo para a travessa. Os rolamentos podem incluir um primeiro rolamento anular disposto ao redor do eixo e que contacta uma primeira superfície da travessa, e um segundo rolamento anular disposto ao redor do eixo e que contacta uma segunda superfície oposta da travessa. Adicionalmente incluído no dispositivo de controle mecânico pode estar um corpo anu-

lar que circunda o eixo, com a travessa estendendo-se para fora do eixo na direção do corpo anular. Uma porção da travessa pode estar fixa no corpo anular. Um alojamento pode estar fixo no corpo anular, e configurado para um movimento axial do eixo em relação ao alojamento.

[0011] O sinal de saída do sensor do dispositivo de controle mecânico pode identificar qualquer desalinhamento do eixo sem-fim. O sensor pode incluir pelo menos um medidor de tensão. A travessa do dispositivo de controle mecânico pode incluir um metal, e pode também incluir uma rede de travessas discretas dispostas em uma formação de raios ao redor do eixo.

[0012] De acordo com outra modalidade da presente invenção, um sensor de carga para medir a carga axial sobre um eixo rotativo inclui pelo menos uma travessa de deflexão que tem uma sua primeira porção de extremidade retida entre dois rolamentos, cada rolamento operativamente conectado no eixo rotativo para transladar o movimento axial do eixo para a pelo menos uma travessa de deflexão (como uma deflexão), e um sensor operativamente conectado na pelo menos uma travessa de deflexão e configurado para medir a deflexão da pelo menos uma travessa de deflexão.

[0013] O sensor pode compreender pelo menos um medidor de tensão e a pelo menos uma travessa de deflexão pode compreender um segmento metálico discreto que tem uma largura e uma espessura substancialmente uniformes através de todo o mesmo. A pelo menos uma travessa de deflexão pode incluir uma segunda porção de extremidade fixa a um alojamento para o sensor de carga, o alojamento estando configurado para permitir um deslocamento axial relativo do eixo rotativo em relação ao mesmo.

[0014] O sensor de carga pode, além disso, incluir um corpo anular que circunda o eixo rotativo. A pelo menos uma travessa de defle-

xão pode incluir uma rede de travessas de deflexão dispostas em uma formação de raios ao redor do eixo, estendendo-se para fora do eixo na direção do corpo anular, em que a segunda porção de cada travessa de deflexão está fixa no corpo anular. Um alojamento pode estar fixo no corpo anular, o eixo estando configurado para um movimento axial em relação ao alojamento. Cada travessa de deflexão da rede de travessas de deflexão pode incluir um sensor operativamente conectado a esta, cada sensor estando em comunicação com um dispositivo de saída, que relata qualquer desalinhamento do eixo sem-fim.

[0015] Em ainda outro aspecto, a presente invenção inclui um método para medir um torque fornecido para uma válvula. Um eixo rotativo pode incluir dois rolamentos operativamente acoplados no eixo rotativo. O método inclui prover pelo menos uma travessa disposta entre os dois rolamentos sobre uma primeira extremidade e acoplada a um alojamento fixo sobre uma segunda extremidade, girar uma engrenagem sem-fim com o eixo, a engrenagem sem-fim estando operativamente acoplada com uma roda sem-fim e um eixo que aciona a válvula, e transmitir o torque fornecido para a válvula em um movimento axial do eixo rotativo. O método, além disso, inclui defletir a pelo menos uma travessa com o movimento axial do eixo, o qual é transladado para a travessa com o deslocamento axial dos dois rolamentos, detectar a deflexão da pelo menos uma travessa, determinar uma carga axial sobre o eixo utilizando a deflexão da pelo menos uma travessa, e determinar o torque fornecido para uma válvula utilizando a carga axial sobre o eixo e um raio da engrenagem sem-fim.

[0016] Em modalidades específicas da invenção, prover pelo menos uma travessa compreende prover uma travessa de uma largura e uma espessura substancialmente uniformes através de toda a mesma, ou alternativamente pode compreender prover uma rede de travessas dispostas em uma formação de raios ao redor do eixo rotativo. A de-

tecção da deflexão da pelo menos uma travessa pode compreender detectar independentemente a deflexão de cada travessa da rede de travessas.

[0017] As características, vantagens, e aspectos alternativos da presente invenção ficarão aparentes para aqueles versados na técnica de uma consideração da descrição detalhada seguinte tomada em combinação com os desenhos acompanhantes.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0018] Apesar do relatório descritivo concluir com as reivindicações que especificamente destacam e reivindicam distintamente o que é observado na presente invenção, as vantagens desta invenção podem ser mais prontamente verificadas da descrição detalhada seguinte da invenção quando lidas em conjunto com os desenhos acompanhantes, nos quais:

a figura 1A é uma vista em corte transversal de um dispositivo de controle mecânico e dispositivo de medição de torque da presente invenção;

a figura 1B é uma vista em perspectiva do dispositivo de controle mecânico e dispositivo de medição de torque da figura 1A;

a figura 2 é uma vista de uma modalidade de uma placa de um dispositivo de medição de torque da presente invenção;

a figura 3 é uma vista de outra modalidade de uma placa de um dispositivo de medição de torque da presente invenção;

a figura 4 é uma vista em perspectiva da placa da figura 3 instalada em um dispositivo de medição de carga representativo da presente invenção;

a figura 5 é uma vista em perspectiva de outra modalidade de um dispositivo de medição de carga da presente invenção; e

a figura 6 é uma vista de ainda outra modalidade de uma placa de um dispositivo de medição de torque da presente invenção.

MELHOR(ES) MODO(S) PARA EXECUTAR A INVENÇÃO

[0019] Apesar da descrição acima conter muitas especificidades, estas não devem ser consideradas como limitando o escopo da presente invenção, mas meramente como provendo ilustrações de algumas modalidades representativas. Similarmente, outras modalidades da invenção podem ser imaginadas que não se afastem do espírito ou do escopo da presente invenção. As características de diferentes modalidades podem ser empregadas em combinação. O escopo da invenção é, portanto, indicado e limitado somente pelas reivindicações anexas e seus equivalentes legais, ao invés de pela descrição acima. Todas as adições, apagamentos, e modificações da invenção, como aqui descritos, os quais caem dentro do significado e do escopo das reivindicações, devem ser abrangidos por meio disto.

