



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

(11) PI 0715859-9 B1

(22) Data do Depósito: 21/08/2007

(45) Data de Concessão: 10/07/2018



(54) Título: "DISPOSITIVO INDICADOR PARA DETECTAR UMA POSIÇÃO ANGULAR DE UM ELEMENTO ROTATIVO DE UMA MÁQUINA"

(51) Int.Cl.: G01M 15/00

(30) Prioridade Unionista: 21/08/2006 US 11/507,222

(73) Titular(es): DRESSER-RAND COMPANY

(72) Inventor(es): ALAN B. COLE

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"DISPOSITIVO INDICADOR PARA DETECTAR UMA POSIÇÃO ANGULAR DE UM ELEMENTO ROTATIVO DE UMA MÁQUINA"**.

[001] A presente invenção refere-se a um maquinário de fluido tal como as turbinas a vapor, e mais especificamente a dispositivos de retroalimentação de posição para tal maquinário de fluido.

[002] Um maquinário de fluido tal como as turbinas a vapor é conhecido e tais turbinas basicamente incluem uma carcaça principal que define uma câmara, um eixo de saída rotativo disposto dentro da câmara e que tem pelo menos uma porção que estende-se para fora da carcaça, e um ou mais rotores montados sobre o eixo, cada rotor tendo uma pluralidade de palhetas ou lâminas. Um fluido de alta pressão é direcionado através de um ou mais bocais na direção de cada rotor de modo a causar a sua rotação para acionar o eixo de saída, e o fluxo através de cada bocal é controlado por uma válvula. De preferência, tais turbinas a vapor incluem um conjunto distribuidor de vapor ou "caixa de vapor" que inclui uma câmara interna fluidamente acoplada com a fonte de vapor, uma pluralidade de saídas cada uma fluidamente conectada com um ou mais bocais, e uma pluralidade de válvulas, cada uma controlando o fluxo através de uma saída separada, e por meio disto cada bocal.

[003] Especificamente quando a caixa de vapor inclui uma pluralidade de válvulas, um conjunto atuador de válvula está provido o qual inclui um atuador, um eixo de came acionado pelo atuador e que tem um ou mais comes, e pelo menos um seguidor ou "elevador" cada um acoplado com um separado dos comes e configurado para abrir uma separada das válvulas. Com tal conjunto de atuador, a rotação do eixo de came faz com que os elevadores abram e fechem periodicamente cada válvula, de modo a permitir intermitentemente o fluxo através de cada bocal para o rotor associado. Como é geralmente desejado con-

trolar o tempo da abertura e do fechamento das válvulas, os projetos de turbina a vapor têm sido providos com um sensor rotativo para determinar o movimento rotacional do eixo de came, e por meio disto prover um dispositivo de controle com informações de retroalimentação sobre a operação de válvula para assegurar um seu funcionamento apropriado.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[004] Em um aspecto, a presente invenção é um dispositivo indicador para detectar uma posição angular de um elemento rotativo de uma máquina. O dispositivo indicador compreende um primeiro membro indicador acoplado com o elemento rotativo de modo que um movimento angular do elemento rotativo desloca angularmente o primeiro membro. Um segundo membro indicador está acoplado com o primeiro membro de modo que o movimento angular do primeiro membro desloca linearmente o segundo membro. Ainda, um sensor está configurado para detectar pelo menos uma da posição linear e do deslocamento linear do segundo membro indicador de modo a detectar a posição angular do elemento rotativo.

[005] Em outro aspecto, a presente invenção é um dispositivo indicador para detectar uma válvula de uma máquina de fluido, a máquina incluindo uma carcaça que tem pelo menos uma câmara interna, pelo menos uma válvula que controla o fluxo para dentro da câmara interna, e um eixo rotativo. O eixo está configurado para deslocar a pelo menos uma válvula entre as posições aberta e fechada quando o eixo move entre a primeira e a segunda posições angulares. O dispositivo indicador de válvula compreende um primeiro membro indicador acoplado com o eixo de modo que o movimento angular do eixo desloca angularmente o primeiro membro. Um segundo membro indicador está acoplado com o primeiro membro de modo que o deslocamento angular do primeiro membro desloca linearmente o segundo membro,

o deslocamento linear do segundo membro sendo geralmente proporcional ao deslocamento angular do primeiro membro. Ainda, um sensor está configurado para detectar pelo menos um de deslocamento linear e de posição linear do segundo membro indicador de modo a detectar a posição da válvula.

[006] Em um aspecto adicional, a presente invenção é uma turbina a vapor que compreende uma carcaça que tem pelo menos uma câmara interna e uma válvula que controla o fluxo para dentro da câmara interna. Um eixo rotativo está montado na carcaça e configurado para deslocar a válvula entre as posições aberta e fechada quando o eixo move entre a primeira e a segunda posições angulares. Uma engrenagem de pinhão está acoplada com o eixo de modo que o movimento angular do eixo desloca angularmente a engrenagem de pinhão. Ainda, uma engrenagem de cremalheira está acoplada com a engrenagem de pinhão de modo que o deslocamento angular da engrenagem de pinhão desloca linearmente a engrenagem de cremalheira, o deslocamento linear de engrenagem de cremalheira sendo geralmente proporcional ao deslocamento angular da engrenagem de pinhão;. Mais ainda, um sensor está configurado para detectar pelo menos um de deslocamento linear e de posição linear da engrenagem de cremalheira de modo a detectar a posição da válvula.

BREVE DESCRIÇÃO DAS DIVERSAS VISTAS DOS DESENHOS

[007] O sumário acima, assim como a descrição detalhada das modalidades preferidas da presente invenção, serão melhor compreendidos quando lidos em conjunto com os desenhos anexos. Para o propósito de ilustrar a invenção, estão mostradas nos desenhos, os quais são diagramáticos, as modalidades que são presentemente preferidas. deve ser compreendido, no entanto, que a presente invenção não está limitada às disposições precisas e às instrumentalidades mostradas. Nos desenhos:

figura 1 é uma vista em perspectiva de uma turbina a vapor que incorpora um dispositivo indicador de acordo com a presente invenção;

figura 2 é uma vista em perspectiva ampliada, partida, de uma porção da turbina a vapor e do dispositivo indicador mostrado na Figura 1;

figura 3 é uma vista em corte transversal, ampliada, do dispositivo de indicador e uma extremidade de um eixo de came preferido;

figura 4 é uma vista em elevação, mais ampliada, do dispositivo de indicador;

figura 5 é uma vista em corte transversal, mais ampliada, do dispositivo de indicador, feita através da linha 5-5 da Figura 4;

figura 6 é uma vista em elevação frontal, grandemente ampliada, do primeiro e do segundo membros indicadores do dispositivo indicador;

figura 7 é uma vista em corte transversal lateral parcialmente partida, grandemente ampliada, do primeiro e do segundo membros;

figura 8 é uma vista mais diagramática do primeiro e do segundo membros e uma porção de um sensor, mostrada com o primeiro e o segundo membros cada um disposto em uma primeira posição de limite;

figura 9 é outra vista mais diagramática do primeiro e do segundo membros e da porção de sensor da Figura 8, mostrada com o primeiro e o segundo membros cada um disposto em uma segunda posição de limite;

figura 10 é uma vista plana de topo da turbina a vapor, que mostra um eixo de came rotativo e uma pluralidade de válvulas;

figura 11 é uma vista em corte transversal radial de uma válvula da Figura 10, que mostra a válvula em uma posição fechada;

figura 12 é uma vista em corte transversal radial de uma válvula da Figura 10, que mostra a válvula em uma posição totalmente aberta; e

figura 13 é uma vista esquemática de um sensor do dispositivo indicador mostrado incorporado em um sistema de controle de válvula.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[008] Certa terminologia é utilizada na descrição seguinte por conveniência somente e não é limitante. As palavras "superior", "para cima", "inferior" e "para baixo" designam as direções nos desenhos aos quais referência é feita. As palavras "interno", "para dentro", "externo", "para fora" referem-se a direções na direção e afastando de, respectivamente, uma linha de centro designada ou um centro geométrico de um elemento que está sendo descrito, o significado específico sendo prontamente aparente do contexto da descrição. Ainda, como aqui utilizada, a palavra "conectado" pretende incluir as conexões diretas entre dois membros sem quaisquer outros membros interpostos entre os mesmos e as conexões indiretas entre os membros nos quais um ou mais outros membros estão interpostos entre os mesmos. A terminologia inclui as palavras especificamente acima mencionadas, seus derivados, e palavras de significado similar. Mais ainda, através do texto seguinte, referência é feita a duas ou mais posições de vários elementos que estão sendo descritos, e tais posições são apresentadas nas figuras de desenho indicando as posições relativas de um único ponto de tais elementos. Tais pontos de elemento mostrados nos desenhos são selecionados por conveniência somente e não tem nenhuma relevância específica para a presente invenção.

