



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

**(11) PI 0411088-9 B1**



**(22) Data do Depósito: 08/04/2004**

**(45) Data de Concessão: 16/01/2018**

**(54) Título: CONJUNTO DE SUPORTE COM PARTE INCLINADA**

**(51) Int.Cl.: F16C 17/03**

**(30) Prioridade Unionista: 07/06/2003 GB 03 13134.9, 17/06/2003 GB 03 13929.2**

**(73) Titular(es): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**

**(72) Inventor(es): ANDREW SHEPHERD**

**Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "CON-JUNTO DE MANCAL COM APOIO INCLINADO".**

[001] A presente invenção refere-se a mancais tais como os utilizados para o apoio de um rotor de um motor dentro de uma turbina a gás. Em particular, se refere a meios mecânicos para a retenção de partes de inclinação em mancais com apoios inclinados radiais.

[002] Os conjuntos de mancal de eixo de rotor de motor de turbina a gás podem ser do tipo de mancal simples que são segmentados (radialmente auto-alinhados), retidos em um suporte externo, lubrificados à pressão com óleo e conhecidos como mancais de apoio inclinado. Tais mancais estão sujeitos à alta velocidade e carga quando o motor está funcionando e um desgaste fora de limite muito pequeno em um mancal pode ter efeitos desastrosos em um motor. Pode causar o desligamento do motor que, para esse tipo de motor, é normalmente um assunto muito caro. Para uma vida de motor aceitável é, portanto, vital que os mancais tenham um funcionamento confiável.

[003] É típico de tais disposições de mancal simples segmentado se restringir o movimento circunferencial de cada segmento pelo uso de pinos de retenção que são fixados ao suporte externo do conjunto de mancal e se apoia nos segmentos, nas faces de extremidade do segmento ou na face lateral de um furo ou passagem interna no corpo do segmento. O pino pode ser um pino arredondado paralelo por todo o seu comprimento, mas uma variação conhecida é um pino com ponta esférica em uma haste de pino redonda, o diâmetro da esfera sendo maior do que a haste do pino redondo.

[004] Descobriu-se que nas faces de contato entre os segmentos de mancal e suporte externo de mancal, o desgaste pode ocorrer permitindo que os segmentos se movam além dos limites de desenho e dessa forma causem problemas ao motor relacionados com o mancal. Acredita-se que a fricção seja causada por uma quantidade pequena

de ação deslizante circunferencial sob pressão entre o segmento e o suporte e que a ação é possibilitada com os desenhos de pino da técnica anterior.

[005] A presente invenção objetiva a redução da ação deslizante e também a redução do desgaste por fricção.

[006] A figura 1 ilustra um exemplo de um conjunto de mancal radial com apoio inclinado conhecido 10, tal como um mancal série TJ fabricado pela Waukesha Bearings de Wisconsin, EUA. O conjunto de mancal com apoio inclinado é ilustrado 10 completamente montado no lado direito do desenho, e parcialmente desmontado 10' no lado esquerdo do desenho. Cada conjunto de mancal compreende um suporte externo 12, contendo uma pluralidade de apoios inclinados 14. Como pode ser observado mais claramente a partir do apoio inclinado isolado na direção da parte inferior direita do desenho, cada apoio inclinado 14 é formatado como uma seção de um cilindro oco. O raio externo R dos apoios inclinados é menor do que o raio interno R' do suporte 12. Isso permite que os apoios inclinados balancem dentro do suporte 12, mantendo contato com o suporte apenas ao longo de uma região de contato linear única, paralela aos eixos A, A' do apoio inclinado e do suporte. Como pode ser observado a partir do conjunto parcialmente desmontado 10', o suporte 12 pode incluir uma virola 16 para reter os apoios inclinados em uma direção axial. As placas de retenção 18 podem ser afixadas à outra extremidade axial do conjunto para reter os apoios inclinados na outra direção axial. Os pinos de retenção 20 são fornecidos, para reter os apoios inclinados em uma determinada posição circunferencial. As direções A, A' ilustram as direções axiais respectivas do apoio inclinado 14 e do mancal 10'.

[007] A figura 2 ilustra um detalhe do sistema da figura 1 em operação. Um rotor de motor a turbina (não-ilustrado) suportado pelo conjunto de mancal de apoio inclinado radial gira em uma direção anti-

horária como ilustrado pela seta 22. A fricção agindo entre o rotor e o apoio inclinado 14 faz com que a parte pressione contra o pino de retenção 20. O apoio inclinado 14 tende a inclinar durante a operação, dependendo de fatores tais como velocidade de rotação do rotor e forças desequilibradas. O apoio inclinado pode inclinar a partir da posição ilustrada por uma linha sólida na direção da posição ilustrada por uma linha pontilhada. A borda dianteira 24 do apoio inclinado é restrinida pelo pino de retenção 20 e dessa forma não pode adotar a posição 24', mas ao invés disso deve adquirir uma posição equivalente 24" deslocada radialmente para fora a partir da posição inicial 24, mas deslocada de forma circunferencial em torno do suporte 12 com relação à posição 24', em uma direção oposta à direção 22 de rotação do rotor. Enquanto um deslocamento do apoio inclinado 14 para a posição que teria colocado a borda dianteira na posição 24' teria sido um movimento de balanço simples não causando qualquer movimento de fricção entre a parte 14 e o suporte 12, o fato de se reter a parte pelo pino 20 e forçar a parte 14 a adotar a posição onde a borda dianteira adota a posição 24" causa um deslocamento relativo por fricção da parte 14 em torno da circunferência do suporte 12 de uma distância ilustrada como Df.