[0020] A figura 1A ilustra uma seção transversal de uma modalidade de um dispositivo de controle mecânico 10 que inclui um dispositivo de medição de torque 20 da presente invenção. O dispositivo de controle mecânico 10 pode compreender um atuador de válvula e pode ser operado, como exemplo, manualmente, por um motor, ou por pressão de fluido. O dispositivo de controle mecânico 10 compreende um rotor 150 o qual aciona um eixo sem-fim 30 acoplado a uma engrenagem sem-fim 40. A engrenagem sem-fim 40 aciona e está operativamente conectada a um eixo de saída 45. Conforme o eixo sem-fim 30 é girado para acionar a engrenagem sem-fim 40, a força requerida para acionar a engrenagem sem-fim 40 e o eixo de saída 45 pode causar um deslocamento axial do eixo sem-fim 30 em relação a um alojamento 120 do dispositivo de controle mecânico 10. O movimento axial pode ser registrado com uma placa 60. Uma porção da placa pode estar fixa no alojamento 120, impedindo o seu movimento axial. Outra porção da placa 60 pode defletir com o deslocamento axial do eixo sem-fim, transferido por um rolamento de esferas 74, 76.

[0021] A deflexão da placa 60 pode causar uma tensão significativa na mesma, a qual pode, por sua vez ser medida utilizando um sensor 80 (vide figura 2). O sensor 80 pode ter uma saída que pode ser traduzida na carga axial sobre o eixo sem-fim 30. A carga axial, quando multiplicada pelo raio de passo de engrenagem sem-fim, é o torque fornecido pela engrenagem sem-fim 40 para o eixo de saída 45. O movimento axial do eixo sem-fim 30 pode ocorrer em qualquer direção, dependendo da direção de rotação do eixo sem-fim 30 e da subsequente rotação do eixo de saída 45. Um dispositivo de saída 170 pode estar provido para exibir informações tais como, por exemplo, a tensão sobre a placa 60, a carga axial sobre o eixo sem-fim 30, e/ou o torque sobre o eixo de saída 45.

[0022] O eixo sem-fim 30 mostrado na figura 1A gira dentro de uma luva 90 sobre os rolamentos 70, 74, e 76, os quais como exemplo podem incluir os rolamentos de esferas. Uma vista em perspectiva está mostrada na figura 1B. O acionamento da engrenagem sem-fim 40, a qual por sua vez aciona o eixo de saída 45, aplica uma carga axial sobre o eixo sem-fim 30. A carga axial força o eixo sem-fim 30 para deslocar axialmente. O eixo sem-fim 30 pode ser deslocado em duas direções axiais opostas, mostradas pelas setas 1 e 2, e a placa 60 pode ser defletida na direção de duas diferentes posições. Durante a rotação, o eixo sem-fim 30 pode ser deslocado para a esquerda, como mostrado pela seta 1. A carga axial pode ser transferida para a placa 60 através do rotor 150. Um elemento de fixação 140 prende o eixo sem-fim 30 no rotor 150. O elemento de fixação 140 pode compreender, por exemplo, uma cavilha ou um parafuso. O eixo sem-fim 30 puxa sobre o elemento de fixação 140. O elemento de fixação 140 faz com que o rotor 150 desloque-se axialmente com o eixo sem-fim 30 e o rotor 150 pressiona contra o rolamento 76. O rolamento 76 empurra sobre a placa 60, fazendo com que a placa deflita na direção de uma

primeira posição flexionada. Uma pista interna 76a do rolamento 76 está no plano com, e gira com, o eixo sem-fim 30. Uma pista externa 76b do rolamento 76 contacta e empurra sobre a placa 60. A placa 60 não gira já que a circunferência externa da placa 60 está fixa no alojamento 120 com elementos de fixação 130. Um sensor 80 pode determinar a tensão sobre a placa 60 para determinar a carga axial sobre o eixo sem-fim 30.

[0023] Alternativamente, o eixo sem-fim pode girar na direção oposta, girando o eixo de saída 45 na direção oposta. O eixo sem-fim é assim axialmente carregado para a direita, na direção da seta 2. O eixo sem-fim 30 é deslocado para a direita e um ressalto 100 do eixo sem-fim 30 pode pressionar contra o rolamento 70. O ressalto 100 compreende uma face radial do eixo sem-fim 30 em uma junção de uma porção do eixo sem-fim 30 que tem um menor diâmetro e uma porção do eixo sem-fim 30 que tem um maior diâmetro. O rolamento 70 pressiona contra a luva 90, causando um deslocamento axial coincidente do eixo sem-fim 30 e da luva 90. A luva 90 e o rolamento 74 assim sofrem substancialmente o mesmo deslocamento axial que o eixo sem-fim 30, forçando o rolamento 74 contra a placa 60, e fazendo com que a placa deflita na direção da segunda posição flexionada. A pista interna 74a do rolamento 74 está no plano com, e gira com, o eixo sem-fim 30. A pista externa 74b do rolamento 74 contacta a luva 90 e a placa 60, transmitindo a carga axial para a mesma. A primeira posição flexionada da placa 60 pode corresponder a uma força de fechamento sendo aplicada na válvula (não mostrada) através do dispositivo de controle mecânico 10, e a segunda posição flexionada pode corresponder a uma força de abertura sendo aplicada na válvula, ou vice-versa, dependendo da direção das roscas do eixo sem-fim 30 e da configuração da válvula em comunicação com o atuador de válvula.

[0024] A luva 90, como apresentado, não gira com o eixo sem-fim

30. No entanto, é compreendido que uma luva a qual gire em conjunto com o eixo sem-fim 30 está dentro do escopo da presente invenção. Além disso, está dentro do escopo da presente invenção incluir uma segunda luva ao redor do eixo sem-fim 30 entre o rotor 150 e o rolamento 76. Assim, uma luva (e não o rotor) pode transmitir a carga axial para a placa 60 do eixo sem-fim 30 quando experimentando uma carga aplicada na direção da seta 1.

[0025] Um rolamento axial pode estar posicionado entre o rotor 150 e o dispositivo que opera o dispositivo de controle mecânico 10, tal como um motor, permitindo o rotor mover axialmente em relação ao dispositivo de operação. Assim qualquer força axial externa sobre o dispositivo de operação pode também ser absorvida com o rolamento axial e não afetar a medição da carga axial.