[009] Referindo agora aos desenhos em detalhes, em que números iguais são utilizados para indicar os elementos iguais através de toda a descrição, está mostrado nas figuras 1-13 um dispositivo indi-

cador de posição 10 para detectar uma posição angular A_n de um elemento rotativo 2 de uma máquina 1. De preferência, o dispositivo indicador 10 é um dispositivo indicador de posição de válvula configurado para detectar a posição de um eixo de came 3 de uma turbina a vapor 4, de modo a por meio disto determinar a posição de uma ou mais válvulas 5 acionadas pelo eixo 3, como abaixo descrito em detalhes. No entanto, o dispositivo indicador 10 pode ser utilizado para detectar diretamente (ou indiretamente) qualquer outro elemento de máquina rotativo 2 ou detectar indiretamente outro elemento de deslocamento linear ou rotativo, uma descrição detalhada do qual está além do escopo da presente descrição. Basicamente, o dispositivo indicador 10 inclui um primeiro membro indicador rotativo 12, um segundo membro indicador linearmente deslocável 14, e um sensor 16. O primeiro membro indicador 12 está acoplado com o elemento rotativo 2 de modo que o movimento angular do elemento rotativo 2 desloque angularmente o primeiro membro 12 ao redor de um eixo geométrico 12a e por uma quantidade correspondente. O segundo membro indicador 14 está acoplado ou engajado com o primeiro membro 12 de modo que o movimento angular do primeiro membro 12 desloque linearmente o segundo membro 14 ao longo de um eixo geométrico 14a. Ainda, o sensor 16 está configurado para detectar o deslocamento linear e/ou a posição linear do segundo membro indicador 14, de modo a por meio disto detectar ou determinar a posição angular A_n do elemento rotativo 2.

[0010] Mais especificamente, o segundo membro indicador 14 está acoplado com o primeiro membro indicador 12 de modo que o deslocamento linear l_D do segundo membro 14 é pelo menos geralmente proporcional ao deslocamento angular a_D do primeiro membro 12, como indicado na figura 9. O sensor 16 pode estar configurado para detectar uma quantidade de deslocamento linear l_D do segundo membro

14, e por meio disto o deslocamento angular a_D do primeiro membro indicador 12, e/ou detectar uma ou mais posições lineares específicas do segundo membro 14, por meio disto detectando as posições angulares correspondentes do primeiro membro 12. De preferência, o sensor 16 está configurado para gerar e transmitir pelo menos um sinal S_n (figura 13) para um controle 18 configurado para determinar a posição angular A_n do elemento rotativo 2 (ou determinar diretamente a posição da(s) válvula(s) 5 preferida(s)) do sinal de sensor S_n , como abaixo descrito em mais detalhes. Além disso, o dispositivo indicador 10 de preferência ainda compreende uma base 20 configurada para suportar pelo menos o primeiro e o segundo membros indicadores 12, 14 e conectável com a máquina 1 de modo a localizar o primeiro membro 12 pelo menos geralmente próximo do elemento rotativo 2, como está também abaixo discutido em detalhes, apesar dos componentes básicos 12, 14 e 16 poderem ser diretamente montados na máquina 1 ou separadamente suportados.

[0011] Mais de preferência, quando o elemento rotativo 2 é ou inclui um eixo de came 3 como acima discutido, o primeiro membro indicador 12 inclui uma engrenagem de pinhão de "acionamento" 22 acoplada com o eixo de came 3, e o segundo membro 14 inclui uma engrenagem de cremalheira 24 acoplada com a engrenagem de pinhão 22. O eixo de came 3 tem um eixo geométrico central 3a e é articulável ao redor do eixo geométrico 3a entre uma primeira posição angular A_1 (figura 11) e uma segunda posição angular A_2 (figura 12). De preferência, o eixo 3 está configurado para deslocar pelo menos uma e mais de preferência uma pluralidade de válvulas 5 cada uma entre uma posição fechada V_C (figura 11) e uma posição "totalmente aberta" V_O (figura 12) conforme o eixo de came 3 move-se entre a primeira e a segunda posições angulares de eixo A_1, A_2 . Isto é, o eixo de came 3 desloca a(s) válvula(s) 5 por meio de um ou mais conjuntos de came e

elevador (abaixo descrito) de modo que cada válvula 5 fique na posição fechada V_C quando o eixo de came 3 está localizado na primeira posição limite A_1 e a válvula 5 fique na posição totalmente aberta V_O quando o eixo de came 3 está disposto na segunda posição limite A_2 . Ainda, a engrenagem de pinhão de primeiro membro 22 está conectada com o eixo de came 3, de preferência por um acoplador flexível 60 (abaixo descrito), de modo que a rotação do eixo desloque angularmente a engrenagem de pinhão 22 geralmente ao redor do eixo geométrico de eixo 3a. Especificamente, o deslocamento angular do eixo de came 3 entre as duas posições limite de eixo A_1 , A_2 desloca angularmente a engrenagem de pinhão de acionamento 22 ao redor de um eixo geométrico geralmente paralelo 27a entre a primeira posição limite angular P_1 (figura 8) e uma segunda posição limite angular P_2 (figura 9) como abaixo discutido em maiores detalhes. De preferência, a engrenagem de pinhão de acionamento 22 inclui um corpo geralmente circular 23 com um cubo central 23a e uma pluralidade de dentes de engrenagem circunferencialmente espaçados que estendem-se radialmente 25. Um eixo central alongado 27 estende-se através do corpo 23 e é rotativo ao redor de um eixo geométrico central 27a, o eixo geométrico central 27a provendo o primeiro eixo geométrico de membro 12a, como acima discutido.

[0012] Mais ainda, a engrenagem de cremalheira de segundo membro 24 é acoplada com a engrenagem de pinhão 22 de modo que a rotação do eixo de came 3 desloque linearmente a engrenagem de cremalheira 24 ao longo do eixo geométrico 14a entre uma primeira posição G_1 (figura 8) e uma segunda posição G_2 (figura 9). Especificamente, como acima descrito, a rotação do eixo de came 3 entre a primeira e a segunda posições angulares A_1 e A_2 gira a engrenagem de pinhão de acionamento 22 entre a primeira e a segunda posições limite P_1 e P_2 , respectivamente, da engrenagem de pinhão. Durante tal

deslocamento angular, a engrenagem de pinhão 22 correspondentemente aciona a engrenagem de cremalheira 24 acoplada para deslocar linearmente entre a primeira e a segunda posições limite lineares G_1 , G_2 da engrenagem de cremalheira, como apresentado nas figuras 8 e 9. De preferência a engrenagem de cremalheira 24 inclui um corpo alongado 29 com lados opostos, que estendem-se verticalmente 29a, 29b, o lado 29a tendo uma pluralidade de dentes verticalmente espaçados 31 acopláveis com os dentes de engrenagem de pinhão 25 e o outro lado 29b tendo uma superfície de deslizamento vertical 33, e uma abertura conectiva 35.

[0013] Além disso, o sensor 16 está configurado para detectar quando a engrenagem de cremalheira 24 preferida está geralmente disposta na primeira posição limite G_1 , na segunda posição limite G_2 , e/ou uma ou mais posições intermediárias (nenhuma mostrada) localizadas sobre o eixo geométrico 14a entre as duas posições limite G_1 , G_2 . De preferência, o sensor 16 está configurado para detectar a engrenagem de cremalheira 24 em todas as posições de engrenagem de cremalheira G_n (isto é, as posições limite e intermediárias) e por meio disto determinar quando o eixo de came 3 está localizado nas duas posições limite angulares A_1 , A_2 e em cada posição angular intermediária A_n entre as mesmas (nenhuma mostrada). Ainda, o controle 18 está de preferência configurado para utilizar tais informações de posição de eixo de came para determinar quando a(s) válvula(s) 5 preferida(s) está(ão) localizada(s) em cada "ponto" em um ciclo de deslocamento de válvula, como abaixo descrito em detalhes. No entanto, o sensor 16 pode alternativamente ser configurado para detectar somente quando a engrenagem de cremalheira 24 está localizada em uma ou mais posições específicas G_n , tal como uma ou ambas as posições limite G_1 , G_2 , de modo que o controle 18 determina do mesmo somente quando as uma ou mais válvulas 5 estão localizadas em um ponto específico no ciclo

de deslocamento de válvula, por exemplo, as posições de válvula fechada e de válvula totalmente aberta V_C , V_O .