[008] Posteriormente, durante a operação do rotor, a parte 14 pode ser inclinada de volta para a posição ilustrada por 24. Um eixo desequilibrado fará com que a parte balance para trás e para frente uma vez para cada revolução, que para uma turbina a gás pode ser aproximadamente 17.000 ciclos por minuto. Isso novamente causará um deslocamento por fricção da distância Df da parte 14 no suporte 12, mas na direção oposta. A distância Df é tipicamente curta, e em um exemplo foi calculada como 8,7  $\mu\text{m}$ . No entanto, o desgaste causado pelo movimento de fricção pode se tornar significativo, considerando-se a freqüência de repetição do deslocamento por fricção, e a alta car-

ga mecânica tipicamente aplicada entre a parte 14 e o suporte 12. O pino de retenção 20 pode ser um pino cilíndrico, similar ao ilustrado na figura 1, ou pode ser alongado na direção axial A'.

[009] A figura 4 ilustra um detalhe de outro tipo de conjunto de mancal radial de apoio inclinado conhecido, que difere do ilustrado na figura 1 visto que os apoios inclinados 14 são restringidas contra o movimento circunferencial por um pino de retenção 30 localizado em uma cavidade 28 formada na superfície externa do apoio inclinado 14. Nesse exemplo, um cabeçote ampliado é fornecido no pino de retenção. O cabeçote pode ser esférico ou esferóide, em cima de um pino cilíndrico. Alternativamente, o cabeçote pode ser cilíndrico em cima de um pino axialmente alongado 30.

[010] Em uso, o rotor de motor de turbina (não ilustrado) suportado pelo conjunto de mancal de apoio inclinado radial gira na direção anti-horária 22. A fricção que age entre o rotor e o apoio inclinado 14 faz com que a superfície interna da cavidade 28 pressione contra o pino de retenção 30 no ponto de contato 34. O apoio inclinado tende a inclinar durante a operação, dependendo dos fatores tais como velocidade de rotação do rotor e forças desequilibradas. O apoio inclinado pode inclinar da posição ilustrada por uma linha sólida na direção da posição ilustrada como uma linha pontilhada. A borda traseira 38 da cavidade 28 do apoio inclinado é restringida pelo pino de retenção 30 e assim não pode adotar a posição 34', mas ao invés disso, deve adquirir uma posição equivalente 34" deslocada circumferencialmente em torno do suporte 12 em uma direção oposta à direção 22 de rotação do rotor. Enquanto um deslocamento do apoio inclinado 14 para a posição que teria colocado a borda traseira na posição 34' teria sido um movimento de balanço simples não causando qualquer movimento de fricção entre a parte 14 e o suporte 12, o fato de se reter a parte pelo pino 30 e forçar a parte 14 a adotar a posição onde a borda traseira

adota a posição 34" causa um deslocamento relativo por fricção da parte 14 em torno da circunferência do suporte 12 de uma distância ilustrada como D'f.

[011] Posteriormente, durante a operação do rotor, a parte 14 pode ser inclinada para trás para a posição ilustrada por 34. Isso novamente causará o deslocamento por fricção da distância D'f da parte 14 no suporte 12, mas na direção oposta. A distância D'f é tipicamente curta, e em um exemplo, foi calculada como 3,6 μm. No entanto, o desgaste causado por esse movimento por fricção pode ser significativo, considerando-se a freqüência de repetição do deslocamento por fricção, e da alta carga mecânica tipicamente aplicada entre a parte 14 e o suporte 12.

[012] O grau de desgaste que ocorre nas partes 14 e no suporte 12 varia com muitos fatores, atualmente acredita-se que inclua o número de horas de funcionamento e o número de partidas realizadas com as partes, o motor, mancal e tipo de parte e desenho, a rigidez do suporte e dos materiais de parte, o espaço do mancal, o acabamento da superfície dos mancais e o grau de desequilíbrio e vibração no sistema como um todo quando em uso.

[013] As consequências do desgaste da parte e/ou suporte incluem um aumento no espaço do mancal, levando a uma rigidez reduzida e amortecimento do mancal, tolerância reduzida ao desequilíbrio e outras forças. O espaço aumentado do mancal pode levar a uma vibração aumentada do eixo. O desgaste das partes e/ou do suporte também levará a custos de manutenção aumentados e aumento de tempo de desligamento.

[014] O único fator mais influente na fricção é considerado a amplitude do deslocamento por fricção Df, D'f ("deslizamento de superfície"). Fatores adicionais incluem rigidez de material, acabamento de superfície, pressão de contato e qualquer lubrificação aplicada. As fi-

guras 3a e 3b ilustram a transição de uma superfície usinada, ilustrada no lado direito da figura 3a, para uma superfície friccionada, similar à ilustrada na figura 3b para fins de comparação. As figuras 3a e 3b não estão na mesma escala.

[015] A presente invenção objetiva aliviar a ocorrência de desgaste decorrente de fricção nos mancais de apoio inclinado radial, e de acordo, fornece um conjunto de mancal de apoio inclinado radial compreendendo um suporte externo; uma pluralidade de apoios inclinados retidos dentro do suporte externo e uma pluralidade correspondente de pinos de retenção para reter os apoios inclinados em posições circunferenciais determinadas, cada uma fixa no suporte externo do conjunto de mancal de forma a se apoiar em uma face lateral de uma cavidade no apoio inclinado correspondente. Pelo menos um pino de retenção e a cavidade correspondente são respectivamente formatados de forma que, quando em uso, um espaço em um plano transversal aos eixos do conjunto de mancal entre o pino de retenção e a face lateral da cavidade seja menor em um primeiro local que se encontra substancialmente na superfície interna do suporte, do que em todos os locais correspondentes nas partes radialmente internas da face lateral, com relação ao primeiro local. Um ponto de contato entre o pino de retenção e o apoio inclinado, quando em uso, se encontra substancialmente na superfície interna do suporte externo. O apoio inclinado é capaz de inclinar sem ser substancialmente deslocada circunferencialmente com relação ao suporte externo.