[0026] A figura 2 apresenta uma placa 60a de acordo com uma modalidade específica da presente invenção. A placa 60a é substancialmente plana, compreendendo um corpo anular 62a e uma rede de quatro travessas discretas que se projetam para dentro 65a. Cada travessa 65a pode ter uma seção transversal substancialmente retangular e pode estar disposta a um ângulo reto em relação a cada travessa 65a adjacente. O corpo anular 62a e as travessas que se projetam para dentro 65a podem ser contíguos, formados de uma única porção de material, tal como, por exemplo, um disco metálico. Por exemplo, a placa 60a pode ser formada por estampagem, forjamento, ou corte a laser. Alternativamente, as travessas 65a podem estar presas no corpo anular 62a, tal como com um adesivo ou um elemento de fixação. As travessas 65a podem ser formadas do mesmo material que o corpo anular 62a ou podem ser formadas de um material diferente. Como exemplo, os materiais adequados para o corpo anular 62a e as travessas 65a incluem um metal, tal como o cobre, o alumínio, o aço, o aço inoxidável, ou um polímero. As travessas que se projetam para dentro

65a podem ser removíveis e substituíveis.

[0027] As travessas que se projetam para dentro 65a provêm uma passagem 110 para o eixo sem-fim 30 (não mostrado na figura 2) estender-se através da mesma. As travessas que se projetam para dentro 65a podem estar dispostas em uma formação de raios dentro da abertura central do corpo anular 62a. No entanto, as travessas 65a não precisam unir-se no centro da abertura central do corpo anular 62a; ao contrário, o centro pode compreender a passagem aberta 110. As extremidades das travessas 65a mais distante do corpo anular 62a estão livre para deslocar-se sob a carga do deslocamento axial do eixo sem-fim 30, transferida pelos rolamentos 74, 76. (Vide figura 1A). Cada travessa 65a pode ter uma espessura t e uma largura w substancialmente uniformes ao longo do comprimento 1 da travessa 65a.

[0028] A figura 2 apresenta (com sombreamento) a tensão sob deflexão sobre o corpo anular 62a e cada travessa 65a da placa 60a. As porções sombreadas mais escuras representam as porções sob a maior tensão, e as áreas sombreadas mais claras mostram as porções sob menor tensão. A placa 60a está apresentada com quatro aberturas 50 através do corpo anular 62a, permitindo que a placa 60a seja presa a um alojamento 120 (vide figura 1A) do dispositivo de controle mecânico 10. Elementos de fixação 130, por exemplo cavilhas, pinos, ou parafusos, podem ser utilizados para prender a placa 60a. A placa 60a pode ser presa por outros métodos do que elementos de fixação, tais como, por exemplo, por brazagem ou soldagem.

[0029] Durante a utilização, o motor pode girar o eixo sem-fim 30, o qual gira o eixo de saída 45. A força que faz com que o eixo de saída 45 gire causa um movimento axial do eixo sem-fim 30. A luva 90 sobre o eixo sem-fim 30 também se move axialmente, empurrando os rolamentos 74 contra cada travessa 65a da rede. Cada travessa 65a flexiona, com a porção da travessa 65a que está em contato com o rola-

mento sendo deslocada com o movimento axial do eixo. O corpo anular 62a da placa 60a está fixo no alojamento e não é deslocado. Assim, cada travessa 65a deflete ou flexiona, causando uma tensão na mesma. A tensão dentro de cada travessa 65a pode ser medida utilizando um sensor 80. Cada travessa 65a pode incluir um sensor 80 ou, alternativamente, somente uma travessa pode incluir um sensor 80.

[0030] A inclusão de um sensor 80 sobre uma pluralidade de travessas 65a da rede de travessas permite medições independentes do esforço e/ou tensão sobre cada uma da pluralidade de travessas 65a. Cada travessa 65a da rede de travessas 65a é discreta e a rede pode circundar o eixo sem-fim 30. Cada travessa 65a pode sofrer o deslocamento axial do eixo sem-fim 30 em localizações separadas ao redor da circunferência do eixo sem-fim 30. Assim, se o eixo sem-fim 30 curvar, ou assumir qualquer outro desalinhamento da carga axial, os sensores 80 sobre cada travessa 65a podem detectar diferentes medições. Comparando as medições adicionalmente permite uma determinação de qualquer desalinhamento da carga axial sobre o eixo sem-fim 30. Os sensores podem estar configurados para cancelar qualquer desalinhamento e prover um sinal que corresponde a uma leitura que incorpore qualquer desalinhamento. Alternativamente, um sinal separado pode estar provido, avisando sobre o desalinhamento.

[0031] A figura 3 apresenta outra modalidade de uma placa 60b de acordo com a presente invenção. A placa 60b compreende um corpo anular substancialmente plano 62b que tem quatro travessas que se projetam para dentro, discretas 65b. Cada travessa 65b pode ter uma seção transversal substancialmente retangular e pode estar disposta a um ângulo reto em relação a cada travessa 65b adjacente. Os cantos 66b na junção do corpo anular 62b e das travessas que se projetam para dentro 65b são chanfrados. O chanframento pode reduzir a tensão sobre a placa 60b nos cantos 66b. As travessas que se projetam

para dentro provêem uma passagem 110 para o eixo sem-fim 30 (não mostrado na figura 3) estender-se através da mesma. A placa 60b mostra a tensão sob deflexão do corpo anular 62b e cada travessa 65b com sombreamento. As porções sombreadas mais escuras representam as porções sob a maior tensão, e as áreas sombreadas mais claras mostram as porções sob menor tensão. A placa 60b está apresentada com quatro aberturas 50, que permitem que a placa 60b seja presa a um alojamento 120 (vide figura 1A) do dispositivo de controle mecânico 10. Elementos de fixação 130, por exemplo cavilhas, ou parafusos, podem ser utilizados para prender a placa 60b.

