



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

(11) PI 0920094-0 B1



(22) Data do Depósito: 27/10/2009

(45) Data de Concessão: 10/03/2020

(54) Título: MÉTODO PARA PRODUZIR UM DESACOPLADOR DE RODA LIVRE

(51) Int.Cl.: F16D 43/20; F16D 13/58; F16D 13/76; F16F 15/123.

(30) Prioridade Unionista: 27/10/2008 US 61/108600.

(73) Titular(es): LITENS AUTOMOTIVE PARTNERSHIP.

(72) Inventor(es): JOHN R. ANTCHAK; JUN XU.

(86) Pedido PCT: PCT CA2009001803 de 27/10/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/048732 de 06/05/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 27/04/2011

(57) Resumo: MÉTODO PARA PRODUZIR UM DESACOPLADOR DE RODA LIVRE É descrito um método para produzir um desacoplador de roda livre (10) que é configurado para transmitir potência rotativa entre um elemento rotativo (32) e um cubo (34), o desacoplador de roda livre (10) compreendendo uma embreagem com uma mola de embreagem (44), um suporte que é acoplado na mola de embreagem/enrolamento, pelo menos uma mola de torção helicoidal (46) que acopla de maneira resiliente a mola de embreagem (44) ao cubo (34), em que o desacoplador de roda livre (10) é adaptado de maneira tal que potência rotativa seja transmitida entre o elemento rotativo (32) e o cubo (34), durante a rotação relativa do elemento rotativo (32) e do cubo (34) numa primeira direção, e desacople o elemento rotativo (32) e o cubo (34) durante a rotação relativa do elemento rotativo (32) e do cubo (34) numa segunda direção oposta à primeira direção, método este que compreende estabelecer uma vida sob fadiga desejada daquela pelo menos uma mola (40); estabelecer torque de projeto que pode ser transmitido através daquela pelo menos uma mola de torção helicoidal (46) durante ressonância, em que o torque de projeto é um torque, cuja transmissão através daquela pelo menos uma mola (40) durante ressonância não reduz vida sob fadiga de tal pelo menos uma mola (...).

MÉTODO PARA PRODUZIR UM DESACOPLADOR DE RODA LIVRE

INTRODUÇÃO

[001] A presente revelação diz respeito, em termo geral, a sistemas de acionamento nos quais uma potência rotativa é transmitida entre uma fonte de potência rotativa e um ou mais componentes acionados, e um desacoplador de roda livre é utilizado para amortecer flutuações na carga torsional transmitidas da fonte da potência rotativa para o componente acionado, bem como permitir que um ou mais dos componentes acionados sejam desacoplados e reacoplados na fonte de potência rotativa para reduzir ou para eliminar cargas torsionais que ocorrem em decorrência da desaceleração de tal fonte de potência rotativa em relação ao componente acionado. Mais particularmente, a presente revelação diz respeito a um método para inibir a condição ressonante num desacoplador de roda livre.

[002] É de conhecimento prover um desacoplador de roda livre num sistema de acionamento para permitir que um ou mais componentes acionados no sistema de acionamento desacoplem para reduzir ou para eliminar cargas torsionais que ocorrem em decorrência de uma desaceleração de uma fonte de potência rotativa no componente acionado. Certos desacopladores de roda livre exemplares são revelados em pedidos de patente U.S. No. de Série 10/519.591, 10/542.625, 10/572.128 e 10/581.097 e empregam acoplamento torsionalmente resiliente entre um elemento de entrada do desacoplador e um elemento de saída do desacoplador.

[003] Nota-se que a operação de um desacoplador de roda livre em certas condições de carga pode fazer com que dito desacoplador de roda livre vibre a uma frequência natural (*i.e.*, ressoe), podendo reduzir significativamente a vida útil daquele desacoplador de roda livre. A ressonância no acoplamento torsionalmente resiliente pode ser feita por meio da carga torsional produzida por um acessório acionado, por meio de vibrações torsionais alimentadas no sistema de acionamento por uma fonte de potência rotativa, ou combinações

destes. Dessa maneira, continua haver uma necessidade na tecnologia de um método para atenuar ou inibir ressonância no desacoplador de roda livre, bem como um desacoplador de roda livre que possa atenuar ou inibir a ressonância no acoplamento torsionalmente resiliente entre aquele elemento de entrada do desacoplador e aquele elemento de saída do desacoplador.

SUMÁRIO

[004] Em uma forma, os presentes preceitos provêm um método para produzir um desacoplador de roda livre que é configurado para transmitir uma potência rotativa entre um elemento rotativo e um cubo. Desacoplador de roda livre inclui uma embreagem unidirecional com uma mola da embreagem, um suporte que é acoplado na mola da embreagem e pelo menos uma mola que acopla de modo resiliente o suporte no cubo. O método inclui: estabelecer uma vida sob fadiga desejada da pelo menos uma mola; estabelecer uma deflexão de projeto da pelo menos uma mola durante ressonância, em que deflexão da dita pelo menos uma mola na deflexão de projeto durante ressonância que não reduz a vida sob fadiga de tal pelo menos uma mola abaixo da vida sob fadiga desejada; e impedir ressonância no desacoplador de roda livre controlando a máxima deflexão daquela pelo menos uma mola de maneira tal que a deflexão máxima seja menor ou igual à deflexão de projeto.

[005] Numa outra forma, os preceitos da presente revelação provêm um método para a operação de um sistema de acionamento com um elemento de transmissão de potência sem fim e um desacoplador de roda livre. O citado desacoplador de roda livre compreende um cubo, um elemento rotativo e uma embreagem unidirecional entre o cubo e o elemento rotativo. Tal embreagem unidirecional compreende um suporte, uma mola da embreagem e uma ou mais molas dispostas entre o suporte e o cubo. A dita mola da embreagem tem uma primeira extremidade, que é encaixada no suporte, e que é configurada para ser acoplada de forma acionada no elemento rotativo. O método inclui: operar o sistema de acionamento em um primeiro conjunto de condições operacionais

para causar o acoplamento da mola da embreagem no elemento rotativo para facilitar a transmissão do torque através do desacoplador de roda livre; e desacoplar o desacoplador de roda livre em resposta à deflexão da pelo menos uma mola em uma quantidade que é maior ou igual a uma deflexão da mola predeterminada. A deflexão da mola predeterminada é selecionada para inibir o estabelecimento de uma condição ressonante na pelo menos uma mola.

[006] Numa forma adicional, o preceito da presente revelação provê um método para produzir um desacoplador de roda livre que é configurado para transmitir potência rotativa entre um elemento rotativo e um cubo. O desacoplador de roda livre inclui um cubo com uma mola da embreagem, um suporte que é acoplado na mola da embreagem e pelo menos uma mola que acopla de modo resiliente o suporte no cubo. O método inclui: estabelecer uma vida sob fadiga desejada da dita pelo menos uma mola; estabelecer um torque de projeto que pode ser transmitido através da referida pelo menos uma mola durante ressonância, em que a transmissão do torque de projeto através de tal pelo menos uma mola durante ressonância não reduz a vida sob fadiga daquela pelo menos uma mola abaixo da vida sob fadiga desejada; e impedir ressonância no desacoplador de roda livre, controlando o torque máximo transmitido através do desacoplador, de maneira tal que o torque máximo seja menor ou igual ao torque de projeto.

[007] Também numa outra forma, os presentes preceitos provêm um desacoplador de roda livre com um elemento rotativo, um cubo, uma embreagem unidirecional que fica disposta entre o cubo e o elemento rotativo, e, ainda, uma embreagem inibidora de ressonância. A dita embreagem unidirecional inclui um suporte da mola, uma mola helicoidal e um acoplamento torsionalmente resiliente entre o suporte da mola e o cubo. A mola helicoidal inclui uma pluralidade de espiras que é encaixada no elemento rotativo, uma primeira extremidade e uma segunda extremidade. A primeira extremidade da mola helicoidal é encaixada de forma acionada no suporte da mola. A embreagem inibidora de ressonância

é configurada para fazer com que a embreagem unidirecional desencaxe do elemento rotativo quando a deflexão no acoplamento torsionalmente resiliente exceder uma deflexão predeterminada.