[016] O pino de retenção pode ter uma seção transversal afunilada em um plano transversal aos eixos do conjunto de mancal e apoio inclinado. Os ângulos afunilados  $\alpha$  em ambos os lados da seção transversal do pino de retenção podem ser iguais.

[017] A cavidade pode ser formatada de forma a ter uma dimensão menor em um plano transversal aos eixos do conjunto de mancal

e o apoio inclinado no primeiro local, do que todos os locais correspondentes nas partes radialmente internas da face lateral, com relação ao primeiro local.

[018] A cavidade pode ter uma seção transversal afunilada em um plano transversal aos eixos do conjunto de mancal e apoio inclinado. Os ângulos afunilados em ambos os lados da seção transversal da cavidade devem ser iguais.

[019] O pino de retenção e cavidade podem ser, cada um, alongados, na direção axial do apoio inclinado e conjunto de mancal.

[020] A cavidade pode ocupar apenas uma parte da extensão axial do apoio inclinado, o pino de retenção possuindo uma dimensão axial compatível.

[021] O pino de retenção pode ser piramidal em formato. Tal pirâmide pode ter uma base quadrada ou retangular. Tal pirâmide pode ser truncada.

[022] O pino de retenção pode ser cônico ou cônico-truncado em formato.

[023] Mais de uma combinação de cavidade e pino podem ser fornecidas em cada apoio inclinado, alinhado na direção axial da parte e do conjunto de mancal.

[024] Os objetivos, vantagens e características acima e outras da presente invenção serão mais claramente compreendidos com referência à descrição a seguir de determinadas modalidades, em conjunto com os desenhos em anexo, nos quais:

[025] A figura 1 ilustra um conjunto de mancal de apoio inclinado;

[026] A figura 2 ilustra um exemplo de parte de um conjunto de mancal de apoio inclinado da técnica anterior;

[027] As figuras 3a e 3b ilustram exemplos de desgaste para os apoios inclinados;

[028] A figura 4 ilustra um exemplo de parte de um conjunto de

mancal de apoio inclinado da técnica anterior; e

[029] As figuras de 5 a 8 ilustram exemplos das partes respectivas dos conjuntos de mancal de apoio inclinado da presente invenção.

[030] Como ilustrado na figura 5, a presente invenção fornece um conjunto de mancal de apoio inclinado radial aperfeiçoado, no qual um pino de retenção de apoio inclinado aperfeiçoado 50 e cavidade 28 é fornecido.

[031] Em uso, o rotor de motor de turbina (não ilustrado) suportado pelo conjunto de mancal de parte de inclinação radial gira na direção anti-horária 22. A fricção que age entre o rotor e o apoio inclinado 14 faz com que a superfície interna da cavidade 28 pressione contra o pino de retenção 50 no ponto de contato 54. O pino de retenção 50 é formatado de modo que o ponto de contato 54 se encontre substancialmente na superfície do suporte 12. Como ilustrado na figura 5, o pino de retenção 50 possui uma seção transversal afunilada em um plano transversal aos eixos A, A' do mancal 12 e a parte 14. Um espaço c entre o pino de retenção 50 e a borda traseira 38 da cavidade é maior em todos os locais radialmente internos do ponto de contato 54.

[032] O apoio inclinado tende a inclinar durante a operação, dependendo de fatores tais como velocidade de rotação do rotor e forças desequilibradas. O apoio inclinado 14 pode inclinar a partir da posição ilustrada em uma linha sólida na direção da posição ilustrada como uma linha pontilhada. Devido ao perfil inventivo do pino de retenção 50, o ponto de contato 54 busca mover para um novo local 54' com a inclinação da parte 14. Em contraste com os sistemas da técnica anterior das figuras 2 e 4, e devido ao perfil inventivo do pino de retenção 50, o ponto de contato pode assumir substancialmente a posição desejada 54'. A parte é capaz de inclinar substancialmente sem ser deslocada de forma circunferencial em torno do suporte 12. De acordo, o deslocamento do apoio inclinado 14 para a posição na qual o ponto de con-

tato está na posição 54' é um movimento de balanço simples não causando substancialmente qualquer movimento entre a parte 14 e o suporte 12.

[033] Posteriormente, durante a operação do rotor, a parte 14 pode ser inclinada de volta para a posição ilustrada por 54. Isso será novamente possível, devido ao perfil inventivo do pino de retenção 50, substancialmente sem a parte ser deslocada de forma circunferencial em torno do suporte 12, e também sem um deslocamento por fricção da parte 14 no suporte 12.

[034] Em uma modalidade da invenção, o pino de retenção 50 e a cavidade 28 podem, cada um, ser alongados na direção axial do sistema de mancal. A cavidade 28 pode ocupar apenas uma parte da extensão axial do apoio inclinado 14, com o pino de retenção 50 possuindo uma dimensão axial compatível. O pino 50 pode ter um formato de pirâmide. Tal pirâmide pode ter uma base quadrada ou retangular. A pirâmide pode ser truncada. O pino pode ser cônicoo ou cônico/truncado em formato.

[035] Mais de uma combinação dessas da cavidade e pino podem ser fornecidas em cada apoio inclinado. Tal pluralidade de combinações de cavidades e pinos é preferivelmente alinhada na direção axial da parte 14 e do mancal 10.