[0014] Mais especificamente, o sensor 16 de preferência inclui uma porção móvel 26 acoplada com a engrenagem de cremalheira 24 e móvel ao longo de um eixo geométrico 26a (colinear ou paralelo com o eixo geométrico de engrenagem de cremalheira 14a), e uma posição fixa 28 espaçada da engrenagem de cremalheira 24 e configurado para detectar pelo menos uma posição da porção móvel de sensor 26. Mais de preferência, o sensor 16 é um transformador diferencial variável linear ou "LVDT" 30, de modo que a porção móvel de sensor 26 inclui uma armadura 34 com um membro de núcleo 36 e a porção fixa de sensor 28 inclui uma pluralidade de bobinas 38 (ver figura 5). A armadura de sensor 34 é linearmente deslocável ao longo do eixo geométrico 26a e as bobinas de porção fixa de sensor 36 estão configuradas para gerar um sinal elétrico S_n que corresponde a cada posição da armadura 34 ao longo do eixo geométrico 26a. Ainda, o sensor 16 está de preferência configurado para gerar e transmitir um sinal S_p quando o sensor 16 determina que a engrenagem de cremalheira 24 está localizada em pelo menos uma, e de preferência em todas, a primeira e a segunda posições limite G_1 , G_2 e cada posição intermediária G_{In} localizada entre as mesmas. Mais especificamente, o LVDT 30 preferido gera uma pluralidade de sinais S_{Pn} , cada sinal S_{Pn} (por exemplo, S_{P1} , S_{P2} , etc.) correspondendo a uma separada da primeira posição limite G_1 , da segunda posição limite G_2 , e de cada uma de uma pluralidade de posições intermediárias G_{In} entre as duas posições limite G_1 , G_2 . No entanto, o sensor 16 pode alternativamente ser configurado para gerar um sinal S_{Pn} somente quando a engrenagem de cremalheira 24 está localizada em uma ou mais posições específicas, tal como quando a engrenagem de cremalheira está disposta na primeira posição limite e/ou segunda posição limite de cremalheira, de modo a indicar quando

a válvula está nas posições fechada e/ou totalmente aberta V_C , V_O .

[0015] Alternativamente, o sensor 16 pode ser construído de modo a detectar diretamente a engrenagem de cremalheira 24 ou um membro de extensão (não mostrado) conectado com a engrenagem 24 (por exemplo, uma barra alongada, etc.). Por exemplo, o sensor 16 pode ser um codificador, um sensor de proximidade, etc. configurado para ou detectar o deslocamento da engrenagem de cremalheira 24 ou do membro de extensão e/ou detectar quando a engrenagem de cremalheira 24 / membro de extensão está localizado em uma ou mais posições específicas, por exemplo detectando quando a engrenagem / membro de extensão está mais próxima do sensor 16. Mais ainda, o sensor 16 pode ser construído em qualquer outro modo apropriado capaz de detectar o segundo membro indicador 12 (de preferência a engrenagem de cremalheira 24) para determinar a posição angular do elemento rotativo 2 / eixo 3, e o escopo da presente invenção não em nenhum modo limitado a nenhuma estrutura, disposição, parâmetro operacional, etc. específica do sensor 16.

[0016] Referindo às figuras 3-9, o dispositivo indicador 10 de preferência ainda compreende uma engrenagem de pinhão louca 40 acoplada com a engrenagem de cremalheira 24 e um retentor 42 configurado para reter deslizante a engrenagem de cremalheira 24, a engrenagem louca 40 e o retentor 42 também estando geralmente conectados com a máquina 1. A engrenagem de pinhão louca 40 está espaçada, de preferência verticalmente acima, da engrenagem de pinhão de acionamento 22, e está acoplada com a engrenagem de cremalheira 24 de modo que quando o pinhão de acionamento 22 gira a engrenagem de cremalheira 24, a engrenagem de pinhão louca 40 é acionada para girar ao redor de um eixo geométrico central 40a pelo movimento da engrenagem de cremalheira 24. De preferência, a engrenagem de pinhão louca 40 inclui um corpo geralmente circular 41 com um cubo

central e uma pluralidade de dentes de engrenagem circunferencialmente espaçados, que estendem-se radialmente 43, e um eixo central alongado 45 que estende-se através do corpo 41. Ainda, o retentor 42 está configurado para reter deslizante a engrenagem de cremalheira 24 e tem uma superfície de apoio 44, a superfície de deslizamento de engrenagem de cremalheira 31 sendo posicionável contra a superfície de apoio de retentor 44.

[0017] Especificamente, a engrenagem de cremalheira 24 está disposta geralmente entre a superfície de apoio de retentor 44 e as duas engrenagens de pinhão 22, 40. Como tal, a engrenagem de cremalheira 24 desliza contra a superfície de apoio 44 enquanto a engrenagem de pinhão 22 aciona a engrenagem de cremalheira 24 entre a primeira e a segunda posições limite lineares G_1 , G_2 , o pinhão louco 40 funcionando para manter a engrenagem de cremalheira 24 disposta contra o retentor 42 de modo a impedir um movimento lateral ou uma articulação de engrenagem 24. De preferência, o retentor 42 inclui uma placa alongada geralmente em forma de S (ou em forma de Z) 46, um membro de corredeira 47 montado em uma borda vertical central 46a da placa principal 46, e uma placa de cobertura geralmente retangular 48 presa a uma superfície vertical traseira 46b da placa principal 46. O membro de corredeira 47 provê a superfície de apoio 44 e é de preferência formado de Teflon ou um material similar. A placa de cobertura 48 está configurada para pelo menos parcialmente sobrepor a engrenagem de cremalheira 24, de modo que a engrenagem de cremalheira 24 fique retida entre a placa de cobertura 48 e uma base 20, como abaixo descrito.

[0018] Como melhor mostrado nas figuras 1-5, a base de indicador 20 preferida é conectável com a máquina 1 de modo a localizar a engrenagem de pinhão 22 pelo menos geralmente mais próxima do elemento rotativo 2 (isto é, o eixo de came 3). Mais especificamente, a

base de indicador 20 está configurada para suportar a engrenagem de pinhão 22, a engrenagem de cremalheira 24, o sensor 16, a engrenagem de pinhão louca 40 e o retentor 42. De preferência, a base 20 inclui uma placa de base geralmente retangular 50 e uma pluralidade de membros conectivos 54, mais de preferência quatro membros 54. A placa de base 50 tem uma superfície de montagem externa, vertical 55 e uma superfície vertical interna, oposta 56, as engrenagens de pinhão de acionamento e louca 22, 40, respectivamente, o sensor 16, e o membro retentor 42 sendo conectados com a superfície de montagem 55. Os membros conectivos 54 cada um estende-se entre a superfície interna de placa 56 e uma superfície que faceia 51a de um membro de apoio de eixo 51 que suporta rotativamente o eixo de came 3, e estão geralmente circunferencialmente espaçados ao redor de uma engrenagem de acionamento 94 disposta sobre a extremidade do eixo de came 3, como abaixo descrito. De preferência, a base 20 ainda inclui uma placa espaçadora geralmente retangular 57 disposta sobre a superfície de montagem de placa de base 56, a placa principal de retentor 46 e as duas engrenagens de pinhão 22, 40 sendo montadas na placa espaçadora 57, o sensor de LVDT preferido 30 sendo preso na superfície de montagem 55 por um par de blocos de montagem 52 de modo a ficar localizado geralmente abaixo da placa espaçadora 57.

[0019] Referindo às figuras 3 e 7, de preferência, cada uma da placa de base 50 e da placa espaçadora 57 tem um par de furos 53, 58 alinhados com um furo correspondente 58, 53 da outra placa 57, 52. Um rolamento 59 estende-se através de cada um dos pares de furos alinhados 53/58 e cada eixo de engrenagem de pinhão 27, 45 está disposto rotativo dentro de um separado dos rolamentos 59 de modo a montar rotativa a engrenagem de pinhão 22, 40 específica na placa de base 50. Quando montado na placa de base 50, cada eixo de engrenagem 27, 45 tem uma porção interna 27b, 45a que estende-se para

fora da superfície interna de placa 55 e geralmente na direção do eixo de came 3, uma porca de retenção 61 separada estando disposta sobre cada eixo 27, 45. Ainda, o dispositivo indicador 10 ainda inclui pelo menos um acoplador flexível 60 configurado para conectar a engrenagem de pinhão de acionamento 22 com o eixo de came 3 de modo que o eixo de came e os eixos geométricos de engrenagem de pinhão 3a, 12a sejam ou geralmente colineares, geralmente paralelos, ou geralmente convergentes.