[008] Áreas adicionais de aplicabilidade ficarão aparentes a partir da descrição apresentada. Deve-se entender que a descrição e exemplos específicos têm propósitos meramente de ilustração, e que não visam limitar o escopo da presente revelação, sua aplicação e/ou usos em hipótese nenhuma.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[009] Os desenhos aqui descritos têm propósitos apenas de ilustração, e não visam limitar o escopo da presente revelação em hipótese nenhuma. Os elementos semelhantes ou iguais são atribuídos com números de identificação consistentes nas várias figuras.

[0010] A figura 1 é uma ilustração esquemática da frente de um motor com um sistema de acionamento de acessório do motor dianteiro que emprega um desacoplador de roda livre construído de acordo com aqueles preceitos da presente revelação, desacoplador de roda livre sendo empregado para transmitir potência rotativa a um alternador.

[0011] A figura 2 é uma ilustração esquemática da frente de um motor com o sistema de acionamento de acessório do motor dianteiro que emprega um desacoplador de roda livre construído de acordo com aqueles preceitos da presente revelação, desacoplador de roda livre sendo empregado para transmitir potência rotativa do virabrequim do motor para um elemento de transmissão de potência sem fim.

[0012] A figura 3 é uma vista em perspectiva parcialmente recortada do desacoplador de roda livre da figura 1.

[0013] A figura 4 é uma vista em perspectiva explodida de uma porção do desacoplador de roda livre da figura 1.

[0014] A figura 5 é uma vista plana parcial de uma porção daquele desacoplador de roda livre da figura 1, ilustrando uma configuração exemplar

de uma porção de um suporte da mola da embreagem.

[0015] A figura 6 é uma vista plana de uma porção do desacoplador de roda livre da figura 1, ilustrando uma configuração exemplar do cubo.

[0016] As figuras 7 e 8 são vistas em perspectiva de uma porção do desacoplador de roda livre da figura 1, ilustrando a embreagem inibidora de ressonância em uma condição inoperante e condição operante, respectivamente.

[0017] A figura 9 é um gráfico representando diversas características operacionais associadas com a operação de um alternador com um desacoplador de roda livre da tecnologia anterior.

[0018] A figura 10 é um gráfico representando deslocamento rotacional da polia e do cubo do desacoplador de roda livre da tecnologia anterior.

[0019] A figura 11 é um gráfico representando diversas características operacionais associadas com a operação de um alternador com o desacoplador de roda livre da figura 1.

[0020] A figura 12 é um gráfico representando deslocamento rotacional do elemento rotativo e do cubo do desacoplador de roda livre da figura 1.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0021] Com referência à figura 1 dos desenhos, um desacoplador de roda livre construído de acordo com os preceitos da presente revelação está indicado no geral pelo número de referência 10. O desacoplador de roda livre particular 10 ilustrado é particularmente adequado para ser utilizado com um dispositivo acionado 12, tal como um alternador ou um supercarregador, em um sistema de acionamento 14 que emprega um elemento de transmissão de potência sem fim 16, tal como uma correia ou uma corrente, de uma fonte de potência rotativa 18, tal como um motor ou uma transmissão. Versados na técnica percebem que o desacoplador de roda livre 10 poderia ser configurado para uso num outro tipo de sistema de acionamento (por exemplo, um sistema de acionamento que emprega engrenagens) e/ou que o desacoplador de roda livre 10 poderia ser empregado para transmitir potência rotativa de um eixo de

acionamento 20 para o sistema de acionamento, como mostrado na figura 2. Dessa forma, percebe-se que os preceitos da presente revelação têm aplicação num desacoplador de virabrequim, similar aos que são revelados nos pedidos de patente U.S. No. de Série 10/572.128 e 10/542.625, cujas revelações estão aqui incorporadas pela referência como se estivessem descritas com detalhes.

[0022] Com referência às figuras 3 e 4, o desacoplador de roda livre 10 pode incluir uma embreagem unidirecional 30, um elemento rotativo 32, um cubo 34 e uma embreagem inibidora de ressonância 36. Exceto pelo aqui descrito, a embreagem unidirecional 30, o cubo 34 e o elemento rotativo 32 podem ser configurados da maneira descrita nos pedidos de patente U.S. No. de Série 10/519.591 e/ou 10/542.625.

[0023] A embreagem unidirecional 30 pode incluir um acoplamento de transmissão de torque resiliente 40, um suporte da mola da embreagem 42 e uma mola da embreagem 44. Aquele acoplamento de transmissão de torque resiliente 40 é configurado para acoplar de forma torsionalmente resiliente o suporte da mola da embreagem 42 e o cubo 34 e pode compreender uma ou mais molas. No exemplo particular provido, o acoplamento de transmissão de torque resiliente 40 compreende uma única mola de torção helicoidal 46 que fica disposta concentricamente em torno do eixo rotativo 48 do desacoplador de roda livre 10, mas percebe-se que outros acoplamentos torsionalmente em conformidade poderiam ser empregados, tais como as duas ou mais molas de compressão espirais arqueadas, como revelado no pedido de patente U.S. No. de Série 10/572.128. A mola de torção 46 pode ser formada de um arame de mola apropriado com uma forma seccional transversal desejada (por exemplo, redonda, quadrada, retangular) e pode ter extremidade(s) que pode(m) ser não retificada(s) ou retificada(s). No exemplo particular provido, a mola de torção 46 tem extremidades fechadas 50 que não são retificadas.

[0024] Com referência às figuras 4 e 5, o referido suporte da mola da embreagem 42 pode ser acoplado torsionalmente no acoplamento de transmissão

de torque resiliente 40, bem como encaixado na mola da embreagem 44. No exemplo particular provido, o suporte da mola da embreagem 42 compreende uma pista helicoidal 52, que é configurada para apoiar-se numa extremidade correspondente das extremidades 50 da mola de torção 46, um apoio 54 e um entalhe da mola da embreagem 56. O apoio 54 pode ser configurado para se apoiar em uma face de extremidade axial 58 do arame que forma a mola de torção 46 quando a extremidade 50 da mola de torção 46 apoiar-se na pista helicoidal 52. O entalhe da mola da embreagem 56 pode estender-se de uma superfície circunferencial externa 60 do suporte da mola da embreagem 42 até uma porção radialmente interna do suporte da mola da embreagem 42 e pode terminar em um apoio da mola da embreagem 62.

[0025] A mola da embreagem 44 pode ser formada de um material de arame de mola e tal mola pode compreender uma primeira extremidade 66, uma segunda extremidade 68 e uma pluralidade de espiras helicoidais 70 entre as primeira e segunda extremidades 66 e 68. O material de arame de mola pode ter uma forma seccional transversal desejada, tais como quadrada, retangular ou redonda, e pode ser não revestido (*i.e.*, nu) ou revestido com uma metalização e/ou revestimento apropriado. Ademais, um lubrificante, tal como uma graxa, pode ser empregado nas espiras helicoidais 70 da mola da embreagem 44. A primeira extremidade 66 pode ser recebida no entalhe da mola da embreagem 56 numa direção axial e pode cooperar com o entalhe da mola da embreagem 56 de maneira tal que a primeira extremidade 66 fique retida no suporte da mola da embreagem 42 em direções radial e circunferencial. Ainda, uma extremidade axial 72 do arame formando a primeira extremidade 44 pode se apoiar no apoio da mola da embreagem 62 tal que a potência rotativa possa ser transmitida entre o suporte da mola 42 e a mola da embreagem 44 (*i.e.*, do suporte da mola 42 para a mola da embreagem 44, ou da mola da embreagem 44 para o suporte da mola 42) pelo contato entre o apoio da mola da embreagem 62 e a extremidade axial 72 da primeira extremidade 66.