[036] O ângulo de afunilamento  $\alpha$  do perfil do pino de retenção 50, medido com referência ao plano normal N para o suporte 12, é importante. Se o ângulo de afunilamento  $\alpha$  se aproximar muito do plano normal N do suporte 12, o apoio inclinado pode não ser capaz de inclinar sem a nova introdução de um deslocamento por fricção significativo, prejudicando a obtenção dos objetivos da invenção. Se o ângulo do afunilamento  $\alpha$  se tornar muito pequeno, a borda traseira 38 da cavidade 28 pode contatar o pino 50 em um ponto radialmente mais interno do que os pontos 54, 54' ilustrados na figura 5. O limite inferior

do ângulo de afunilamento  $\alpha$  é fornecido assim pela exigência da borda traseira 38 da cavidade 28 ter que contatar o pino 50 apenas substancialmente na circunferência externa do apoio inclinado 14. Se a borda traseira 38 contatar o pino 50 em qualquer ponto radialmente interno do pino 50, isso é mais profundamente dentro da cavidade 28, então existe um risco de uma quantidade inaceitável de movimento circunferencial de fricção poder ser reintroduzido, o problema de desgaste por fricção não será aliviado substancialmente, e os objetivos da presente invenção não serão alcançados.

[037] Ao contrário, se o ângulo de afunilamento  $\alpha$  aumentar muito além do normal N para o suporte 12, o apoio inclinado pode percorrer por uma distância de fricção na mesma direção que o movimento de rotor 22 quando inclinando como ilustrado na figura 5. Isso reintroduziria um deslocamento friccional significativo, prejudicando a obtenção de objetivos da invenção.

[038] Os limites para a faixa útil dos ângulos de afunilamento para o perfil do pino de retenção 50 podem ser deduzidos pela simples experiência de rotina ou por cálculo.

[039] Os ângulos afunilados  $\alpha$  em ambos os lados do perfil do pino de retenção 50 são preferivelmente iguais, particularmente em aplicações nas quais a direção de rotação 22 do rotor pode mudar. Nas aplicações onde o rotor é capaz apenas de girar em uma única direção consistente 22, o perfil do lado 56 do pino de retenção que não contata o apoio inclinado 14 é de pouca importância.

[040] A figura 6 ilustra uma modalidade alternativa da presente invenção de forma similar ao detalhe ilustrado na figura 5. Uma primeira posição do apoio inclinado 14 é ilustrada por linhas sólidas, enquanto uma segunda posição do apoio inclinado é ilustrada por linhas pontilhadas. Um pino de retenção 60, que pode ter lados paralelos, ou pode ser afunilado em qualquer sentido, é localizado em uma cavidade 62

possuindo paredes laterais divergentes 68, 69, que fornecem um espaço c na ponta do pino, enquanto mantêm o ponto de contato 64 entre o pino de retenção 60 e o apoio inclinado 14 substancialmente na base do pino de retenção 60, na superfície interna do suporte 12, alcançando assim os objetivos da presente invenção.

[041] O apoio inclinado tende a inclinar durante a operação, dependendo dos fatores tais como velocidade de rotação do rotor e forças desequilibradas. O apoio inclinado pode inclinar a partir da posição ilustrada em uma linha sólida na direção da posição ilustrada como uma linha pontilhada. Devido ao perfil inventivo da cavidade 62, o ponto de contato 64 busca mover para um novo local 64' com a inclinação da parte 14. Em contraste com os sistemas da técnica anterior das figuras 2 e 4 e devido ao perfil inventivo da cavidade 62, o ponto de contato pode assumir substancialmente a posição desejada 64'. A parte é capaz de inclinar sem ser substancialmente deslocada de forma circunferencial em torno do suporte 12. De acordo, o deslocamento do apoio inclinado 14 para a posição na qual o ponto de contato está na posição 64' é um movimento de balanço simples que substancialmente não causa qualquer movimento por fricção entre a parte 14 e o suporte 12.

[042] Posteriormente, durante a operação do rotor, a parte 14 pode ser inclinada de volta para a posição ilustrada em 64. Isso será novamente possível, devido ao perfil inventivo da cavidade 62, sem que a parte seja substancialmente deslocada de forma circunferencial em torno do suporte 12, e também sem um deslocamento por fricção da parte 14 no suporte 12.

[043] O pino de retenção 60 e a cavidade 62 podem ser, cada um, alongados na direção axial do sistema de mancal. A cavidade 28 pode ocupar apenas uma parte da extensão axial do apoio inclinado 14, com o pino de retenção 60 possuindo uma dimensão axial compatível.

O pino 50 pode ter um formato de pirâmide, cubo ou cilindro. Tal pirâmide pode ter uma base quadrada ou retangular. A pirâmide pode ser truncada. O pino pode ter um formato cônico ou cônico/truncado.

[044] Mais de uma dessas combinações da cavidade 62 e pino de retenção 60 podem ser fornecidas em cada apoio inclinado. Tal pluralidade de combinações de cavidades e pinos é preferivelmente alinhada na direção axial da parte 14 e do mancal 10.

[045] O ângulo do afunilamento  $\beta$  do perfil da cavidade 62, medido com referência ao plano normal N para a superfície do suporte 12, é importante. Se o ângulo de afunilamento  $\beta$  se aproxima muito do plano normal N para o suporte 12, a borda traseira 68 da cavidade 62 pode contatar o pino 60 em um ponto radialmente mais interno do que os pontos 64, 64' ilustrados na figura 6. O apoio inclinado 14 pode não ser capaz de inclinar sem reintroduzir um deslocamento por fricção significativo, prejudicando a obtenção dos objetivos da invenção. O limite inferior para o ângulo afunilado  $\beta$  é dessa forma fornecido pela exigência de que a borda traseira 68 da cavidade 62 contate o pino 60 apenas substancialmente na circunferência externa do apoio inclinado 14. Se a borda traseira 68 contatar o pino 60 em qualquer ponto radialmente interno do pino 60, isso é, mais profundamente dentro da cavidade 62, então existe um risco de uma quantidade inaceitável de movimento circunferencial por fricção poder ser reintroduzido, o problema de desgaste por fricção não será substancialmente aliviado, e os objetivos da presente invenção não serão obtidos.