[0032] A figura 4 é uma vista em perspectiva da placa da figura 3 instalada em um dispositivo de medição de carga 20b da presente invenção. O rotor 150 projeta-se do centro da placa 60b. Uma porção do eixo sem-fim 30 está embutida dentro do rotor 150 e presa no mesmo com um elemento de fixação 140. O rolamento 76 circunda o eixo sem-fim 30. Uma extremidade mais distante do rotor topa no rolamento 76, transmitindo qualquer carga axial na direção da seta 1 (vide figura 1A) para o mesmo. A pista externa 76b do rolamento contacta a superfície de cada travessa 65b sobre uma primeira porção mais distante do corpo anular 62b. Cada travessa 65b pode incluir uma segunda porção presa no corpo anular 62b, a qual não sofre deslocamento já que o corpo anular 62b está fixo no alojamento 120. As primeiras porções das travessas 65b deslocam-se com o rolamento 76, enquanto que as segundas porções das travessas 65b estão presas no corpo anular fixo 62b. Assim, as travessas 65b defletem ou flexionam, o que coloca a travessa sob uma tensão. A tensão pode ser medida com um sensor 80, tal como um medidor de tensão.

[0033] A figura 5 é uma vista em perspectiva de um dispositivo de medição de carga 20c de acordo com uma modalidade específica da invenção. A placa 60c compreende uma rede de três travessas discre-

tas 65c dispostas em uma configuração espaçada, cada travessa 65c estendendo-se para fora do eixo sem-fim 30. Apesar da presente modalidade ser mostrada com três travessas 65c, é compreendido que qualquer número de travessas 65c pode ser utilizado. Cada travessa discreta pode estar presa no alojamento 120 com um elemento de fixação 160. Cada travessa 65c pode ter um sensor 80 montado sobre a mesma ou, alternativamente, somente uma ou duas das travessas 65c pode incluir um sensor 80. O sensor 80 pode incluir uma pluralidade de sensores dispostos em uma pluralidade de localizações sobre a travessa 65c. Em uma modalidade, os sensores 80 podem estar localizados nas áreas de tensão máxima. As travessas 65c não contactam o eixo sem-fim 30, no entanto, qualquer carga axial aplicada no eixo sem-fim 30 pode ser transferida para as travessas 65c através do rolamento 74. As travessas 65c não circundam completamente o eixo sem-fim 30, ao contrário cada travessa 65c está separadamente espaçada.

[0034] As travessas 65c não precisam estar presas a um corpo anular, tal como as travessas 65a e 65b apresentadas nas figuras 3, 4, e 5. As travessas 65c podem cada uma compreender um corpo alongado, que tem uma seção transversal substancialmente uniforme através do mesmo. Uma primeira porção de cada travessa 65c pode ser livre para deslocar-se axialmente com o eixo sem-fim 30, sob a carga axial transferida pelo rolamento 74. Uma segunda porção de cada travessa 65c, em uma extremidade oposta longitudinalmente da primeira porção, pode estar presa no alojamento 120 com um elemento de fixação 160. O eixo sem-fim 30 pode ser axialmente deslocado em relação ao alojamento 120 sob a carga axial. A primeira porção de cada travessa 65c pode ser deslocada em relação ao alojamento 120 com o eixo sem-fim 30. A segunda porção de cada travessa 65c pode estar presa no alojamento e pode ser impedida de ser deslocada. Assim,

cada travessa 65c pode defletir, causando uma tensão na mesma. A tensão pode ser medida com o sensor 80.

[0035] Uma placa 60 pode incluir qualquer número de travessas 65. Por exemplo, a placa 60b apresentada na figura 4 inclui uma rede de quatro travessas 65b, e a placa 60c apresentada na figura 5 inclui uma rede de três travessas 65c. Além disso, uma placa que tem somente uma única travessa está dentro do escopo da presente invenção.

[0036] A medição das forças de reação direta sobre os componentes internos de um dispositivo de controle mecânico, tal como a carga axial sobre um eixo sem-fim 30, é um método preciso para determinar o torque que o dispositivo de controle mecânico está fornecendo para um eixo de entrada. Esta medição é dependente da eficiência de engrenagem, da velocidade de engrenagem, do torque de motor, e da potência linha aplicada ao motor. Uma travessa 65a, 65b, 65c de um dispositivo de medição de carga 20, 20b, 20c da presente invenção pode estar formada de modo que a deflexão causada pela carga axial sobre o eixo sem-fim 30 crie uma tensão suficiente para obter um sinal eletrônico com o sensor 80, mas não suficiente para causar uma tensão ou uma deflexão permanente na travessa 65a, 65b, 65c. A engrenagem sem-fim 40, acionada pelo eixo sem-fim 30, pode ser um tipo de concha ou pode ser integral com o eixo sem-fim 30.

[0037] A figura 6 apresenta uma placa 60d de acordo com uma modalidade específica da presente invenção. A placa 60d é anular, tendo uma passagem 110d para o eixo sem-fim 30 (não mostrado na figura 6) estender-se através da mesma. A placa anular 60d pode ser contígua, formada de uma única porção de material, tal como, por exemplo, um disco metálico. Por exemplo, a placa 60d pode ser formada por estampagem, forjamento, ou corte a laser. Como exemplo, os materiais adequados para a placa 60d inclui um metal, tal como o

cobre, o alumínio, o aço, o aço inoxidável, ou um polímero. A placa 60d pode incluir aberturas 50 através da mesma, que permitem que a placa 60d seja presa a um alojamento 120 (vide figura 1A) do dispositivo de controle mecânico 10. Um sensor 80 pode estar posicionado em uma área de tensão máxima sobre a placa 60d, próximo de uma abertura 80.

[0038] Apesar da descrição acima conter muitas especificidades, estas não devem ser consideradas como limitando o escopo da presente invenção, mas meramente como provendo certas modalidades representativas. Similarmente, outras modalidades da invenção podem ser imaginadas que não se afastem do espírito ou do escopo da presente invenção. O escopo da invenção é, portanto, indicado e limitado somente pelas reivindicações anexas e seus equivalentes legais, ao invés de pela descrição acima. Todas as adições, apagamentos, e modificações da invenção, como aqui descritos, os quais caem dentro do significado e do escopo das reivindicações, estão abrangidos pela presente invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de controle mecânico pela medição de carga axial, que compreende um eixo (30) configurado para rotação, **caracterizado** pelo fato de compreender:

pelo menos uma travessa (65a; 65b; 65c) operativamente conectada no eixo (30) e configurada para deformar sob o deslocamento axial do eixo;

rolamentos (74, 76) para transladar o deslocamento axial do eixo para a pelo menos uma travessa (65a; 65b; 65c), os quais compreendem um rolamento anular (74) disposto ao redor do eixo (30) e que contacta uma primeira superfície da pelo menos uma travessa (65a; 65b; 65c), e outro rolamento anular (76) disposto ao redor do eixo (30) e que contacta uma segunda superfície oposta da pelo menos uma travessa (65a; 65b; 65c); e

um sensor (80) acoplado com a pelo menos uma travessa (65a; 65b; 65c) e configurado para produzir um sinal de saída proporcional ao deslocamento axial do eixo (30).