[0026] De volta às figuras 3 e 4, o elemento rotativo 32 pode ter uma superfície externa 80, que é modelada, ou, de outra maneira, configurada para transmitir potência rotativa em um sistema de acionamento particular, e uma superfície cilíndrica interna 82. No exemplo apresentado, o elemento rotativo 32 é uma polia com uma superfície externa que é configurada para encaixar uma correia poli-V, mas percebe-se que elemento rotativo 32 poderia ser feito com uma configuração de polia diferente, ou com uma configuração de um rolo, um rolo de atrito, uma roda dentada ou uma engrenagem, por exemplo. A superfície cilíndrica interna 82 pode ser dimensionada para encaixar por atrito as espiras helicoidais 70 da mola da embreagem 44. No exemplo particular provido, tais espiras helicoidais 70 da mola da embreagem 44 encaixam a superfície cilíndrica interna 82 com um encaixe de interferência.

[0027] Com referência às figuras 4 e 6, o cubo 34 pode ser acoplado torsionalmente no acoplamento de transmissão de torque resiliente 40 e pode incluir uma cabeça ou uma porção de flange 90 e uma porção da haste 92. No exemplo particular proporcionado, a porção do flange 90 compreende uma pista helicoidal 100, que é configurada para se apoiar em uma correspondente das extremidades 50 da mola de torção 46 e um apoio 102 que é configurado para apoiar uma face de extremidade axial 104 do arame formando a mola de torção 46 quando a extremidade 50 da mola de torção 46 apoiar-se na pista helicoidal 100. A dita porção da haste 92 pode ser configurada para ser acoplada em um elemento de entrada de um acessório acionado 12 (figura 1) ou num elemento de saída 16 (figura 1A) de uma fonte de potência rotativa por qualquer meio apropriado, tal como um encaixe de interferência, uma canelura casada ou uma geometria dentada, roscas, prendedores rosqueados, chavetas, etc., de maneira tal que o cubo 34 gire com o elemento de entrada do acessório ou elemento de saída da fonte de potência. O cubo 34 pode incluir um ou mais recursos que ajudam na instalação do desacoplador de roda livre 10, tal como um recesso sextavado 108 que pode ser empregado para reter ou girar o cubo 34 em

relação ao elemento de entrada do acessório, ou o elemento de saída da fonte de potência. A porção da haste 92 pode ser recebida através da embreagem unidirecional 30 de maneira tal que o suporte da mola da embreagem 42 fique disposto de maneira rotacional nela.

[0028] Arruela de empuxo 110 pode ser acoplada fixamente na porção da haste 92 para reter axialmente a embreagem unidirecional 30 no cubo 34. No exemplo particular provido, a arruela de empuxo 110 pode também manter a mola de torção 46 num estado axialmente comprimido. Arruela de empuxo 110 e suporte da mola da embreagem 42 podem ser configurados para cooperar um com o outro, como está revelado no pedido U.S. No. de Série 10/581.097 para inibir rotação relativa entre a pista helicoidal 52 (fig. 5) do suporte da mola da embreagem 42 e a extremidade correspondente 50 da mola de torção 46.

[0029] Mancais e/ou embuchamentos podem ser usados para suportar de modo rotacional o elemento rotativo 32 no cubo 34. No exemplo particular provido, um embuchamento 120 pode ficar disposto entre a porção do flange 90 e o elemento rotativo 32, enquanto que um conjunto de mancal selado ou não selado 122 que emprega esferas ou roletes de mancal pode ficar disposto entre a porção da haste 92 e o elemento rotativo 32. Uma ou mais das vedações ou blindagens 124 pode(m) também ser provida(s) entre o elemento rotativo 32 e a porção da haste 92 para inibir entrada de sujeira, detritos e umidade no interior de tal desacoplador de roda livre 10, como também inibir a saída de qualquer lubrificante nas espiras helicoidais 70 da mola da embreagem 44 provenientes do interior do desacoplador de roda livre 10.

[0030] Com referência novamente às figuras 3 e 4, quando a potência rotativa tem de ser transmitida através do desacoplador de roda livre 10, rotação relativa entre o elemento rotativo 32 e o cubo 34 em uma primeira direção rotacional tende a fazer com que a mola da embreagem 44 desenrole, de tal maneira que sua superfície circunferencial externa 130 encaixe com força a superfície cilíndrica interna 82 do elemento rotativo 32 para permitir assim a

transmissão da potência rotativa através do desacoplador de roda livre 10. Se a inércia rotacional de um objeto (isto é, o acessório acionado na figura 1 ou o sistema de acionamento na figura 2) é suficientemente alta para causar rotação relativa entre os ditos elemento rotativo 32 e cubo 34 numa segunda direção rotacional oposta numa quantidade suficiente, a mola da embreagem 44 tenderá a bobinar mais firmemente, de maneira tal que o elemento rotativo 32 e o cubo 34 possam girar independentemente um do outro.

[0031] A embreagem inibidora de ressonância 36 pode compreender qualquer dispositivo para desencaiar a embreagem unidirecional 30 quando a potência rotativa é transmitida através do desacoplador de roda livre 10 para limitar deflexão do acoplamento de transmissão de torque resiliente 40. No exemplo particular provido, embreagem inibidora de ressonância 36 compreende a segunda extremidade 68 da mola da embreagem 44 e um recurso de embreagem 140 formado na porção do flange 90 do cubo 34.

[0032] A segunda extremidade 68 da mola da embreagem 44 pode se estender para fora das espiras helicoidais 70 numa direção desejada. No exemplo particular provido, a segunda extremidade 68 estende-se paralela ao eixo rotativo 48 do desacoplador de roda livre 10 numa zona tubular 146 definida pelas espiras helicoidais 70. Entretanto, percebe-se que a segunda extremidade 68 poderia se estender numa outra direção, tal como radialmente para dentro ou radialmente para fora.

[0033] O recurso da embreagem 140 pode compreender um elemento da embreagem 150 que pode encaixar na segunda extremidade 68 da mola da embreagem 44 para fazer com que a mola da embreagem 44 aperte mais firme e, assim, desencaiar a superfície cilíndrica interna 82, em resposta à deflexão do acoplamento de transmissão de torque resiliente 40 numa quantidade pré-determinada. No exemplo particular provido, uma janela ou abertura arqueada é formada na porção do flange 90 e o elemento da embreagem 150 é formado ou definido por um lado da abertura. A segunda extremidade 68 de tal mola da

embreagem 44 pode ficar disposta dentro da abertura, quando potência rotativa é transmitida através do desacoplador de roda livre 10 e o elemento da embreagem 150 pode girar a favor e contra dita segunda extremidade 68 daquela mola da embreagem 44 à medida que o acoplamento de transmissão de torque resiliente 40 aumenta e diminui, respectivamente. Como notado anteriormente, a deflexão do acoplamento de transmissão de torque resiliente 40 em uma deflexão de projeto predeterminada resultará em contato entre o elemento da embreagem 150 e a segunda extremidade 68 que faz com que a mola da embreagem 44 aperte mais firmemente e assim desencaixe o elemento rotativo 32. A figura 7 ilustra o posicionamento relativo da segunda extremidade 68 e do elemento da embreagem 150 quando a deflexão do acoplamento de transmissão de torque resiliente 40 estiver em uma dada magnitude que é menor que a quantidade predeterminada, ao passo que a figura 8 ilustra o posicionamento relativo da segunda extremidade 68 e do elemento da embreagem 150 quando a deflexão do acoplamento de transmissão de torque resiliente 40 estiver a uma magnitude que é igual à quantidade predeterminada. Percebe-se que, dependendo daquela configuração da mola da embreagem 44 e da magnitude da quantidade predeterminada de deflexão do acoplamento de transmissão de torque resiliente 40, o aperto maior ou menor (espiralamento) da mola da embreagem 44 pode ser necessário para fazer com que a dita mola da embreagem 44 desencaixe a superfície cilíndrica interna 82 do que o que está ilustrado na figura 8.