[046] Ao contrário, se o ângulo de afunilamento  $\beta$  aumentar muito do plano normal N para o suporte 12, o apoio inclinado 14 pode percorrer uma distância friccional na mesma direção que o movimento do rotor quando da inclinação. Isso iria reintroduzir um deslocamento por fricção significativo, prejudicando a obtenção dos objetivos da invenção.

[047] Os limites para a faixa útil dos ângulos de afunilamento para o perfil da cavidade 62 podem ser deduzidos pela simples experiência de rotina, ou por cálculo.

[048] Os ângulos de afunilamento  $\beta$  em ambos os lados do perfil de cavidade 62 são preferivelmente iguais, particularmente nas aplicações onde a direção de rotação 22 do rotor pode mudar. Em aplicações onde o rotor é apenas capaz de girar em uma única direção consistente 22, o perfil do lado 66 do pino de retenção que não contata o apoio inclinado 14 tem pouca importância.

[049] A figura 7 ilustra uma modalidade adicional da invenção. De forma similar à modalidade da figura 6, a abertura da cavidade 72 tem largura menor d do que o restante da cavidade. No entanto, a modalidade da figura 7 não exige que as paredes 78, 79 da cavidade 72 afunilem. Ao invés disso, a cavidade é disposta para ter uma dimensão menor d em um plano transversal aos eixos do conjunto de mancal e o apoio inclinado no primeiro local 54, do que em todos os locais correspondentes nas partes radialmente internas da face lateral 78, com relação ao primeiro local 74. Essa modalidade também fornece um espaço c na ponta do pino de retenção, enquanto mantém o ponto de contato 74 entre o pino de retenção e o apoio inclinado substancialmente na superfície interna do suporte 12, obtendo assim os objetivos da presente invenção.

[050] Para uma cavidade alongada, a dimensão menor d pode ser alcançada pela usinagem de um perfil de etapa interna 77 a partir de material sólido, por exemplo, por direcionamento. Particularmente para uma cavidade não alongada, a dimensão menor d pode ser alcançada por usinagem do perfil de etapa interna 77 a partir de material sólido, ou por um contra-furo e pressão em um anel.

[051] A figura 8 ilustra mais particularmente uma modalidade na qual o contra-furo 82 foi utilizado, e um anel 84 de diâmetro interno

menor d foi encaixado por pressão, soldado ou fixado à região contrafurada aumentada para fornecer a dimensão menor d.

[052] A estrutura resultante opera de forma idêntica à da figura 7 e os rótulos de referência correspondentes são utilizados para indicar as características correspondentes.

[053] Nas modalidades das figuras 7 e 8, um ou ambos o pino de retenção 70 e paredes de cavidade 78, 79 podem ser afunilados, ou quase normal N à superfície interna do suporte 12. A dimensão menor d pode ser fornecida por uma característica afunilada como ilustrado, ou por um acessório de perfil retangular. Em qualquer caso, o ponto de contato 74, 74' deve ser mantido substancialmente na superfície interna do suporte 12.

[054] A invenção fornece um sistema de mancal de apoio inclinado radial que alivia substancialmente o problema de desgaste de fricção em mancais inclinados como os encontrados com os sistemas de mancal de apoio inclinado radial conhecidos. Essa vantagem é alcançada pela invenção de um determinado perfil de pino e/ou cavidade de retenção, como definido nas reivindicações em anexo.

## REIVINDICAÇÕES

1. Conjunto de mancal de apoio inclinado radial, compreendendo:

um suporte externo (12);

uma pluralidade de apoios inclinados (14) retidas dentro do suporte externo; e

uma pluralidade correspondente de pinos de retenção (50) para reter os apoios inclinados em determinadas posições circunferenciais; cada uma fixa no suporte externo do conjunto de mancal de forma a se apoiar em uma face lateral (38) de uma cavidade (28) no apoio inclinado correspondente,

caracterizado pelo fato de pelo menos um pino de retenção (50) e a cavidade correspondente (28) serem respectivamente formatados de forma que, quando em uso, um espaço (c) em um plano transversal aos eixos do conjunto de mancal e o apoio inclinado entre o pino de retenção (50) e a face lateral (38) é menor em um primeiro local (54) que se encontra substancialmente na superfície interna do suporte (12), do que em todos os locais correspondentes nas partes radialmente internas da face lateral, com relação ao primeiro local, onde

um ponto de contato (54, 54') entre o pino de retenção (50) e o apoio inclinado (14) quando em uso, se encontra substancialmente na superfície interna do suporte externo (12), e onde ao apoio inclinado (14) é capaz de inclinar sem ser substancialmente deslocada de forma circunferencial em torno do suporte externo (12).

2. Conjunto de mancal de apoio inclinado radial, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o pino de retenção (50) possui uma seção transversal afunilada em um plano transversal aos eixos do conjunto de mancal e o apoio inclinado.

3. Conjunto de mancal de apoio inclinado radial, de acordo

com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que os ângulos afunilados  $\alpha$  em ambos os lados da seção transversal do pino de retenção (50) são iguais.