[0020] Em outras palavras, o eixo de came 3 aciona rotativa a engrenagem de pinhão de acionamento 22 através do acoplador flexível 60, independente se os dois eixos geométricos 3a, 12a são precisamente colineares ou não de modo a levar em conta as tolerâncias de fabricação. Como melhor mostrado na figura 3, o acoplador 60 de preferência inclui um corpo principal cilíndrico 62 que tem extremidades opostas 62a, 62b e dois membros tubulares, como fole ou "foles" 64 cada um tendo extremidades abertas opostas 64a. Uma extremidade 64a de cada fole de acoplador 64 está disposta sobre uma extremidade separada 62a, 62b, respectivamente, do corpo principal de acoplador 62. A outra extremidade 64a de um fole 66 está disposta sobre a porção interna de eixo de pinhão de acionamento 27b e a outra extremidade 66a do outro membro de fole 66 está disposta sobre um eixo curto 68 (figura 3) e estende-se do eixo de came 3 ao longo do eixo geométrico de eixo de came 3a. Com esta estrutura, o eixo de came 3 aciona a engrenagem de pinhão 22 através do acoplador 60 girando o eixo curto 68, o segundo membro de fole 66, o corpo principal de acoplador 62, o primeiro membro de fole 64, e o eixo de engrenagem 27. Ainda, o eixo de came 3 pode alternativamente ser acoplado com a porção interna 45a do eixo de engrenagem 45 ao invés da porção interna de eixo 27b, em cujo caso a engrenagem 40 funciona como a engrenagem de pinhão de acionamento e a engrenagem 22 funciona

como a engrenagem de pinhão louca.

[0021] Referindo agora às figuras 1-3 e 10-12, a turbina a vapor preferida 4 ainda inclui um distribuidor de vapor ou "caixa de vapor" 7 que inclui uma carcaça 8 com uma câmara interna 8a e uma pluralidade de saídas de vapor 8d (somente uma mostrada), cada válvula 5 controlando o fluxo através de uma separada das saídas 8b. Cada válvula 5 de preferência inclui um elemento de válvula móvel 5a, de preferência um plugue, uma haste 5b conectada com o plugue de válvula 5a para deslocar o plugue 5a, e o corpo 5c suportando móvel (isto é, deslizante) a haste de válvula 5b. O eixo de came 3 está montado em uma superfície superior, exterior 8c da carcaça de caixa de vapor 8 e está configurado para operar ou deslocar as porções móveis 5a, 5b de cada uma das válvulas 5 conforme o eixo 3 gira entre as duas posições limite A_1 , A_2 . Especificamente, a turbina a vapor 4 de preferência ainda inclui uma pluralidade de mecanismos seguidores de came 78 acoplados com o eixo 3, cada mecanismo seguidor de came 78 deslocando uma separada das válvulas 5, e um atuador 84 para deslocar rotativo o eixo de came 3, mais de preferência para oscilar periodicamente o eixo 3 entre as duas posições limite angulares A_1 , A_2 .

[0022] Referindo especificamente às figuras 11 e 12, cada mecanismo seguidor de came 78 inclui um seguidor ou "elevador" de válvula 80 conectado com e configurado para deslocar uma das válvulas 5 e um came 82 montado no eixo de came 3 e configurado para deslocar um dos elevadores 80. Cada seguidor / elevador 80 está configurado para deslocar uma separada das válvulas 5 entre as posições de válvula aberta e totalmente fechada V_C , V_O . Os elevadores 80 cada um de preferência inclui um corpo alongado 81 que tem uma primeira extremidade 81a conectada articulada com a carcaça 8, uma extremidade acionada, oposta 81b disposta contra um dos comes 82, e uma porção central 81c conectada com a válvula 5 associada, de preferência por

uma haste de conexão articulável 85 que estende-se entre a porção central 81c e a haste de válvula 5b associada. Ainda, os came 82 estão cada um configurados para acionar um separado dos seguidores 80 quando o eixo 3 gira entre a primeira e a segunda posições de eixo A_1 , A_2 . De preferência, cada came 82 tem um corpo excêntrico 83 com uma superfície de came 83, a extremidade acionada de seguidor 81b sendo movida pela superfície de came 83 conforme o eixo 3 gira o came 82 de modo a oscilar o seguidor 80 entre uma posição inferior F_1 (figura 11) e uma posição superior F_2 (figura 12). Conforme o seguidor 80 move entre as posições superior e inferior F_1 , F_2 , o elevador 80 desloca as porções móveis 5a, 5b da válvula 5 acoplada entre a posição fechada V_C e uma posição totalmente aberta V_O . De preferência, cada superfície de came 83 está configurada para prover pelo menos um "período morto" de modo que a válvula 5 conectada fique geralmente localizada em qualquer uma das posições fechada ou totalmente aberta por um período de tempo conforme o came 82 (e o eixo 3) continuam a girar entre as posições limite de eixo A_1 , A_2 , mais podem ser construídos em qualquer modo apropriado.

[0023] Referindo agora às figuras 1-3, 10 e 13, como acima discutido, o atuador 84 está configurado para girar periodicamente o eixo de came 3 entre a primeira e a segunda posições angulares limite de eixo A_1 , A_2 de modo a continuamente abrir e fechar a(s) válvula(s) 5 durante a operação da turbina a vapor 4. De preferência, o atuador 84 inclui um cilindro hidráulico 90 com um pistão móvel 91, uma engrenagem oscilante 92 montada articulada na turbina 4, de preferência na carcaça de caixa de vapor 8 e conectada com o pistão 90, e uma engrenagem de pinhão de acionamento 94 montada no eixo de came 3. O pistão 91 alternadamente estende e recua de modo a articular ou "oscilar" a engrenagem oscilante 92 acoplada, por meio disto girando a engrenagem de pinhão 94 acoplada, em direções angulares opostas para

deslocar periodicamente o eixo de came 3 entre a primeira e a segunda posições finais A_1 , A_2 . Como apresentado na figura 13, o controle 18 está configurado para operar o atuador 84 de modo que o atuador 84 desloque periodicamente rotativamente o eixo 3 para mover as válvulas 5 através de uma pluralidade de posições desejadas dentro de um período de tempo predeterminado. Em outras palavras, o controle 18 direciona a taxa e o tempo da extensão e da retração do atuador de cilindro 84 preferido, de modo a por meio disto abrir e fechar as válvulas 5 dentro de uma quantidade de tempo específica e em pontos especificados na operação da turbina 4.

[0024] Com a estrutura acima, o sensor 16 gera e transmite os sinais S_n para o controle 18 quando a engrenagem de cremalheira 24 está localizada em cada uma de uma pluralidade das posições lineares de engrenagem G_n . O controle 18 está configurado para detectar ou determinar a posição de válvula V_n (isto é, V_C , V_O , etc.) de cada sinal de posição de cremalheira S_n e ajusta a operação do atuador 84 sempre que a posição de válvula V_n detectada varia de uma posição de válvula desejada DV_n armazenada no ou inserida para o controle 18. Mais especificamente, o controle 18 de preferência inclui pelo menos um controlador 96 que é programado, etc., para operar o atuador 84, de preferência através de uma válvula de relé 97 acoplada com o cilindro 90, para abrir e fechar periodicamente todas as válvulas 5 dentro de um período de tempo especificado durante a operação da turbina. Quando o controle 18 determina que as válvulas 5 não deslocaram ou não estão deslocando no modo desejado, o controle 18 ajusta a operação do atuador conforme necessário de modo que as válvulas 5 sejam fechadas e abertas nos pontos operacionais de turbina apropriados e/ou dentro do período de tempo desejado. Assim, o controle 18 assegura que as válvulas 5 sejam periodicamente deslocadas entre as posições fechada e totalmente aberta V_C , V_O dentro do período de

tempo predeterminado e nos pontos operacionais apropriados continuamente durante a operação da turbina a vapor 4.