2. Dispositivo de controle mecânico de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a pelo menos uma travessa (65a; 65c) tem uma seção transversal substancialmente uniforme através de um comprimento inteiro da pelo menos uma travessa (65a; 65c).

3. Dispositivo de controle mecânico de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de compreender ainda:

um corpo anular (62a; 62b) que circunda o eixo (30), a pelo menos uma travessa (65a; 65b; 65c) estendendo-se para fora do eixo (30) na direção do corpo anular (62a; 62b), e uma porção da pelo menos uma travessa (65a; 65b; 65c) solidária com o corpo anular (62a; 62b); e

um alojamento (120) fixo no corpo anular (62a; 62b), o alo-

jamento configurado para um movimento axial do eixo (3) em relação ao alojamento.

4. Dispositivo de controle mecânico de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o sinal de saída refere-se a qualquer desalinhamento do eixo (30).

5. Dispositivo de controle mecânico de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato de que o sensor (80) compreende pelo menos um medidor de tensão.

6. Dispositivo de controle mecânico de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a pelo menos uma travessa (65a; 65b; 65c) compreende um metal.

7. Dispositivo de controle mecânico de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a pelo menos uma travessa (65a; 65b; 65c) compreende uma rede de travessas discretas dispostas em uma formação de raios ao redor do eixo (30).

8. Sensor de carga para medir a carga axial sobre um eixo sem fim, incluindo um sensor (80) configurado para produzir uma saída representativa d carga axial, **caracterizado** pelo fato de que compreende:

pelo menos uma travessa de deflexão (65a; 65b; 65c) que tem uma primeira porção de extremidade retida entre dois rolamentos (74, 76), cada rolamento sendo operativamente conectado no eixo rotativo (30) para transladar o movimento axial do eixo (30) para uma deflexão da pelo menos uma travessa de deflexão (65a; 65b; 65c), sendo que:

o sensor (80) é operativamente conectado na pelo menos uma travessa de deflexão (65a; 65b; 65c) e configurado para medir a deflexão da pelo menos uma travessa de deflexão.

9. Sensor de carga de acordo com a reivindicação 8 10, **caracterizado** pelo fato de que o sensor (80) compreende pelo menos

um medidor de tensão.

10. Sensor de carga de acordo com a reivindicação 8 10, **caracterizado** pelo fato de que a pelo menos uma travessa de deflexão (65a, 65b, 65c) compreende um segmento discreto de uma largura e uma espessura substancialmente uniformes através de todo o mesmo.

11. Sensor de carga de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** pelo fato de que a pelo menos uma travessa de deflexão (65a, 65b, 65c) compreende um metal.

12. Sensor de carga de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** pelo fato de que a pelo menos uma travessa de deflexão (65a, 65b, 65c) inclui uma segunda porção de extremidade solidária com um alojamento (120) para o sensor de carga (80), o alojamento sendo configurado para permitir um deslocamento axial relativo do eixo rotativo (30), em relação ao mesmo.

13. Sensor de carga de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** pelo fato de compreender ainda:

um corpo anular (62a, 62b) que circunda o eixo rotativo (30), a pelo menos uma travessa de deflexão compreendendo uma rede de travessas de deflexão (65a; 65b; 65c) dispostas em uma formação de raios ao redor do eixo, estendendo-se para fora do eixo (30) na direção do corpo anular (62a, 62b), sendo que uma segunda porção de cada travessa de deflexão está fixa no corpo anular (62a, 62b); e

um alojamento (120) fixo no corpo anular (62a, 62b), o eixo (30) configurado para um movimento axial em relação ao alojamento (120).

14. Sensor de carga de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado** pelo fato de que cada travessa de deflexão da rede de travessas de deflexão (65a; 65b; 65c) inclui um sensor (80) operativa-

mente conectado a ela, cada sensor (80) estando em comunicação com um dispositivo de saída (170).

15. Método para medir um torque fornecido para uma válvula, **caracterizado** pelo fato de compreender:

prover um eixo rotativo (30) que tem dois rolamentos (74, 76) operativamente acoplados a este;

prover pelo menos uma travessa (65a; 65b; 65c) disposta entre os dois rolamentos (74, 76) sobre uma primeira extremidade e acoplada a um alojamento fixo (120) sobre uma segunda extremidade;

girar uma engrenagem sem-fim (40) com o eixo (30), a engrenagem sem-fim (40) sendo operativamente acoplada com uma roda sem-fim e um eixo que aciona a válvula;

transmitir o torque fornecido para a válvula em um movimento axial do eixo (30);

detectar a deflexão da pelo menos uma travessa (65a; 65b; 65c) devido ao deslocamento axial dos dois rolamentos (74, 76) e ao movimento axial do eixo (30);

determinar uma carga axial sobre o eixo utilizando a deflexão da pelo menos uma travessa (65a; 65b; 65c); e

determinar o torque fornecido para uma válvula utilizando a carga axial sobre o eixo sem-fim (30) e um raio da engrenagem sem-fim (40).

16. Método de acordo com a reivindicação **15**, **caracterizado** pelo fato de que prover pelo menos uma travessa compreende prover uma travessa (65a, 65c) de uma largura e uma espessura substancialmente uniformes através de toda a mesma.

17. Método de acordo com a reivindicação **15**, **caracterizado** pelo fato de que prover uma travessa compreende prover uma rede de travessas (65a; 65b; 65c) dispostas em uma formação de raios ao redor do eixo rotativo (30).