4. Conjunto de mancal de apoio inclinado radial, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a cavidade (28) é formatada de forma a ter uma dimensão menor (d) em um plano transversal aos eixos do conjunto de mancal e o apoio inclinado no primeiro local (64), do que todos os locais correspondentes nas partes radialmente internas da face lateral (68), com relação ao primeiro local (64).

5. Conjunto de mancal de apoio inclinado radial, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a cavidade (62) possui uma seção transversal afunilada em um plano transversal aos eixos do conjunto de mancal (10) e o apoio inclinado (14).

6. Conjunto de mancal de apoio inclinado radial, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que os ângulos afunilados  $\beta$  em ambos os lados da seção transversal da cavidade (62) são iguais.

7. Conjunto de mancal de apoio inclinado radial, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o pino de retenção (50) e a cavidade (28) são, cada um, alongados na direção axial (A, A') do apoio inclinado (14) e do conjunto de mancal (10).

8. Conjunto de mancal de apoio inclinado radial, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a cavidade (28) ocupa apenas uma parte da extensão axial do apoio inclinado (14), pino de retenção (50) possuindo uma dimensão axial compatível.

9. Conjunto de mancal de apoio inclinado radial, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo

fato de que o pino de retenção (50) tem forma de pirâmide.

10. Conjunto de mancal de apoio inclinado radial, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que tal pirâmide possui uma base quadrada ou retangular.

11. Conjunto de mancal de apoio inclinado radial, de acordo com a reivindicação 9 ou 10, caracterizado pelo fato de que a pirâmide é truncada.

12. Conjunto de mancal de apoio inclinado radial, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 6 ou 8, caracterizado pelo fato de que o pino de retenção tem formato cônico ou côni-co/truncado.

13. Conjunto de mancal de apoio inclinado radial, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que mais de uma combinação de cavidade (28) e pino (50) são fornecidas em cada apoio inclinado, alinhada na direção axial (A, A') da parte (14) e o conjunto de mancal (10).

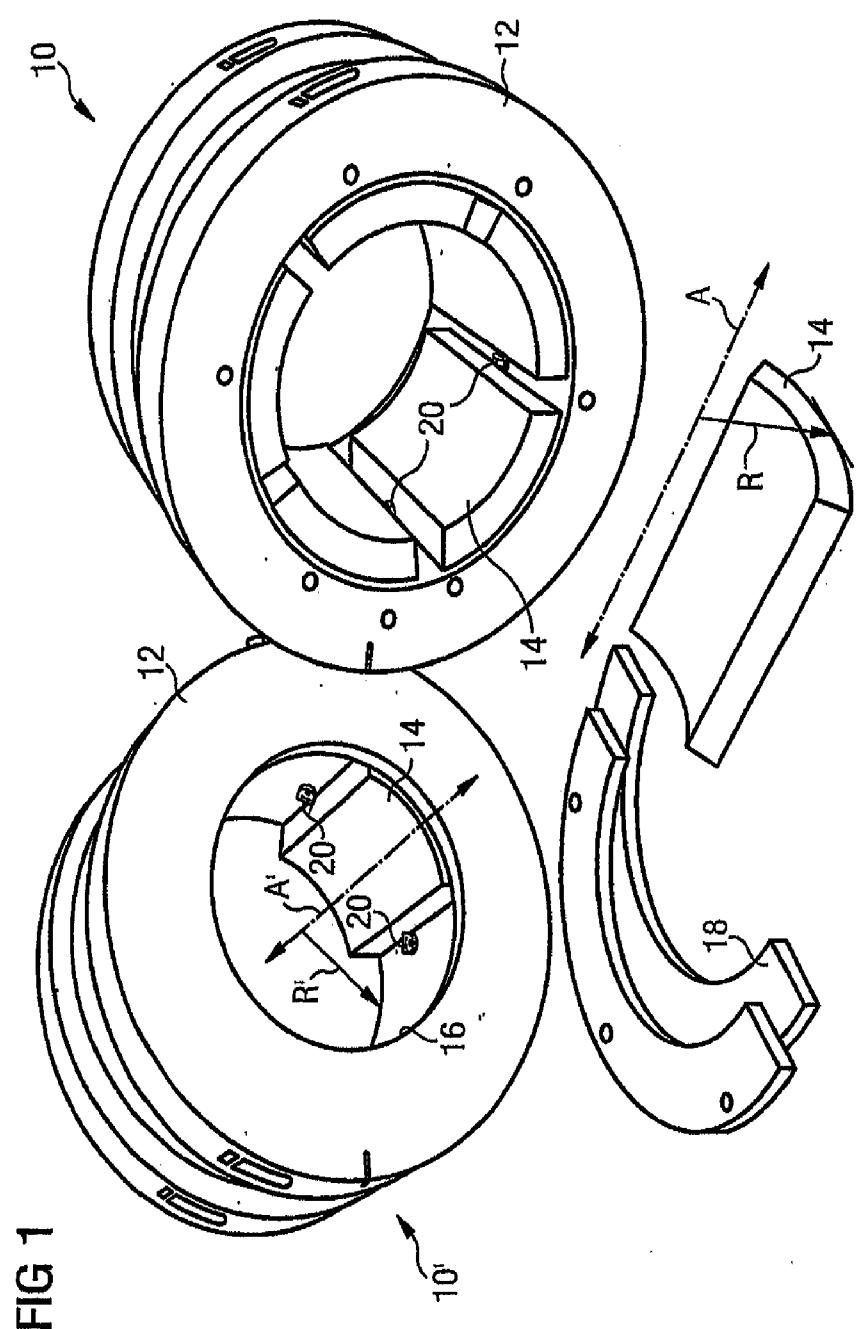
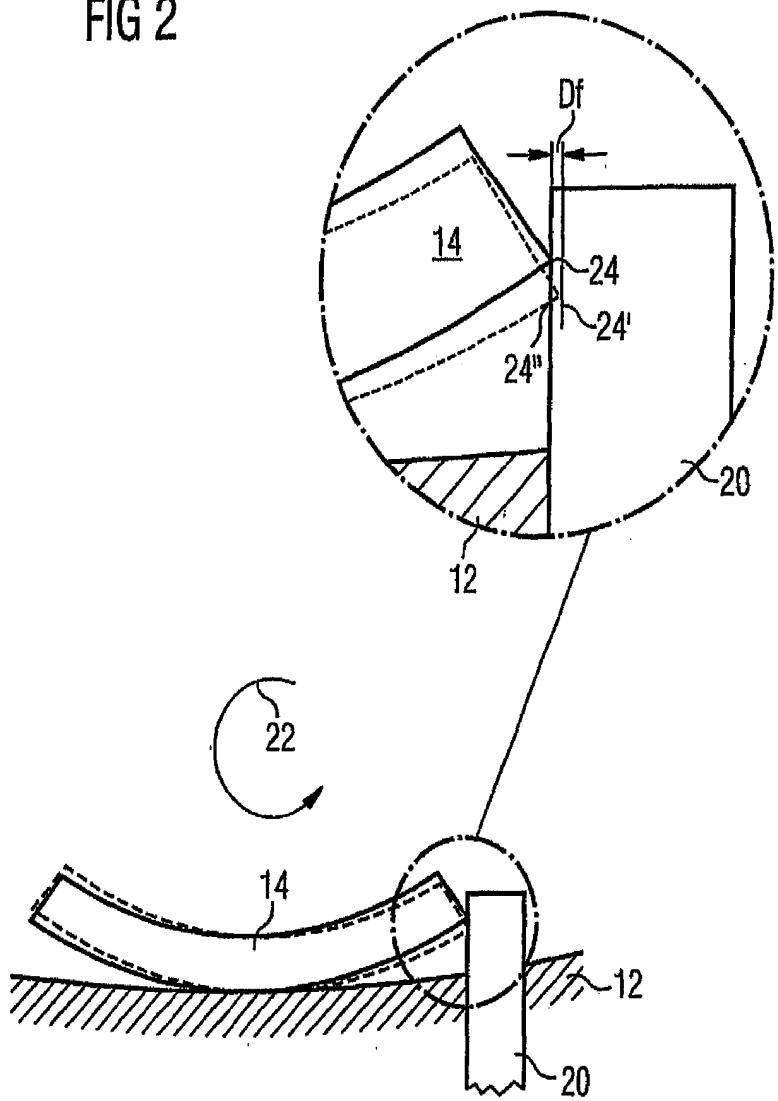