[0025] Será apreciado por aqueles versados na técnica que mudanças poderiam ser feitas nas modalidades acima descritas sem afastar-se do seu amplo conceito inventivo. É compreendido, portanto, que esta invenção não está limitada às modalidades específicas descritas, mas pretende cobrir todas as modificações dentro do espírito e do escopo da presente invenção como definido nas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo indicador (10) para detectar uma posição angular de um elemento rotativo (2) de uma máquina (1), o elemento rotativo (2) inclui um eixo de came (3) que tem um eixo geométrico central e sendo articulável ao redor do eixo geométrico entre uma primeira e uma segunda posições angulares, o eixo (3) sendo configurado para deslocar uma válvula (5) entre uma posição aberta e uma posição fechada conforme o eixo (3) move entre a primeira e a segunda posições de eixo (3), o dispositivo indicador (10) caracterizado pelo fato de que inclui,

um primeiro membro (12) indicador acoplado com o elemento rotativo (2) de modo que um movimento angular do elemento rotativo (2) desloca angularmente o primeiro membro (12), o primeiro membro (12) incluindo uma engrenagem de pinhão (22) de acionamento conectada com o eixo de came (3) de modo que a rotação do eixo (3) desloca angularmente a engrenagem ao redor do eixo geométrico do eixo;

um segundo membro (14) indicador acoplado com o primeiro membro (12) de modo que o movimento angular do primeiro membro (12) desloca linearmente o segundo membro (14), o segundo membro (14) incluindo uma engrenagem de cremalheira (24) acoplada com a engrenagem de pinhão (22) de modo que a rotação do eixo de came (3) desloca linearmente a engrenagem de cremalheira (24) entre uma primeira posição e uma segunda posição; e

um sensor (16) configurado para detectar pelo menos uma da posição linear e do deslocamento linear do segundo membro (14) indicador de modo a detectar a posição angular do elemento rotativo (2).

2. Dispositivo indicador (10) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que,

o segundo membro (14) está acoplado com o primeiro membro (12) de modo que o deslocamento linear do segundo membro (14) seja proporcional ao deslocamento angular do primeiro membro (12); e

o sensor (16) está configurado para detectar uma quantidade de deslocamento linear do segundo membro (14).

3. Dispositivo indicador (10) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sensor (16) está configurado para gerar e transmitir um sinal para um controle (18) configurado para determinar a posição angular do elemento rotativo (2) do sinal de sensor.

4. Dispositivo indicador (10) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o elemento rotativo (2) está incorporado em uma máquina (1) e o dispositivo indicador (10) ainda compreende uma base configurada para suportar pelo menos o primeiro e o segundo membro (14)s indicadores e conectável com a máquina (1) de modo a localizar o primeiro membro (12) pelo menos mais próximo do elemento rotativo (2).

5. Dispositivo indicador (10) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sensor (16) está configurado para detectar quando a engrenagem de cremalheira (24) está disposta em pelo menos uma da primeira posição, da segunda posição, e uma posição intermediária localizada entre a primeira e a segunda posições.

6. Dispositivo indicador (10) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sensor (16) inclui uma porção móvel (26) acoplada com a engrenagem de cremalheira (24) e uma porção fixa (28) espaçada da engrenagem de cremalheira (24) e configurada para detectar pelo menos uma posição da porção móvel (26).

7. Dispositivo indicador (10) de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o sensor (16) é um transformador diferencial variável linear (30), a porção móvel (26) de sensor inclui

uma armadura linearmente deslocável ao longo de um eixo geométrico, e a porção fixa (28) de sensor inclui uma pluralidade de bobinas com figuras para gerar um sinal elétrico que corresponde a cada posição da armadura sobre o eixo geométrico.

8. Dispositivo indicador (10) de acordo com a reivindicação 1, em que:

pelo menos uma porção do sensor fica espaçada da engrenagem de cremalheira (24);

o segundo membro (14) de indicador inclui uma barra alongada conectada com a engrenagem de cremalheira (24) de modo que o deslocamento da cremalheira por uma quantidade de distância desloca a barra por uma quantidade de distância igual; e

o sensor (16) está configurado para detectar uma de quando pelo menos uma porção da barra está localizada mais próxima do sensor (16) e uma posição da barra com relação ao sensor (16).

9. Dispositivo indicador (10) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sensor (16) está configurado para gerar e transmitir um sinal quando o sensor (16) determina que a engrenagem de cremalheira (24) está localizada em pelo menos uma da primeira e da segunda posições.

10. Dispositivo indicador (10) de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o sensor (16) inclui um transdutor de voltagem de deslocamento linear configurado para gerar uma pluralidade de sinais, cada sinal correspondendo a uma separada da primeira posição, da segunda posição, e uma pluralidade de posições intermediárias entre a primeira e a segunda posições.

11. Dispositivo indicador (10) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que ainda compreende,

uma engrenagem de pinhão (22) louca espaçada da engrenagem de pinhão (22) de acionamento e acoplada com a engrenagem

de cremalheira (24); e

um membro de retentor configurado para reter deslizante a engrenagem de cremalheira (24) e que tem uma superfície de apoio, a engrenagem de cremalheira (24) sendo disposta entre a superfície de apoio de retentor e as duas engrenagens de pinhão de modo que a engrenagem de cremalheira (24) desliza contra a superfície de apoio enquanto a engrenagem de pinhão (22) aciona a engrenagem de cremalheira (24) entre a primeira e a segunda posições lineares.

12. Dispositivo indicador (10) de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que ainda compreende um membro de base conectável com a máquina (1) de modo a localizar o membro de pinhão pelo menos mais próximo do elemento rotativo (2) e configurado para suportar a engrenagem de pinhão (22), a engrenagem de cremalheira (24), o sensor (16), e o membro de retentor.

13. Dispositivo indicador (10) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que cada um do eixo de came (3) e da engrenagem de pinhão (22) é angularmente deslocável ao redor de um eixo geométrico central separado; e

o dispositivo indicador (10) ainda compreende pelo menos um acoplamento flexível configurado para conectar a engrenagem de pinhão (22) com o eixo de came (3) de modo que os eixos geométricos do eixo de came (3) e da engrenagem de pinhão (22) sejam um de colineares, paralelos e convergentes.

14. Dispositivo indicador (10) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que detecta uma válvula (5) de uma máquina de fluido, a máquina (1) incluindo uma carcaça que tem pelo menos uma câmara interna, uma válvula (5) que controla o fluxo para a câmara interna, e um eixo rotativo configurado para deslocar a válvula (5) entre as posições aberta e fechada quando o eixo (3) move entre a primeira e a segunda posições angulares, o dispositivo indicador (10)

de válvula (5) compreendendo,

um primeiro membro (12) indicador acoplado com o eixo de modo que o movimento angular do eixo desloca angularmente o primeiro membro (12);

um segundo membro (14) indicador acoplado com o primeiro membro (12) de modo que o deslocamento angular do primeiro membro (12) desloca linearmente o segundo membro (14), o deslocamento linear do segundo membro (14) sendo proporcional ao deslocamento angular do primeiro membro (12); e

um sensor (16) para detectar pelo menos um de do deslocamento linear e de posição linear do segundo membro (14) indicador de modo a detectar a posição da válvula (5).

15. Dispositivo indicador (10) de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o sensor (16) está configurado para gerar e transmitir um sinal quando a engrenagem de cremalheira (24) estiver localizada em pelo menos uma posição predeterminada; e

o indicador de válvula (5) ainda compreende um controle (18) acoplado com o sensor (16) e configurado para detectar uma posição da válvula (5) do sinal de sensor (S_n).

16. Dispositivo indicador (10) de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o primeiro membro (12) inclui uma engrenagem de pinhão (22) de acionamento conectada com o eixo de came (3) de modo que a rotação do eixo desloca angularmente a engrenagem ao redor do eixo geométrico do eixo; e

o segundo membro (14) inclui uma engrenagem de cremalheira (24) acoplada com a engrenagem de pinhão (22) de modo que a rotação do eixo de came (3) desloca linearmente a engrenagem de cremalheira (24) entre uma primeira posição e uma segunda posição.

17. Dispositivo indicador (10) de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que o sensor (16) está configurado

para detectar quando a engrenagem de cremalheira (24) está disposta em pelo menos uma da primeira posição, da segunda posição, e uma posição intermediária localizada entre a primeira e a segunda posições.

18. Dispositivo indicador (10) de acordo com a reivindicação 16, em que o sensor (16) inclui uma porção móvel (26) acoplada com a engrenagem de cremalheira (24) e uma porção fixa (28) espaçada da engrenagem de cremalheira (24) e configurada para detectar pelo menos uma posição da porção móvel (26).

19. Dispositivo indicador (10) de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que o sensor (16) é um transformador diferencial variável linear (30), a porção móvel (26) de sensor inclui uma armadura linearmente deslocável ao longo de um eixo geométrico, e a porção fixa (28) de sensor inclui uma pluralidade de bobinas configuradas para gerar um sinal elétrico que corresponde a cada posição da armadura sobre o eixo geométrico.