18. Método de acordo com a reivindicação 17, **caracterizado** pelo fato de que detectar a deflexão da pelo menos uma travessa compreende detectar independentemente a deflexão de cada travessa da rede de travessas (65a; 65b; 65c).

19. Dispositivo de controle mecânico pela medição de carga axial, que compreende um eixo (30) configurado para rotação, **caracterizado** pelo fato de compreender;

uma placa anular (60) operativamente conectada no eixo (30) e configurada para deformar sob um deslocamento axial do eixo (30);

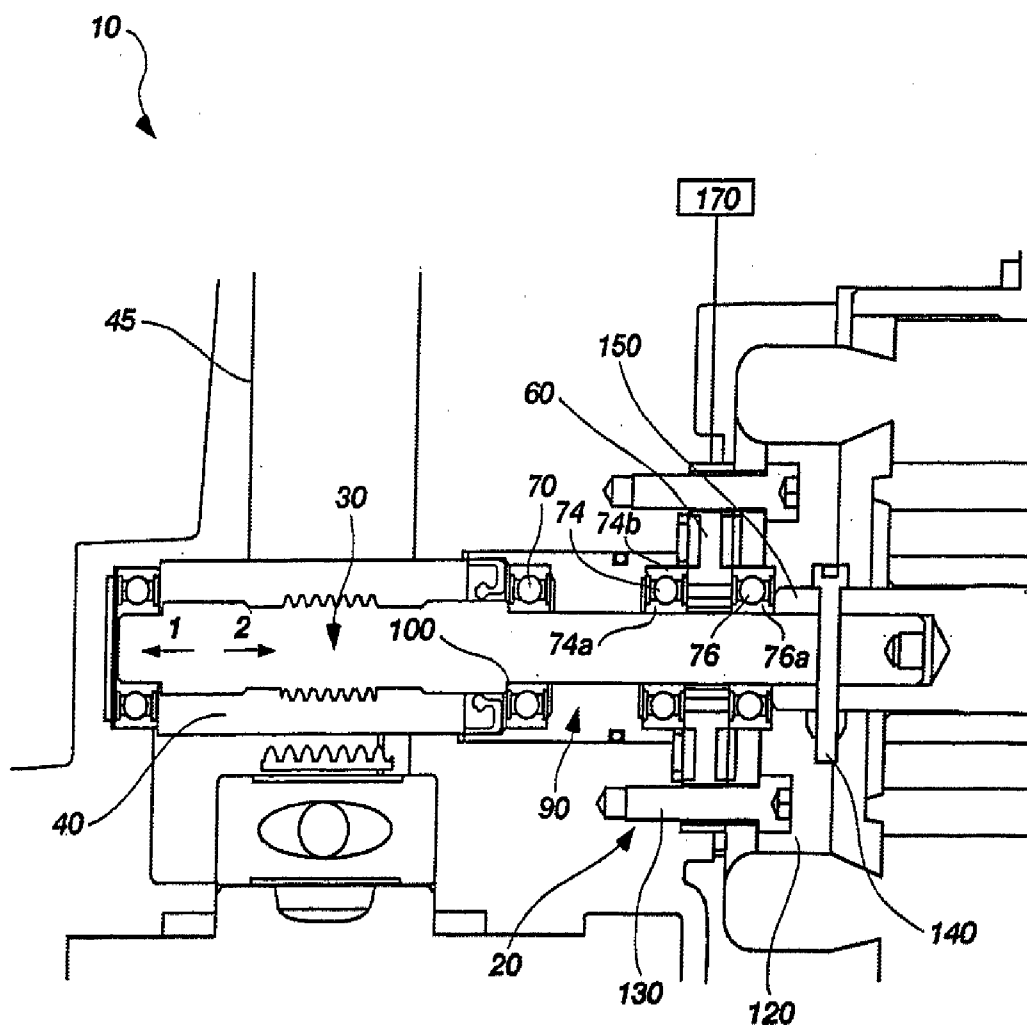
rolamentos (74, 76) para transladar o deslocamento axial do eixo para a placa anular (60), os quais compreendem um rolamento anular (74) disposto ao redor do eixo (30) e que contacta uma primeira superfície da placa anular (60), e outro rolamento anular (76) disposto ao redor do eixo (30) e que contacta uma segunda superfície oposta da placa anular (60); e

um sensor (80) acoplado com a placa anular (60) e configurado para produzir um sinal de saída proporcional ao deslocamento axial do eixo (30).

20. Dispositivo de controle mecânico de acordo com a reivindicação 19, **caracterizado** pelo fato de compreender ainda:

uma passagem central (110) através da placa anular (60); e
pelo menos uma abertura circunferencialmente posicionada (50) através da placa anular (60).

21. Dispositivo de controle mecânico de acordo com a reivindicação 20, **caracterizado** pelo fato de que o sensor (80) está posicionado na placa anular (60), radialmente entre a passagem central (110) e a pelo menos uma abertura circunferencialmente posicionada (50).