FIG 1

FIG 2



3/7

FIG 3A

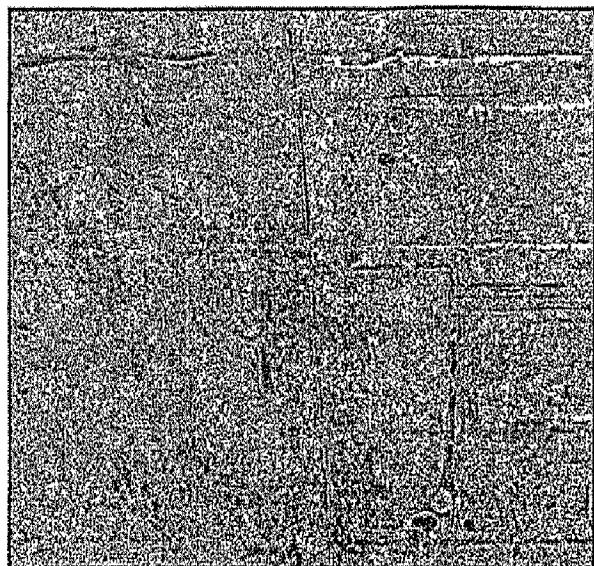


FIG 3B

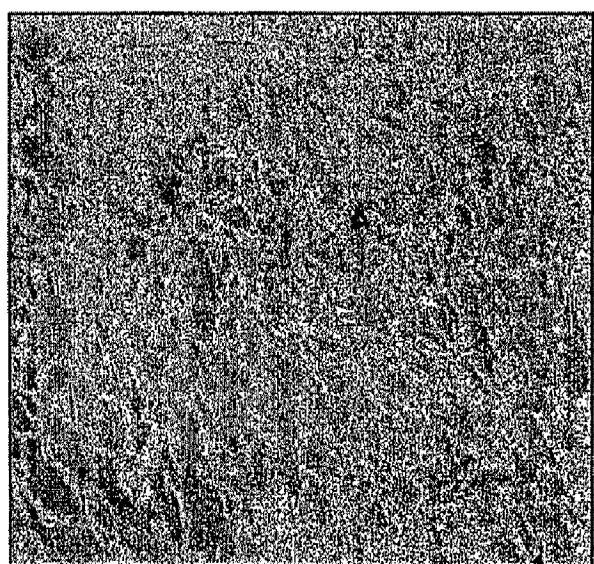


FIG 4

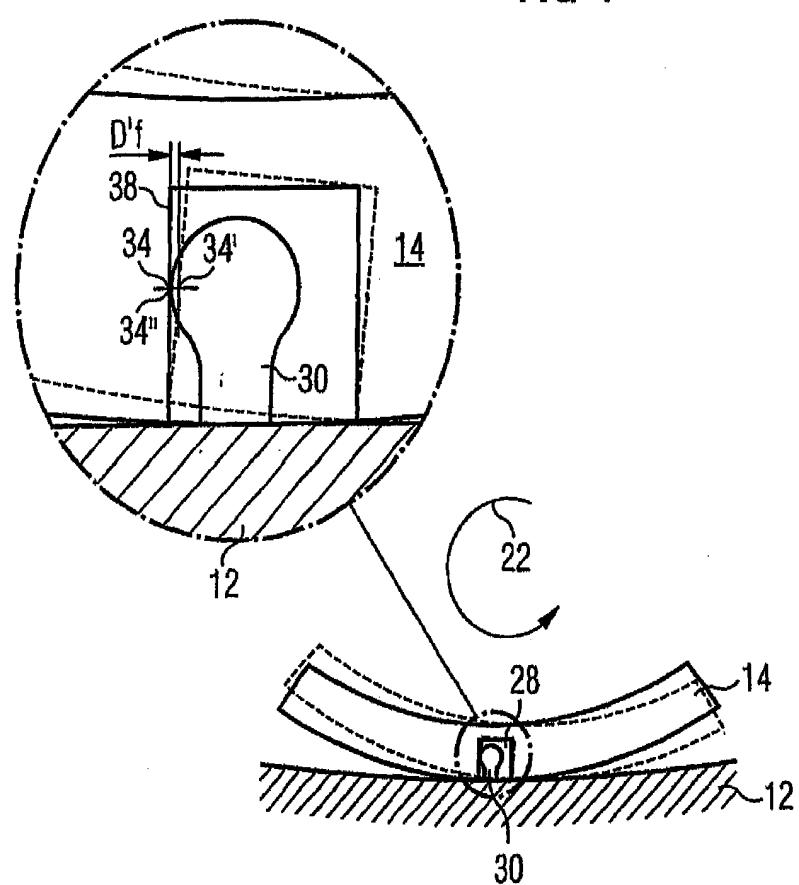