20. Dispositivo indicador (10) de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que ainda compreende,

uma engrenagem de pinhão (22) louca espaçada da engrenagem de pinhão (22) de acionamento e acoplada com a engrenagem de cremalheira (24); e

um membro de retentor configurado para reter deslizante a engrenagem de cremalheira (24) e que tem uma superfície de apoio, a engrenagem de cremalheira (24) sendo disposta entre a superfície de apoio de retentor e as duas engrenagens de pinhão de modo que a engrenagem de cremalheira (24) desliza contra a superfície de apoio enquanto a engrenagem de pinhão (22) aciona a engrenagem de cremalheira (24) entre a primeira e a segunda posições lineares.

21. Dispositivo indicador (10) de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que ainda compreende um membro

de base configurado para suportar as engrenagens de pinhão de acionamento e louca, a engrenagem de cremalheira (24), o sensor (16), e o membro de retentor, o membro de base sendo conectável com a carcaça de máquina de modo a localizar a engrenagem de pinhão (22) de acionamento pelo menos mais próximo do eixo.

22. Dispositivo indicador (10) de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que,

cada um do eixo de came (3) e da engrenagem de pinhão (22) é angularmente deslocável ao redor de um eixo geométrico central separado; e

o dispositivo indicador (10) ainda compreende pelo menos um acoplamento flexível configurado para conectar a engrenagem de pinhão (22) com o eixo de came (3) de modo que o eixo geométrico de eixo de came (3) e o eixo geométrico de engrenagem de pinhão (22) sejam um de colineares, paralelos e convergentes.

23. Dispositivo indicador (10) de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que a máquina (1) de fluido ainda inclui um seguidor configurado para deslocar a válvula (5) entre as posições aberta e fechada, um came montado no eixo rotativo e configurado para acionar o seguidor quando o eixo gira entre a primeira e a segunda posições de eixo, um atuador (84) configurado para girar o eixo entre a primeira e a segunda posições, e um controle (18) configurado para operar o atuador (84) de modo que o atuador (84) desloque periodicamente rotativamente o eixo para mover a válvula (5) através de uma pluralidade de posições desejadas dentro de um período de tempo predeterminado; e

o sensor (16) gera e transmite um sinal para o controle (18) quando a cremalheira está localizada em cada uma de uma pluralidade de posições predeterminadas, o controle (18) sendo ainda configurado para detectar a posição de válvula (5) de cada sinal de posição

de cremalheira e ajustar a operação do atuador (84) quando a posição de válvula (5) detectada varia da posição de válvula (5) desejada de modo que a válvula (5) é periodicamente deslocada entre as posições aberta e fechada dentro do período de tempo predeterminado.

24. Dispositivo indicador (10) de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que a máquina (1) de fluido é uma turbina a vapor (4) que tem uma pluralidade de válvulas (5), uma pluralidade de seguidores cada um operativamente conectado com uma separada das válvulas (5), uma pluralidade de cames montados no eixo de came (3) e operativamente acoplados com um separado dos seguidores.