**FIG. 1A**

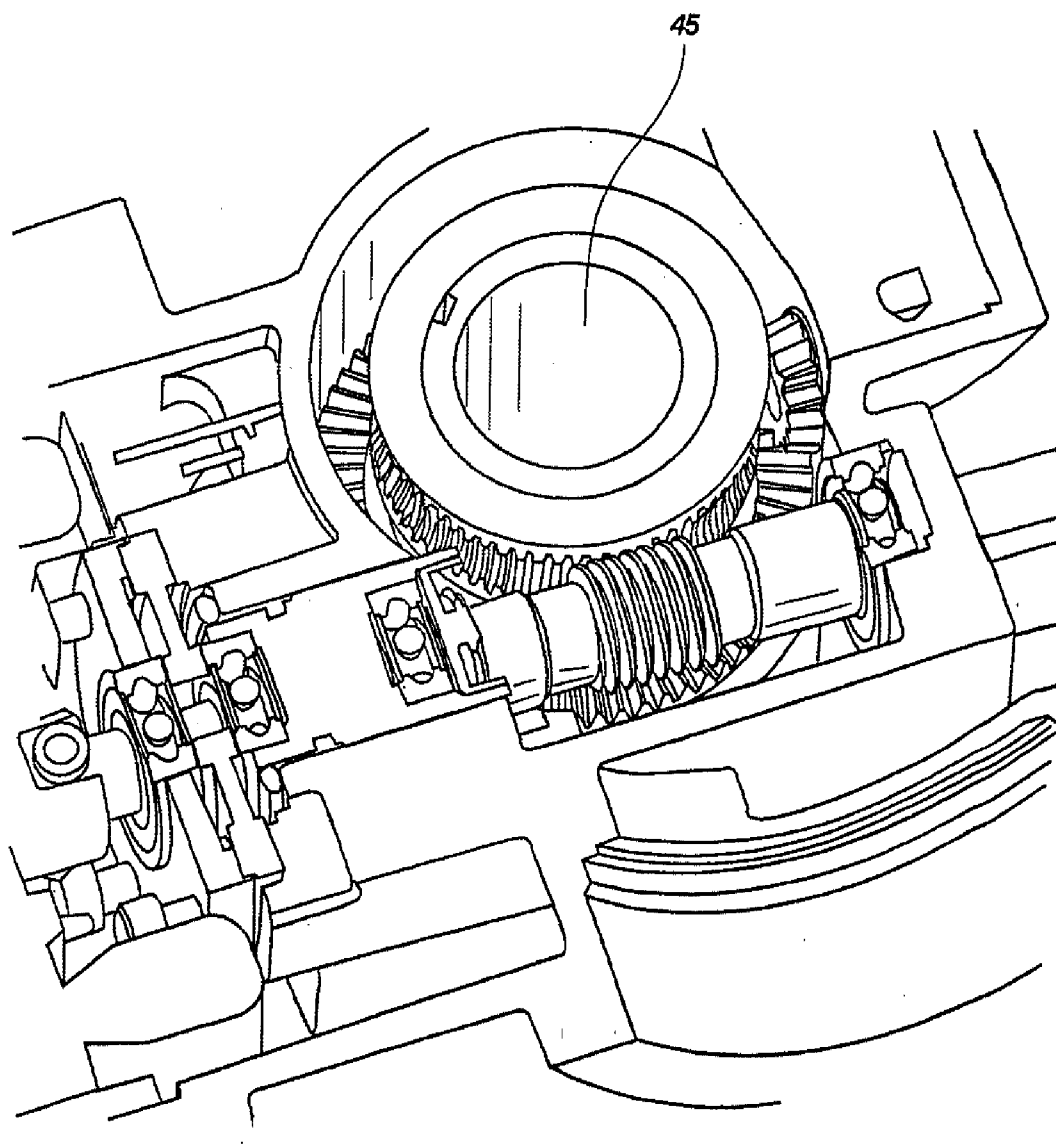


FIG. 1B

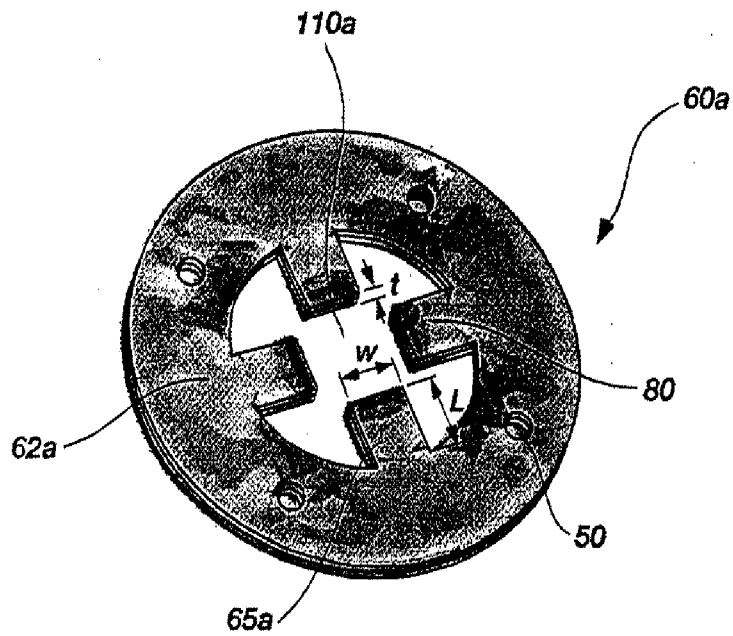


FIG. 2

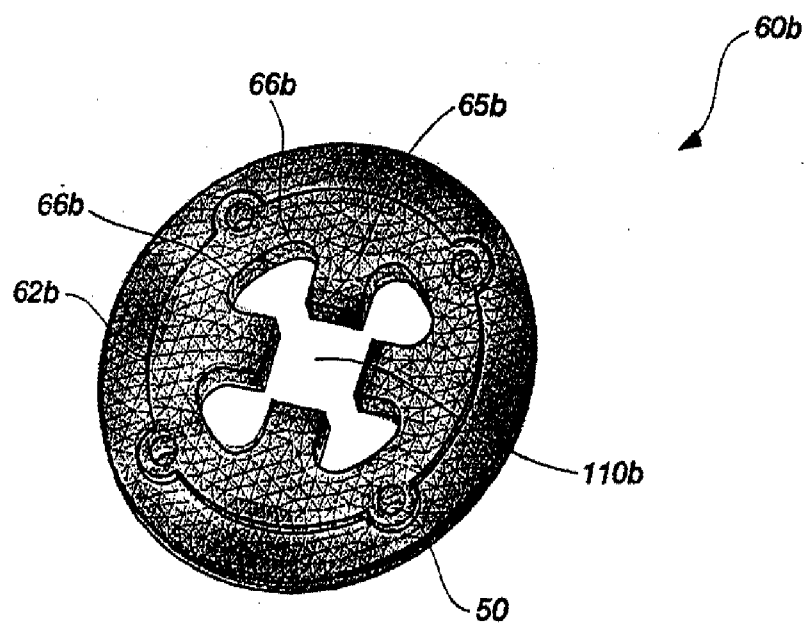