[0034] Com referência à figura 9, alguns gráficos representando vários aspectos da operação de um alternador acionado por meio de um desacoplador de roda livre da tecnologia anterior estão ilustrados. O gráfico 200 representa a velocidade rotacional da polia do desacoplador de roda livre da tecnologia anterior em função do tempo, o dito gráfico 202 representa a tensão do campo do alternador em função do tempo, e o gráfico 204 representa dita velocidade rotacional do cubo do desacoplador de roda livre da tecnologia anterior em função do tempo. Muito embora o teste que produziu estes gráficos tenha sido

realizado em escala piloto, deve-se perceber que o teste foi configurado para simular acionamento de um alternador através de um acionamento de acessório de motor dianteiro do tipo que é normalmente usado em veículos automotivos. A este respeito, notamos que, embora a mudança na velocidade rotacional da polia possa ser vista grande, deve-se perceber que o diâmetro daquela polia do alternador é relativamente pequena, comparada com a da polia do virabrequim, tal que as variações relativamente pequenas na velocidade rotacional do motor sejam amplificadas numa quantidade que é aproximadamente relacionada com a razão da circunferência da polia do virabrequim para a circunferência da polia do alternador.

[0035] Fora outras entradas torsionais, o desacoplador de roda livre da tecnologia anterior é configurado para atenuar o efeito no cubo da oscilação na velocidade da polia e, como tal, seria de se esperar que a velocidade rotacional do cubo tenha oscilações com variação pico a pico de uma menor magnitude do que a magnitude da variação pico a pico na velocidade rotacional da polia.

[0036] No gráfico 202, mudanças súbitas na magnitude da tensão do campo do alternador ocorrem quando o regulador do alternador liga e desliga. Uma vez que o torque necessário para girar o alternador está relacionado com a tensão do campo do alternador, a ligação e o desligamento de dito alternador produzem mudanças súbitas num carregamento torsional do desacoplador de roda livre. A vibração torsional alimentada no desacoplador de roda livre da tecnologia anterior por meio da polia e da carga torsional alimentada naquele desacoplador de roda livre da tecnologia anterior por meio do cubo combinam para acionar acoplamento torsionalmente resiliente em ressonância, conforme é exibido na figura 10, que ilustra o deslocamento angular do cubo em relação à polia. Linhas horizontais tracejadas na figura 10 representam limites superior e inferior do deslocamento angular para um dado ciclo em aproximadamente 81,5 graus em um intervalo de 0,0555 segundo.

[0037] Os gráficos representando vários aspectos da operação de um

alternador acionado por meio do desacoplador de roda livre 10 (figura 3) são ilustrados nas figuras 11 e 12. Na figura 11, gráfico 300 representa a velocidade rotacional do elemento rotativo 32 (figura 3) em função do tempo, gráfico 302 representa a tensão do campo do alternador em função do tempo, e gráfico 304 representa a velocidade rotacional do cubo 34 (figura 3) em função do tempo. Na figura 12, o gráfico representa o deslocamento angular do cubo 34 (figura 3) em relação ao elemento rotativo 32 (figura 3). As linhas horizontais tracejadas na figura 12 representam limites superior e inferior do deslocamento angular para um dado ciclo em aproximadamente 35,0 graus num intervalo de 0,0198 segundo. Como com o exemplo supradescrito, teste que produziu estes gráficos foi realizado em escala piloto em condições idênticas às que foram empregadas para gerar gráficos associados com as figuras 9 e 10. Como mostrado na figura 12, contudo, o desacoplador de roda livre 10 (figura 1) não está em ressonância.

[0038] Com referência de volta às figuras 3 e 4, percebe-se que aqui é provido um método para a operação de um sistema de acionamento com um desacoplador de roda livre com um dito acoplamento de transmissão de torque resiliente. Mais especificamente, o sistema de acionamento poderá ser operado num primeiro conjunto de condições operacionais para causar o acoplamento da embreagem unidirecional 30 no referido elemento rotativo 32 para facilitar transmissão de torque através do desacoplador de roda livre 10; o desacoplador de roda livre pode ser desacoplado em resposta à deflexão do acoplamento de transmissão de torque resiliente 40 na embreagem unidirecional 30 em uma quantidade que é igual a uma deflexão predeterminada que é selecionada para inibir o estabelecimento de uma condição ressonante naquele acoplamento de transmissão de torque resiliente 40.

[0039] É também provido aqui método para produzir um desacoplador de roda livre construído de acordo com os preceitos da presente revelação (isto é, um desacoplador de roda livre não ressonante). O método pode compreender: estabelecer vida sob fadiga desejada do acoplamento de transmissão de torque

resiliente 40 (ou desacoplador de roda livre 10); estabelecer uma deflexão de projeto do acoplamento de transmissão de torque resiliente 40; e impedir uma ressonância no acoplamento de transmissão de torque resiliente 40 controlando a deflexão máxima do acoplamento de transmissão de torque resiliente 40 de maneira tal que a deflexão máxima observada pelo acoplamento de transmissão de torque resiliente 40 seja menor ou igual à deflexão de projeto.

[0040] Percebe-se que tal vida sob fadiga desejada do acoplamento de transmissão de torque resiliente 40 pode ser estabelecida de várias maneiras, tal como por um meio analítico, experimento, escolha ou combinações destas. Tipicamente, o desacoplador de roda livre 10 poderia ter que sobreviver a um regime ou a um plano sistemático predeterminado envolvendo uma quantidade predeterminada de ciclos de teste ou operação. Por exemplo, um desacoplador de roda livre empregado no acionamento do acessório do motor dianteiro de um veículo automotivo pode precisar sobreviver a um regime de teste incluindo uma quantidade predeterminada de partidas do motor, tal como 500.000 partidas do motor. O regime de teste mais sofisticado pode compreender uma primeira quantidade de partidas do motor, uma segunda quantidade de segmentos em marcha lenta do motor (que simula marcha lenta do motor do veículo para uma quantidade de tempo predeterminada), uma terceira quantidade de segmentos de aceleração (que simula aceleração do motor do veículo em uma quantidade predeterminada de tempo e a uma taxa predeterminada) e uma quarta quantidade de segmentos de desaceleração (que simula desaceleração do motor do veículo em uma quantidade predeterminada de tempo e a uma taxa predeterminada). Em tal situação, pode ser desejável empregar um dispositivo analítico, tal como software de simulação, para projetar inicialmente acoplamento de transmissão de torque resiliente 40, em seguida modificar o acoplamento de transmissão de torque resiliente 40 em vista dos critérios envolvendo o custo ou capacidade de fabricação do dispositivo de transmissão de torque (por exemplo, o conjunto do desacoplador 10) e em seguida modificar o acoplamento de transmissão de

torque resiliente 40 em resposta a dados coletados durante teste. Alternativamente, a vida sob fadiga desejada pode ser estabelecida simplesmente pela escolha, por exemplo, por meio de cópia de um acoplamento de transmissão de torque resiliente 40 em um desacoplador de roda livre não ressonante conhecido por ter uma vida sob fadiga desejada, ou a escolha de um desacoplador de roda livre não ressonante de um ou mais desacopladores de roda livre com base em pelo menos um de uma inércia do dispositivo ou dispositivos que devem ser acionados pelo desacoplador de roda livre não ressonante e um torque de pico para acionar o dispositivo ou os dispositivos que deve(m) ser acionado(s) pelo desacoplador de roda livre não ressonante.

[0041] A deflexão de projeto é uma deflexão que o acoplamento de transmissão de torque resiliente 40 pode sofrer durante uma ressonância sem reduzir a vida sob fadiga do acoplamento de transmissão de torque resiliente abaixo da vida sob fadiga desejada. Deflexão de projeto não é necessariamente a deflexão máxima e pode ser estabelecida de inúmeras maneiras, tal como por meio analítico, experimento, escolha, ou combinações destas. Por exemplo, a deflexão de projeto pode ser estabelecida ou escolhida a um nível que é abaixo da deflexão máxima que o acoplamento de transmissão de torque resiliente 40 pode sofrer durante ressonância sem reduzir a vida sob fadiga do acoplamento de transmissão de torque resiliente 40 abaixo daquela vida sob fadiga desejada. Alternativamente, a deflexão de projeto pode ser estabelecida simplesmente por escolha, por exemplo, através de cópia de características operacionais e físicas de um desacoplador de roda livre não ressonante conhecido por ter a vida sob fadiga desejada.