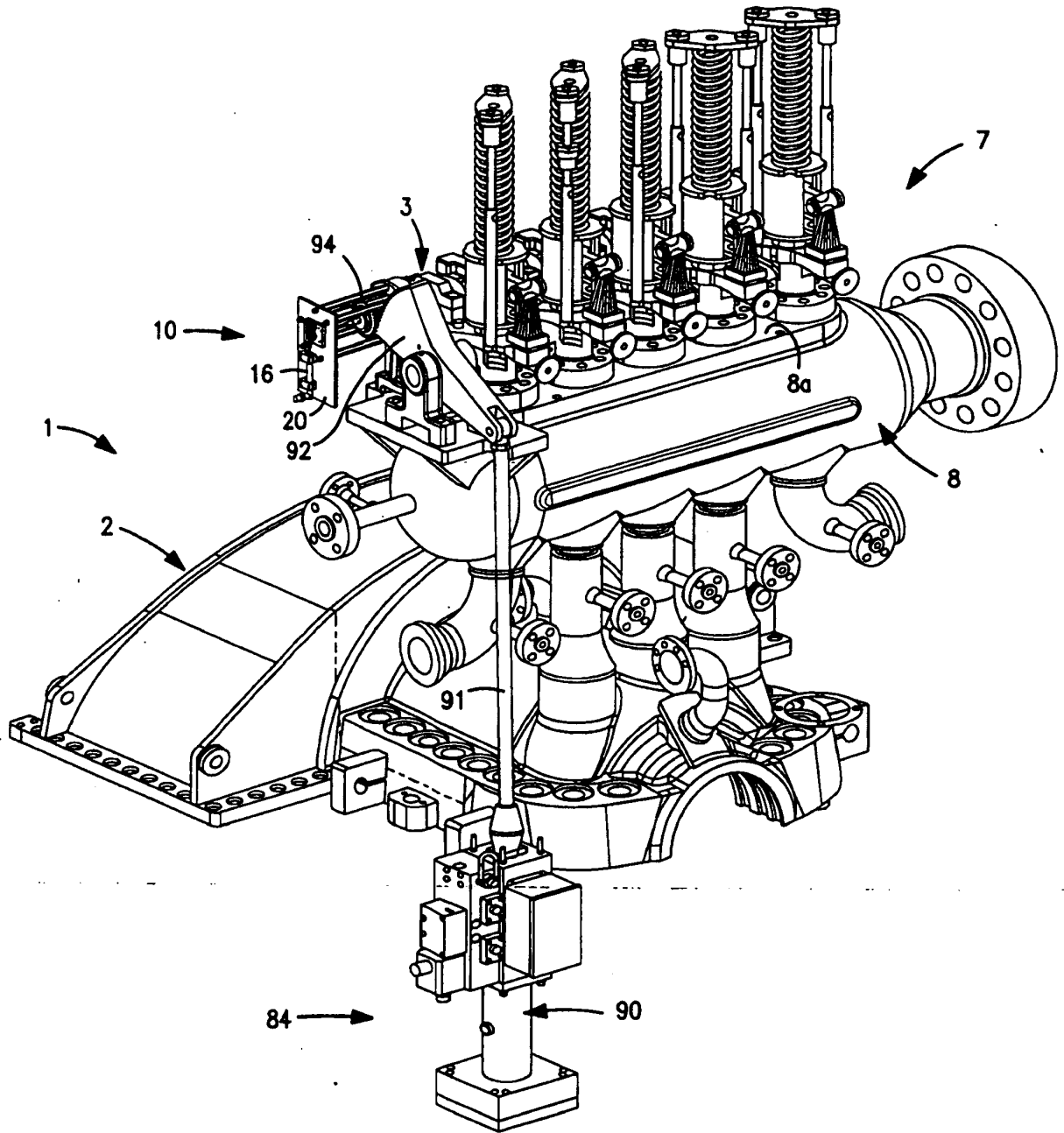


FIG. 1

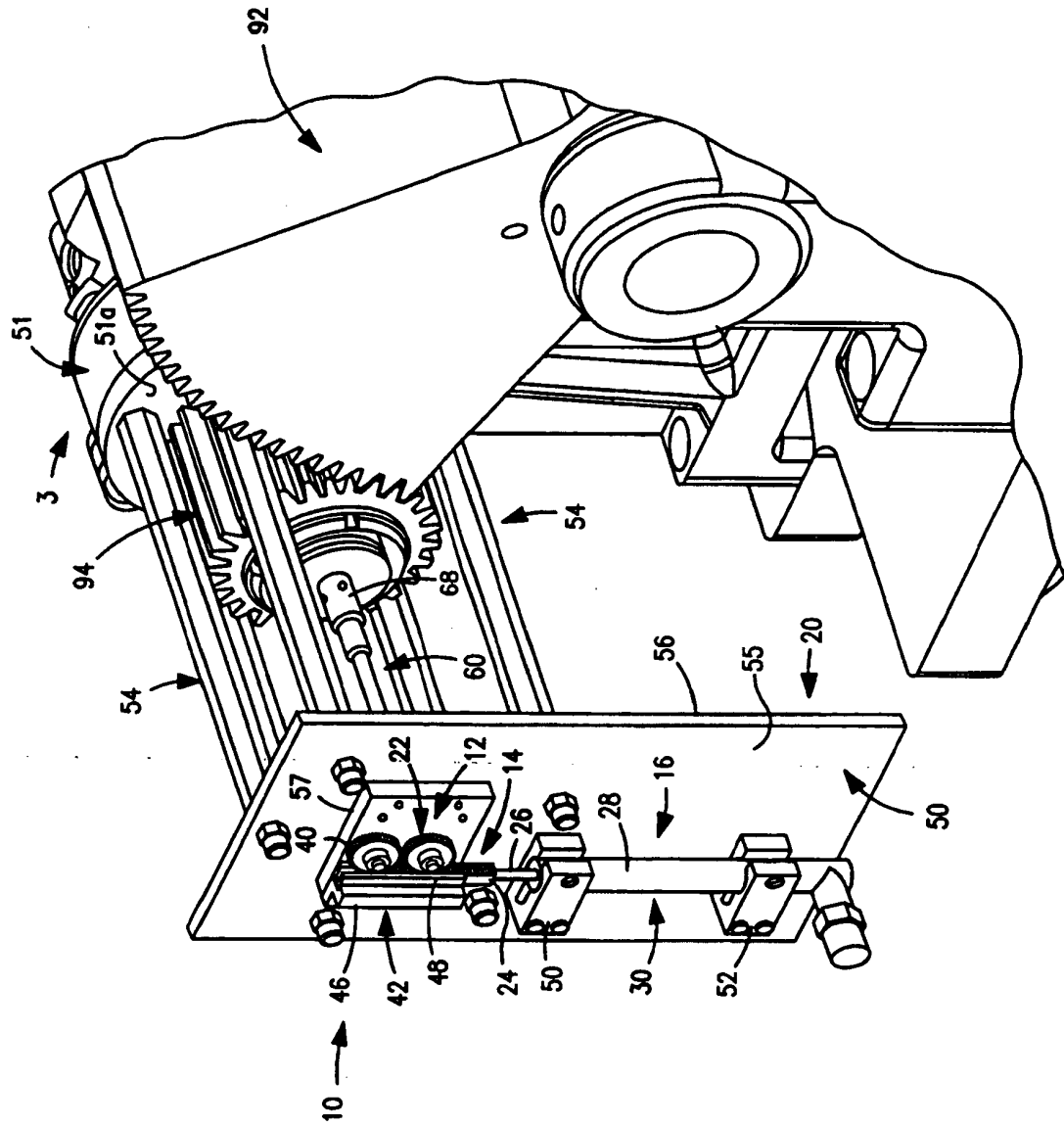


FIG. 2

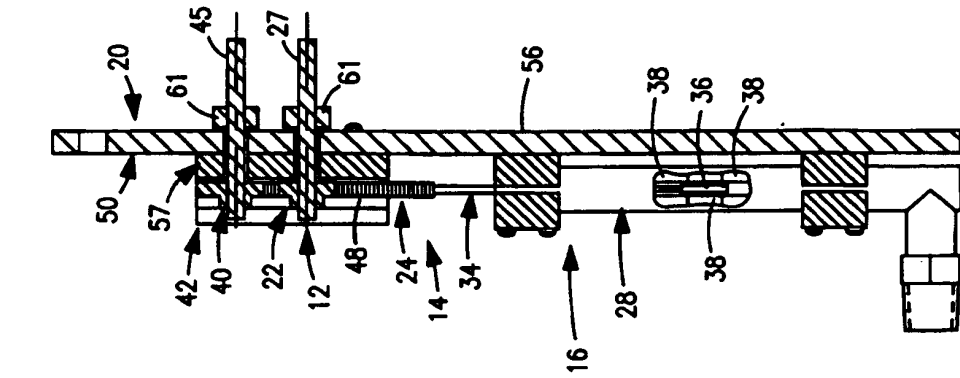


FIG. 4

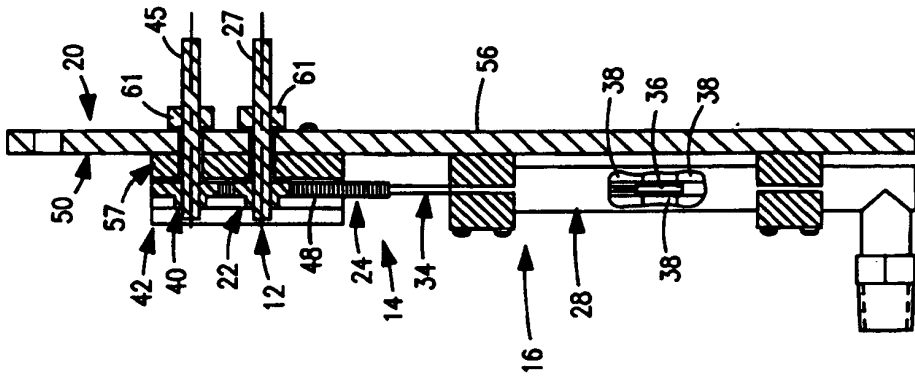


FIG. 5

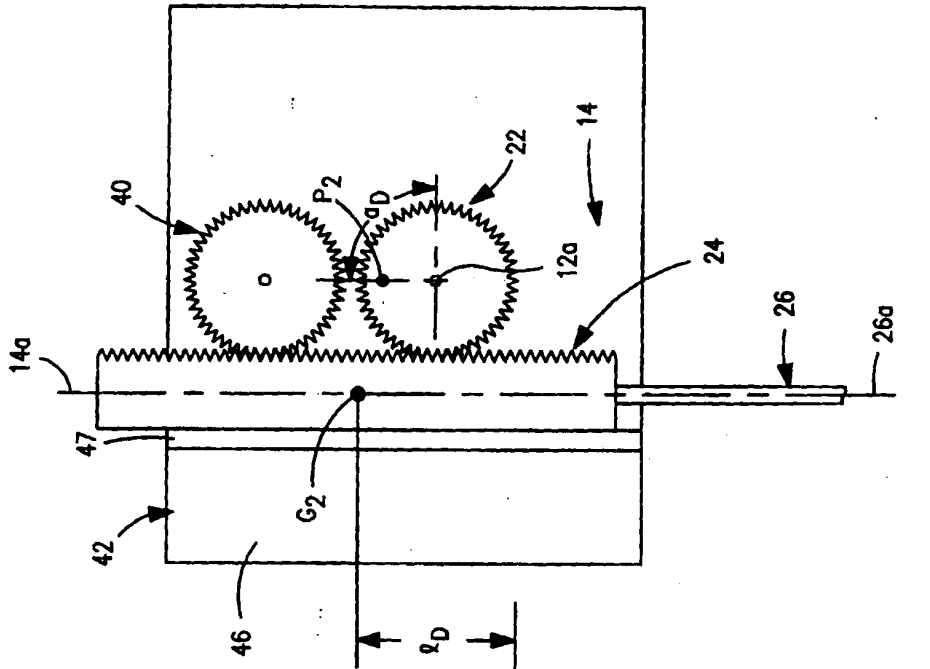