FIG. 3

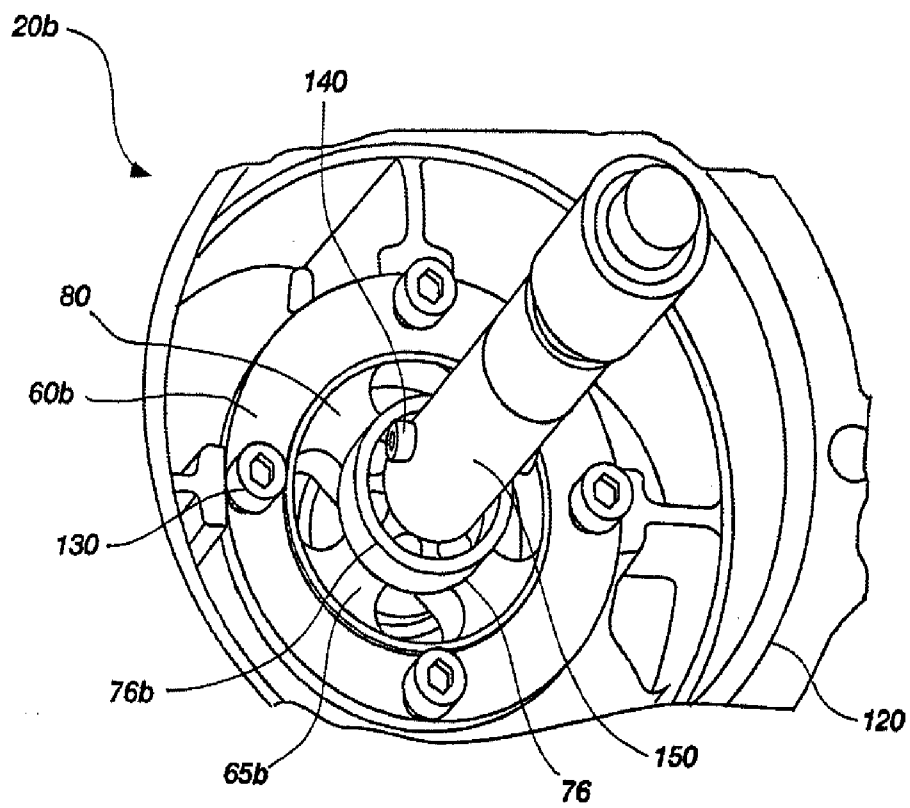


FIG. 4

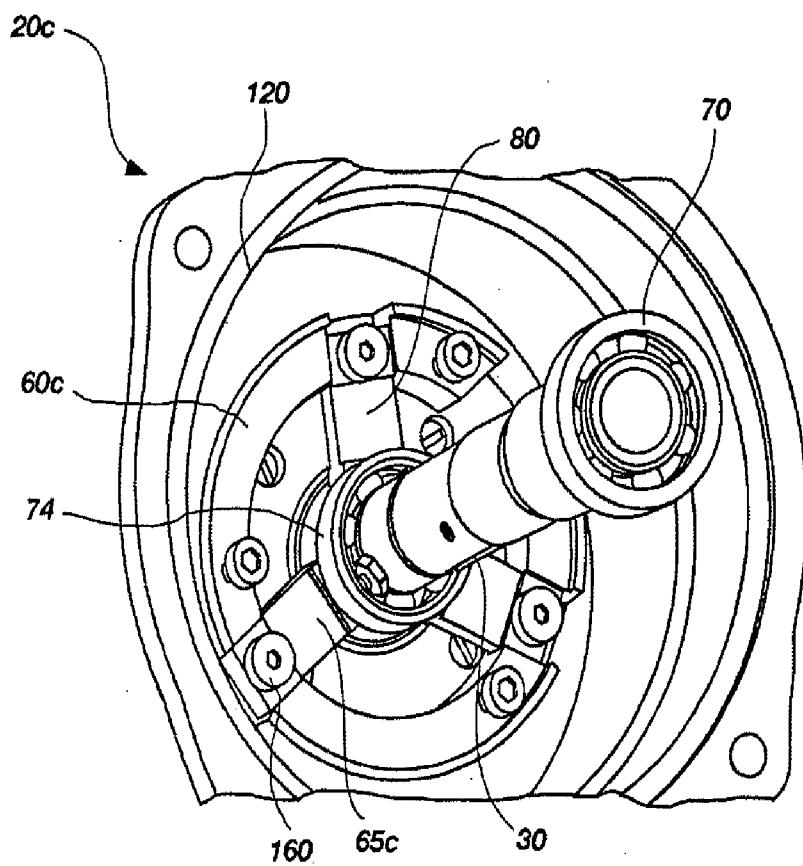
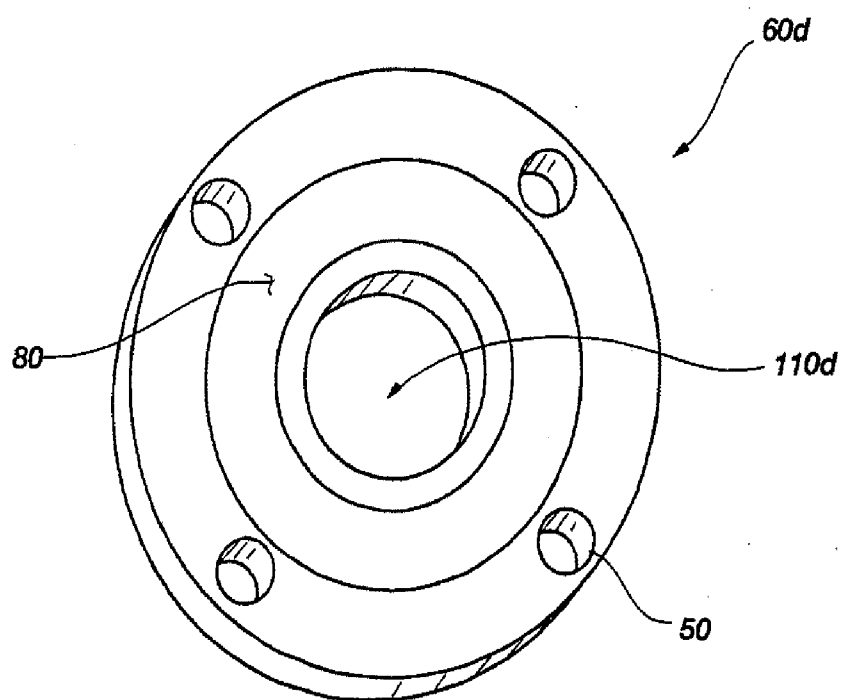


FIG. 5

**FIG. 6**