[0042] Como a deflexão daquele acoplamento de transmissão de torque resiliente 40 está diretamente relacionada com a quantidade de torque que é transmitida através do acoplamento de transmissão de torque resiliente 40, percebe-se que a deflexão de projeto pode ser dimensionada grande o bastante para garantir que componente(s) que recebe(m) a potência rotativa através do

desacoplador de roda livre não ressonante possa(m) ser acionado(s) em todas as circunstâncias. Por exemplo, é desejável em algumas situações estabelecer o torque de pico do dispositivo ou dispositivos que devem receber a potência rotativa por meio do desacoplador de roda livre não ressonante e estabelecer que a deflexão do acoplamento de transmissão de torque resiliente 40 durante a transmissão do torque de pico é menor que a deflexão de projeto.

[0043] Percebe-se que a descrição apresentada é de natureza meramente exemplar, e não visa limitar a presente revelação, sua aplicação ou usos. Muito embora exemplos específicos tenham sido descritos na especificação e ilustrados nos desenhos, versados na técnica entenderão que várias alterações podem ser feitas e que equivalentes podem ser usados em substituição aos seus elementos sem fugir do escopo da presente revelação, definido nas reivindicações. Além disso, a mistura e a combinação de recursos, elementos e/ou funções entre os vários exemplos é expressamente contemplado aqui, de forma que versados na técnica poderiam perceber a partir desta revelação que recursos, elementos e/ou funções de um exemplo podem ser incorporadas em um outro exemplo, quando apropriado, a menos que expressamente descrito anteriormente de uma outra forma. Além disso, muitas modificações podem ser feitas para adaptar uma situação ou material particular aos preceitos da presente revelação sem fugir do seu escopo essencial. Portanto, pretende-se que a presente revelação não seja limitada a exemplos particulares ilustrados pelos desenhos e descritos na especificação como o melhor modo atualmente contemplado para realizar os preceitos da presente revelação, porém que o escopo da presente revelação incluirá qualquer modalidade que se enquadre na descrição apresentada e nas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para produzir um desacoplador de roda livre (10) que é configurado para transmitir potência rotativa entre um elemento rotativo (32) e um cubo (34), o referido desacoplador de roda livre (10) compreendendo uma embreagem com uma mola de embreagem (44), um suporte que é acoplado na mola de embreagem ou mola de enrolamento, pelo menos uma mola de torção helicoidal (46) que acopla de maneira resiliente a mola de embreagem (44) ao cubo (34), em que o desacoplador de roda livre (10) é adaptado de maneira tal que a potência rotativa seja transmitida entre o elemento rotativo (32) e o cubo (34), durante rotação relativa do elemento rotativo (32) e do cubo (34) em uma primeira direção, e desacople o elemento rotativo (32) e o cubo (34) durante a rotação relativa do elemento rotativo (32) e do cubo (34) numa segunda direção que é oposta à primeira direção, método este sendo caracterizado pelo fato de que compreende:

estabelecer vida sob fadiga desejada daquela pelo menos uma mola (40);

estabelecer torque de projeto que pode ser transmitido através daquela pelo menos uma mola de torção helicoidal (46) durante ressonância, em que o torque de projeto é um torque, cuja transmissão através daquela pelo menos uma mola (40) durante ressonância não reduz vida sob fadiga daquela pelo menos uma mola (40) abaixo da vida sob fadiga desejada; e

impedir ressonância no desacoplador de roda livre (10) mediante controle de um torque máximo transmitido através do desacoplador de maneira tal que o torque máximo seja menor do que o torque de projeto ou igual a ele,

em que, para controlar o torque máximo transmitido através do desacoplador, é provido um elemento de embreagem (150) no cubo (34) que é adaptado para bobinar pelo menos uma porção da mola de embreagem (44) em uma direção distante do elemento rotativo (32), para, desta maneira, iniciar o desacoplamento do desacoplador de roda livre (10), quando a quantidade pela

qual aquela pelo menos uma mola (40) é defletida, for maior do que ou igual à deflexão da mola predeterminada, durante rotação relativa do elemento rotativo (32) e do cubo (34) na primeira direção, e potência rotativa é transmitida entre o elemento rotativo (32) e o cubo (34), durante a rotação relativa do elemento rotativo (32) e do cubo (34) na primeira direção, quando a quantidade pela qual aquela pelo menos uma mola (40) é defletida, for menor do que a deflexão da mola predeterminada.

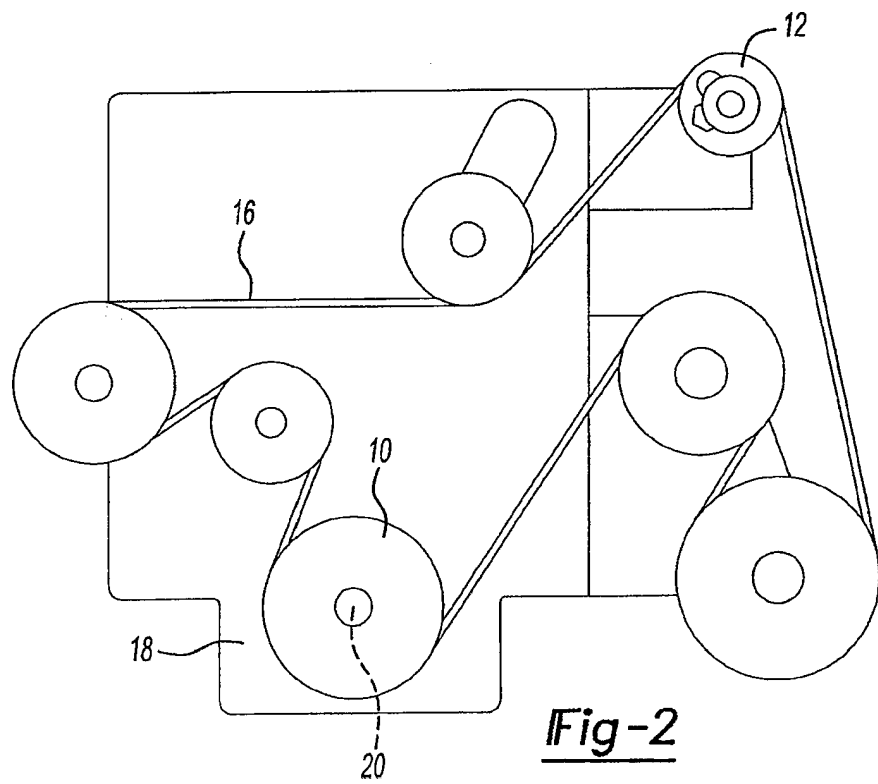
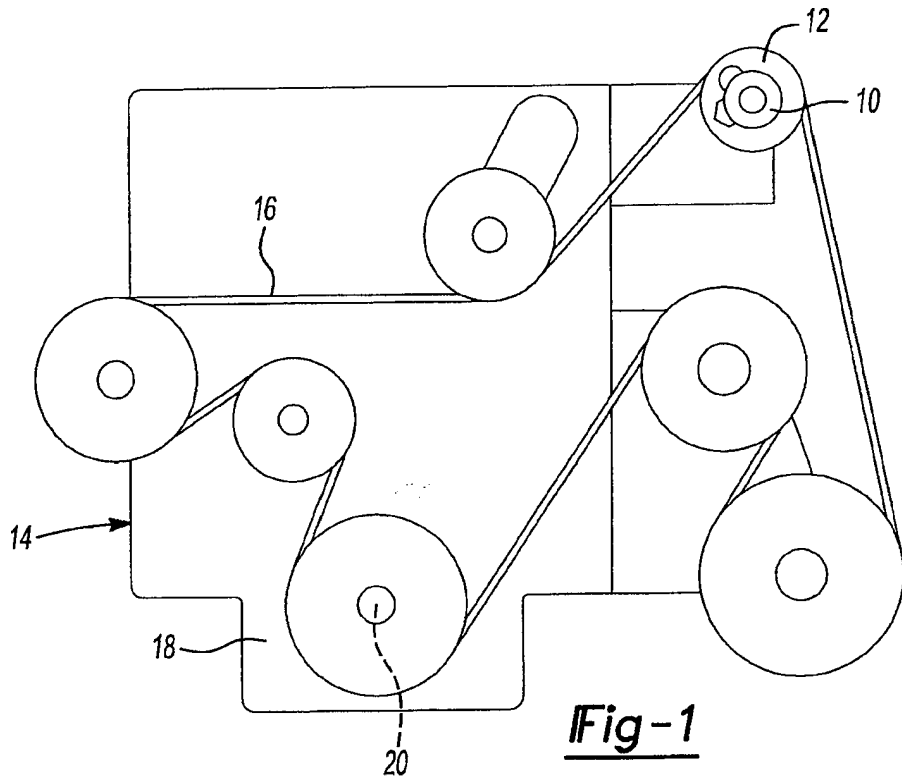
2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o torque de projeto é um torque máximo que pode ser transmitido através daquela pelo menos uma mola (40) durante ressonância, sem reduzir a vida sob fadiga daquela pelo menos uma mola (40) abaixo da vida sob fadiga desejada.

3. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende ainda estabelecer um torque de acionamento de pico de um dispositivo que deve receber potência rotativa do desacoplador de roda livre (10), e em que o torque máximo que é transmitido através do desacoplador de roda livre (10) é maior do que o torque de acionamento de pico.

4. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o torque de projeto ser estabelecido com base, pelo menos parcialmente, em uma inércia rotacional de pelo menos um dispositivo que é acionado através do desacoplador de roda livre (10).

5. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o torque de projeto ser estabelecido com base, pelo menos parcialmente, em um torque de pico de um ou mais dispositivos acionados através do referido desacoplador de roda livre (10).

6. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a mola de embreagem (44) compreender uma mola de torção helicoidal (46) com espiras que ficam dispostas concentricamente em torno de um eixo rotacional do desacoplador de roda livre (10).



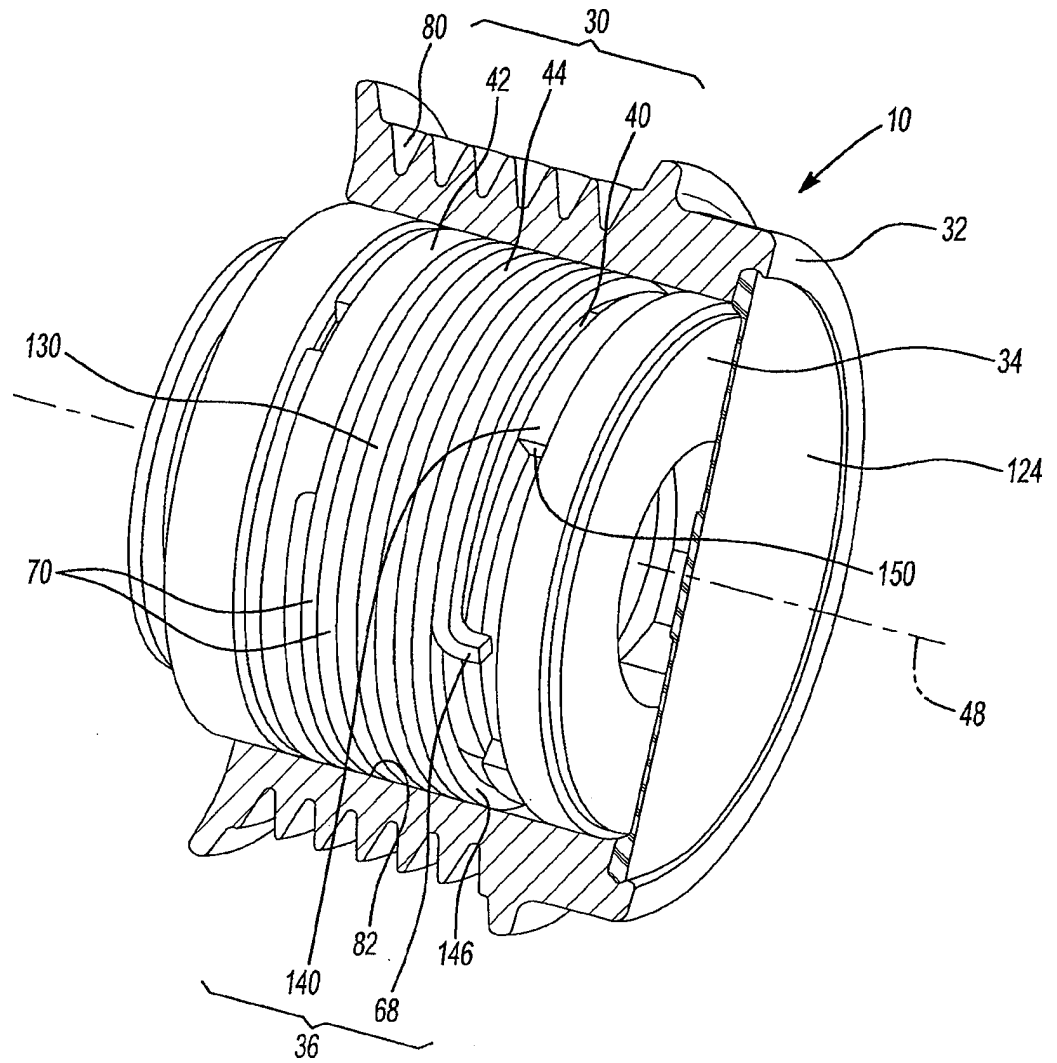
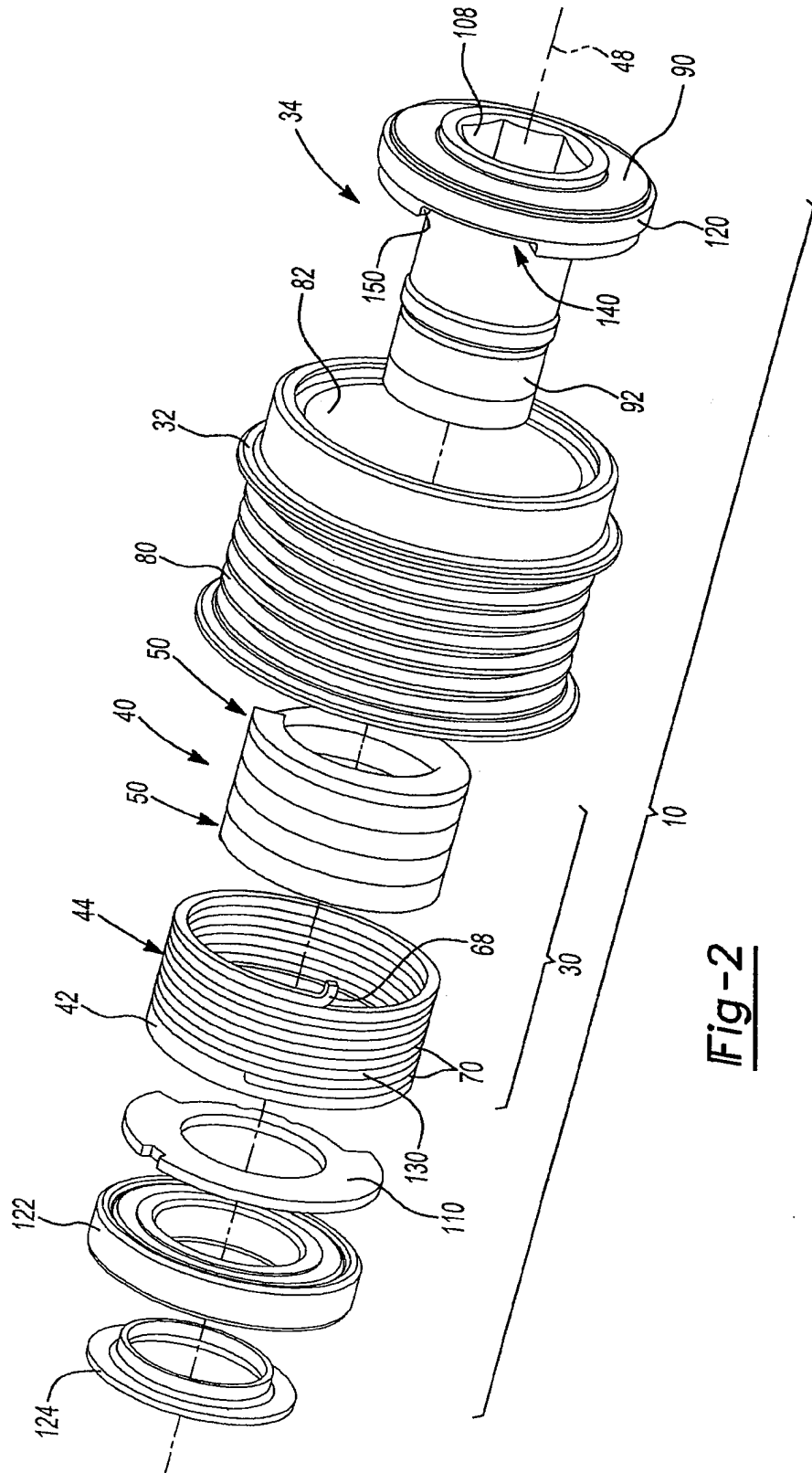