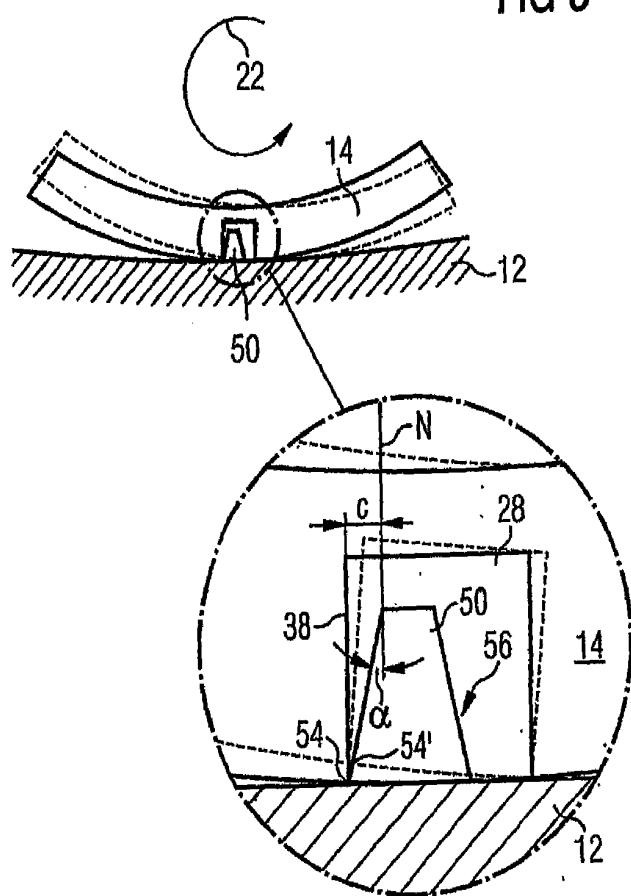


FIG 5



6/7

FIG 6

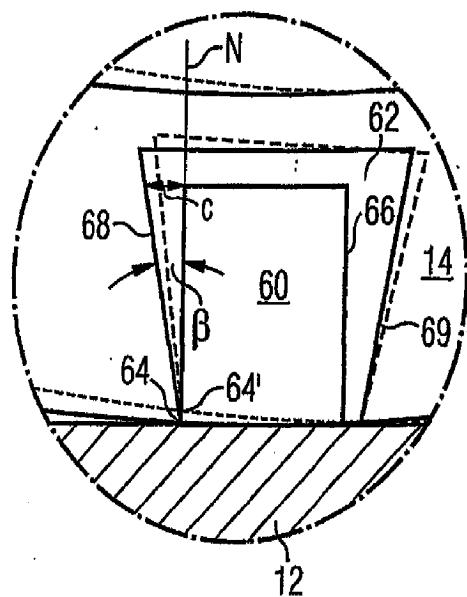


FIG 7

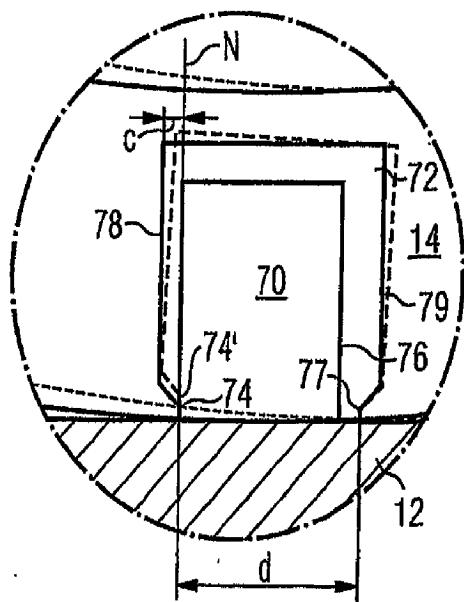


FIG 8