FIG. 8

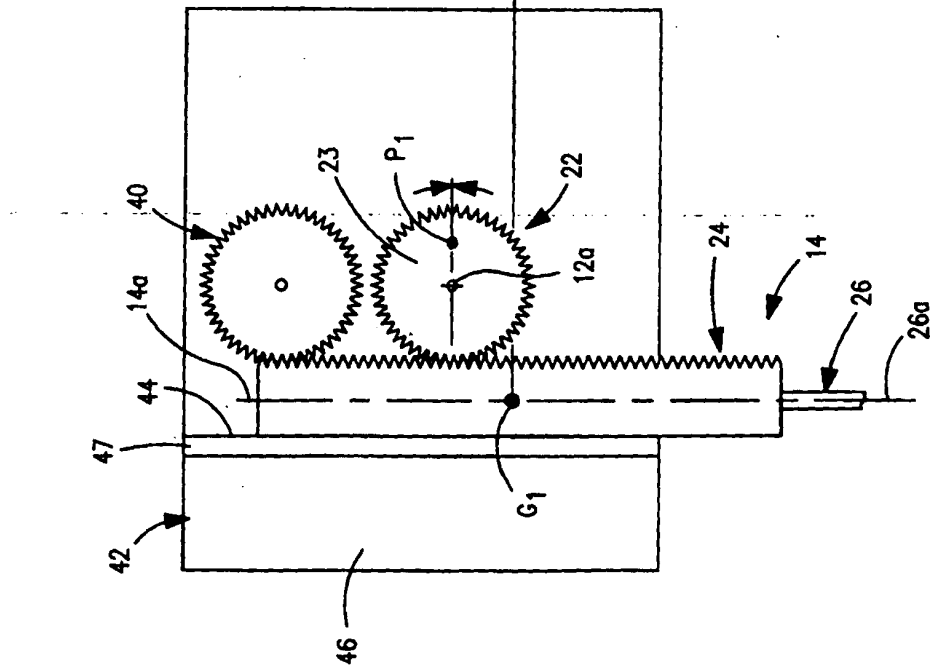


FIG. 9

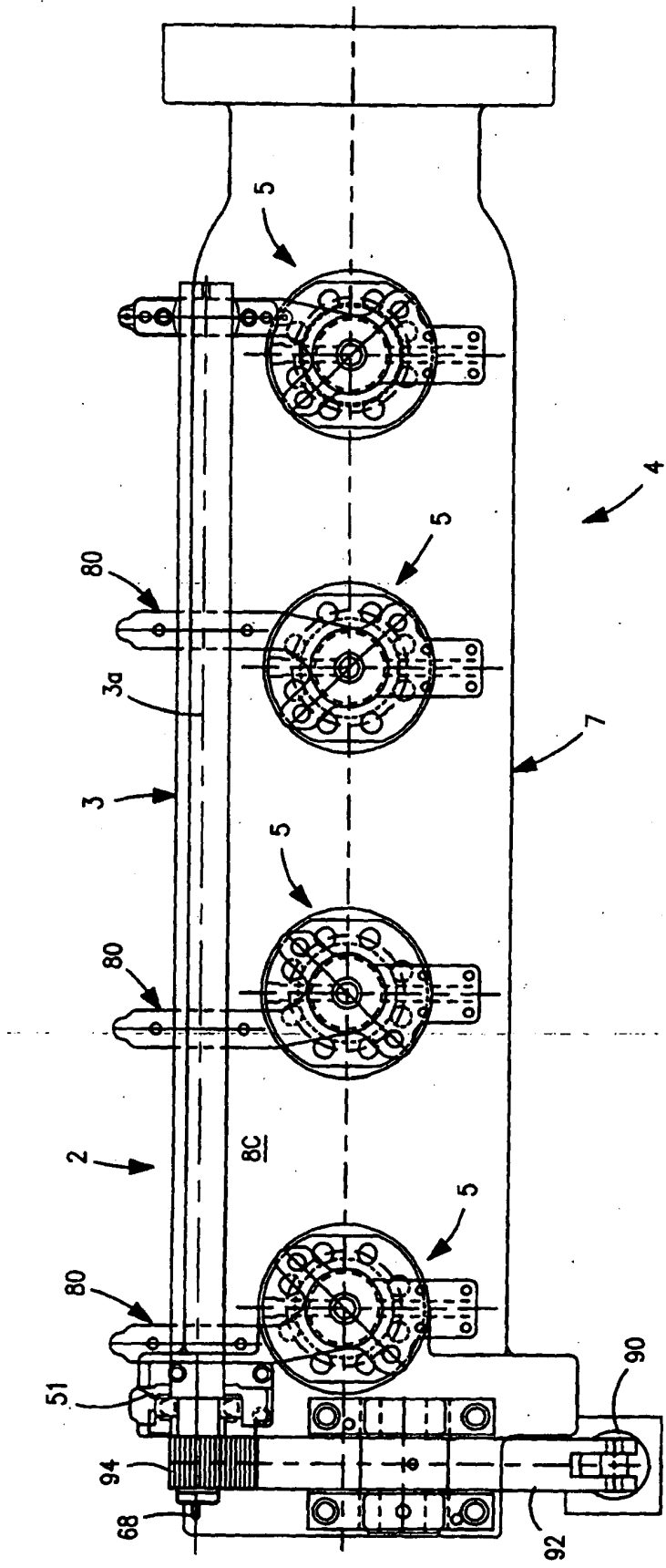


FIG. 10

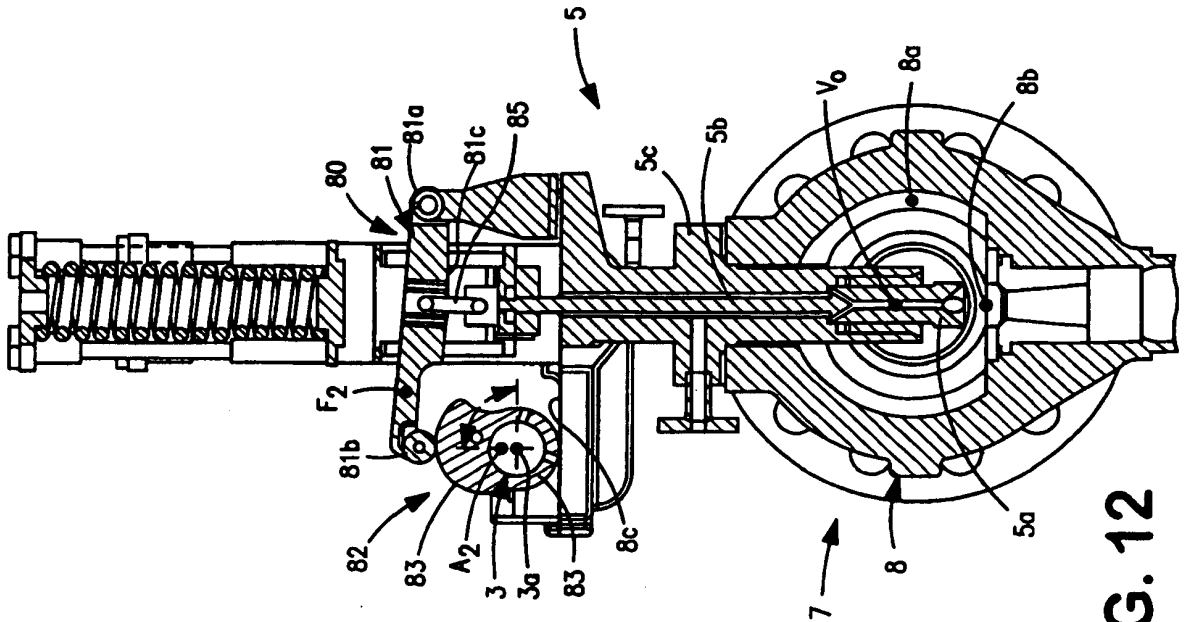


FIG. 12

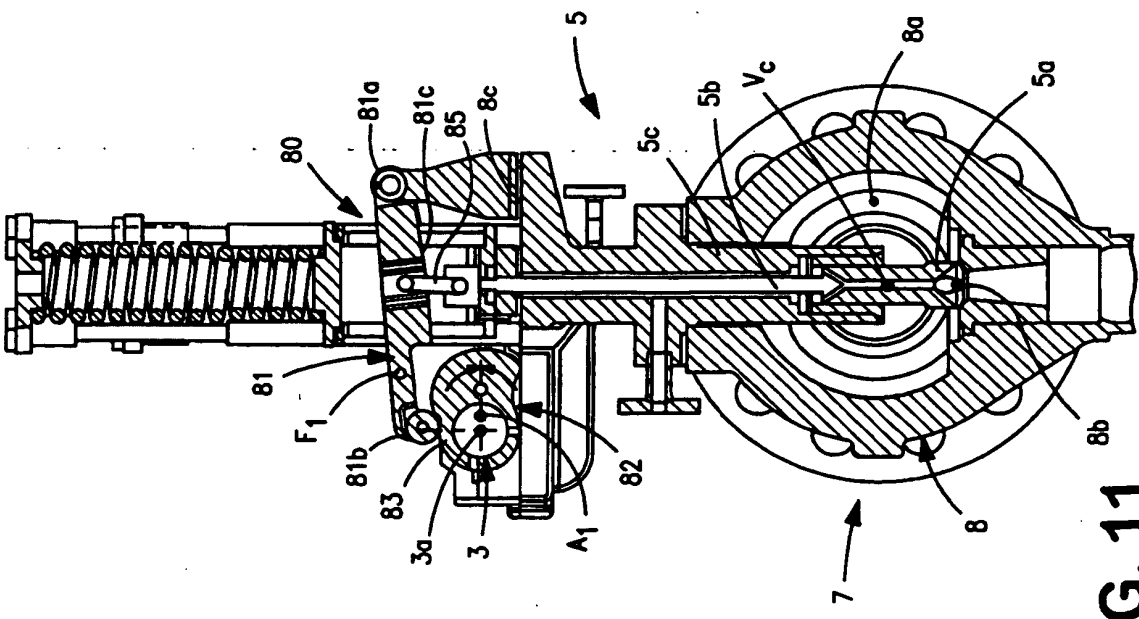


FIG. 11