Fig-3

**Fig-2**

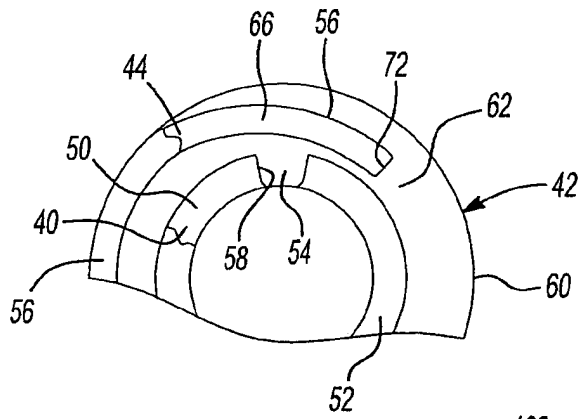


Fig-5

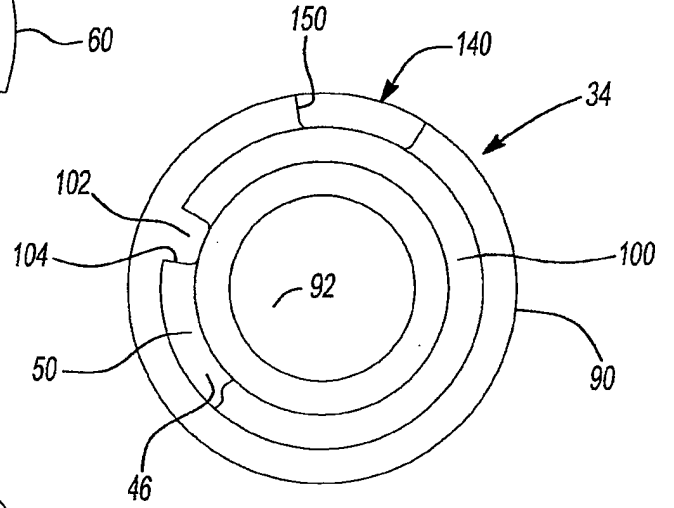


Fig-6

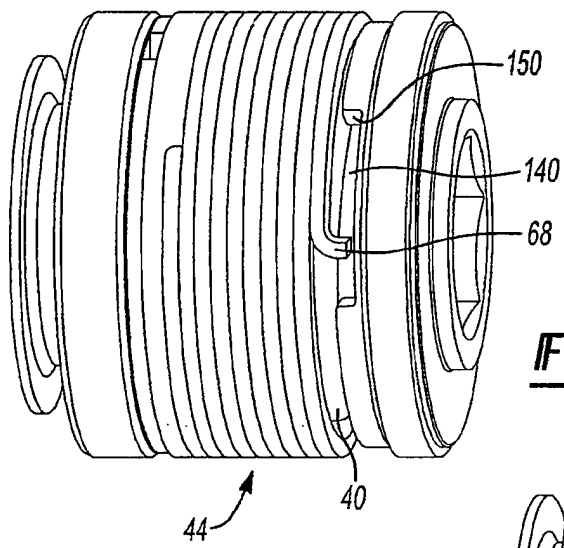
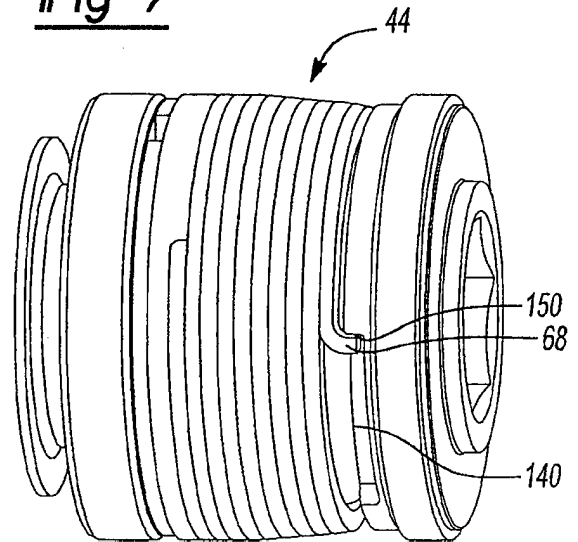
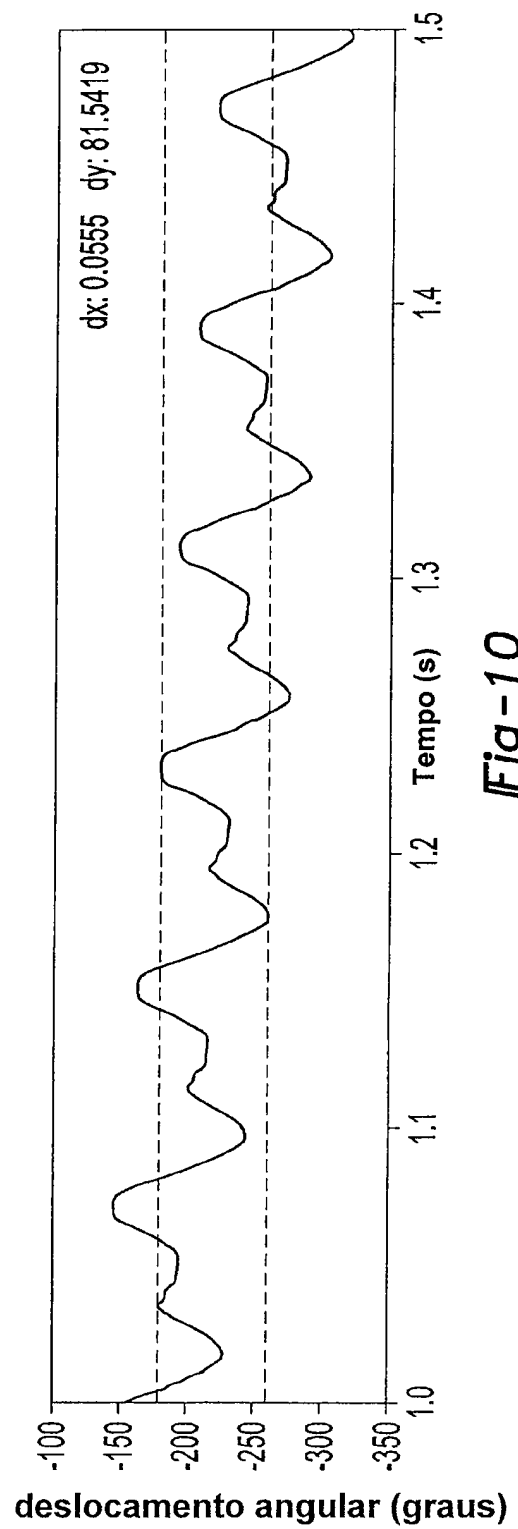
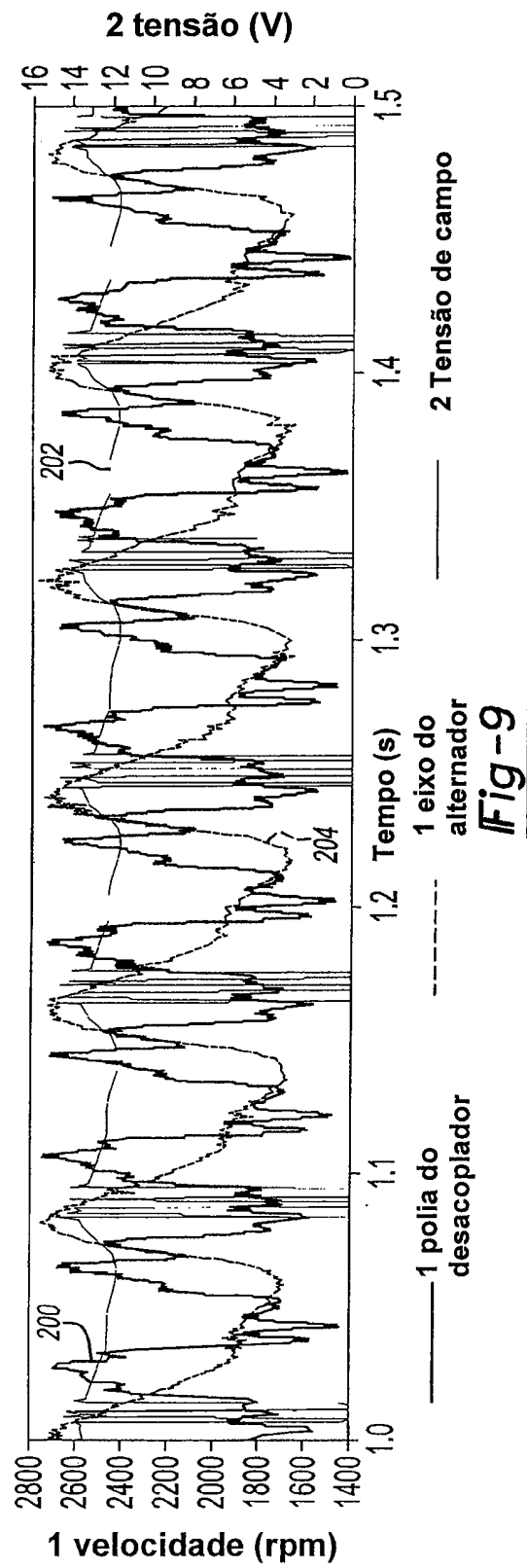
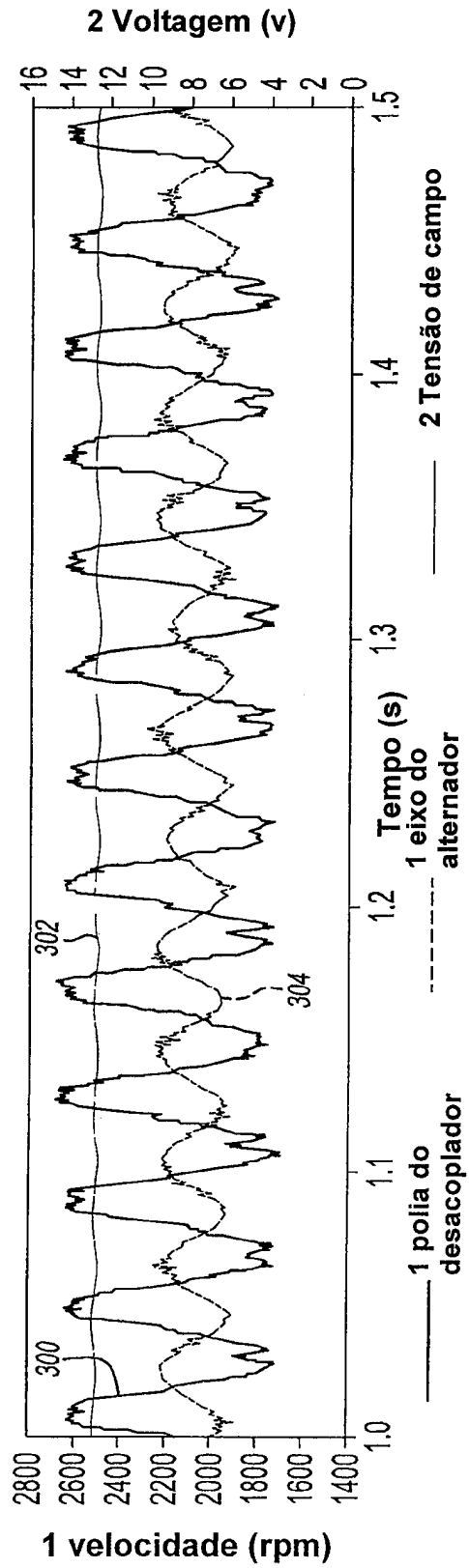
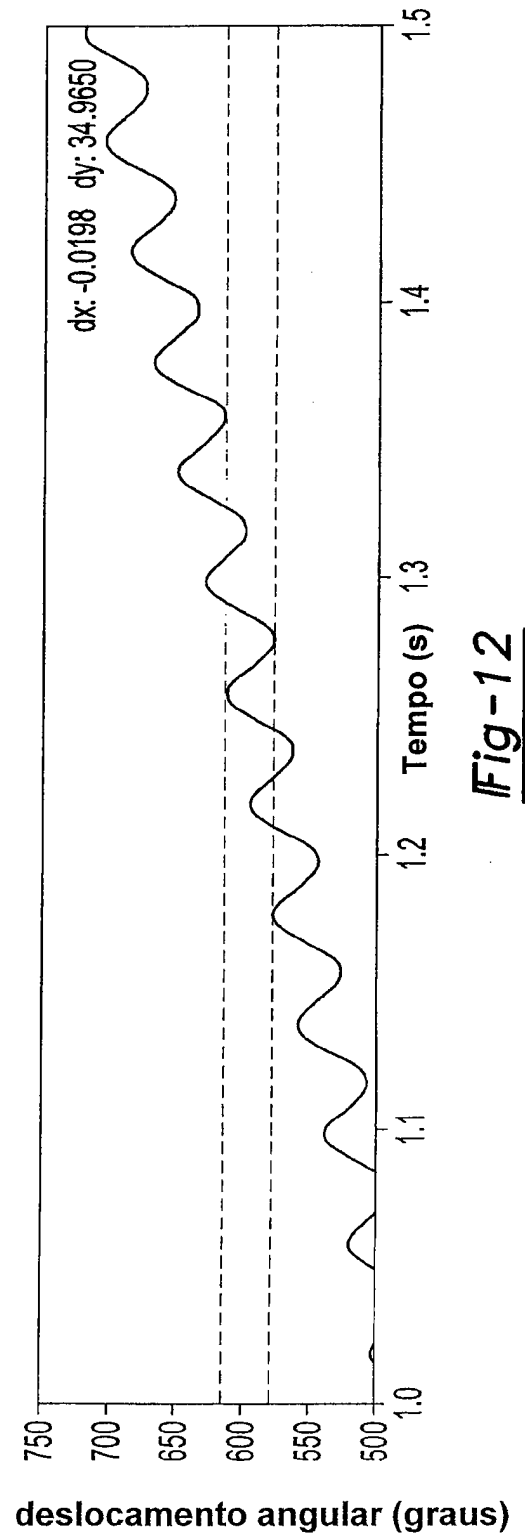


Fig-7

Fig-8





Fig-11Fig-12