



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

**(11) BR 112016020344-5 B1**



**(22) Data do Depósito: 05/03/2015**

**(45) Data de Concessão: 15/03/2022**

**(54) Título:** AMORTECEDOR DE VIBRAÇÃO TORCIONAL E SISTEMA DE ACIONAMENTO DE ACESSÓRIO DA EXTREMIDADE FRONTAL

**(51) Int.Cl.:** F16F 15/12.

**(30) Prioridade Unionista:** 02/05/2014 US 61/987,784; 05/03/2014 US 61/948,135.

**(73) Titular(es):** DAYCO IP HOLDINGS, LLC.

**(72) Inventor(es):** SUHALE MANZOOR.

**(86) Pedido PCT:** PCT US2015018890 de 05/03/2015

**(87) Publicação PCT:** WO 2015/134712 de 11/09/2015

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 02/09/2016

**(57) Resumo:** AMORTECEDOR DE VIBRAÇÃO TORCIONAL, SISTEMA DE ACIONAMENTO DE ACESSÓRIO DA EXTREMIDADE FRONTAL E MÉTODO PARA A SUBSTITUIÇÃO DOS ELEMENTOS ELASTOMÉRICOS EM UM AMORTECEDOR DE VIBRAÇÃO TORCIONAL São descritos amortecedores de vibração torcional apresentando um cubo integral com um corpo da polia para a rotação em conjunto e ao menos um primeiro elemento elastomérico anular assentado sobre o corpo da polia entre a superfície externa de engate da correia e o cubo e mantido contra o mesmo para a rotação conjunta por meio de um primeiro anel de inércia conectado ao corpo da polia. Os amortecedores de vibração torcional também podem incluir um segundo elemento elastomérico anular assentado sobre o corpo da polia, em um lado oposto ao primeiro elemento elastomérico anular, entre a superfície externa de engate da correia e o cubo e mantido contra o mesmo para a rotação conjunta por meio de um segundo anel de inércia conectado ao corpo da polia ou assentado sobre o primeiro elemento de inércia, em um lado oposto ao primeiro elemento elastomérico, entre o primeiro elemento de inércia e uma tampa da extremidade frontal, no qual a tampa da extremidade frontal comprime o segundo elemento elastomérico contra o primeiro elemento de inércia.(...).

## AMORTECEDOR DE VIBRAÇÃO TORCIONAL E SISTEMA DE ACIONAMENTO DE ACESSÓRIO DA EXTREMIDADE FRONTAL

### Pedidos relacionados

[001] Este pedido reivindica o benefício do pedido provisório dos EUA No. 61/948.135, depositado em 5 março de 2014 e o benefício do pedido provisório dos EUA No. 61/987.784, depositado em 2 de maio de 2014, ambos são aqui incorporados por referência.

### Campo da descrição

[002] A presente invenção se refere aos amortecedores de vibração torcional para motores de veículos e, mais particularmente, a um sistema de acionamento da extremidade frontal que apresenta um dos amortecedores de vibração torcional montados sobre um virabrequim.

### Fundamento

[003] Originalmente um virabrequim aciona o sistema de acionamento do conjunto da extremidade frontal (FEAD) de um motor. O virabrequim é rotacionado pelas explosões dos pistões, que exercem um torque rítmico no virabrequim, ao invés de contínuo. Esta aplicação e liberação constante de torque provocam variações, que poderiam forçar o virabrequim ao ponto de falha. Dito de outra forma, o virabrequim é como se fosse uma barra de torção plana, a qual apresenta uma massa e uma taxa de torção elástica, que faz com que o virabrequim apresente a sua própria frequência ressonante torcional. Os picos e vales de torque, além da carga inercial da aceleração dos componentes recíprocos, fazem com que o próprio virabrequim desvie (em rotação) para frente e para trás enquanto ele estiver em operação. Quando esses pulsos são próximos à frequência de ressonância do virabrequim, eles fazem o virabrequim vibrar descontroladamente e, eventualmente, quebre. Portanto, um amortecedor de vibração torcional (por vezes referido como um amortecedor do virabrequim) é montado no virabrequim para solucionar este problema mediante por meio da neutralização do torque no virabrequim, opondo-se à amplitude do torque torcional aplicado ao virabrequim pelos impulsos periódicos da explosão e para transferir o movimento de rotação para o sistema FEAD, tipicamente por meio do acionamento de uma correia continua de transmissão de energia.

[004] Enquanto amortecedores de vibração torcional existentes têm sido eficazes para

prolongar a vida do virabrequim e para acionar o sistema FEAD, mudanças na operação do motor do veículo, tais como a introdução de sistemas *start-stop* para economizar o consumo de combustível adicionaram complexidade ao sistema, ao ponto que os amortecedores de vibração torcional existentes não são projetados para atender. Por exemplo, o sistema *start-stop* introduz forças de impacto devido ao início de movimentação da correia, que introduz o deslizamento potencial na interface entre o elastômero e o metal nos amortecedores de vibração torcional tradicionais. Outra preocupação é manter a bom balanceamento [run-out] axial e radial entre os componentes metálicos.

- [005] Exemplos de amortecedores conhecidos são divulgados em US 2009/000421.
- [006] Os novos amortecedores de vibração torcional aqui descritos eliminam ou reduzem o deslizamento potencial na interface entre o elastômero e o metal no interior do amortecedor durante as condições *start-stop* da correia e melhoram o balanceamento axial e radial e as alocações entre a extremidade motora de vedação e a superfície de engate da correia.

#### Síntese

[007] Em um aspecto, são descritos os amortecedores de vibração torcional que apresentam um cubo integral com um corpo da polia para a rotação em conjunto e, ao menos, um primeiro elemento elastomérico anular assentado sobre o corpo da polia entre a superfície externa de engate da correia e o cubo e mantido contra o mesmo para a rotação em conjunto por meio de um primeiro anel de inércia conectado ao corpo da polia. O corpo da polia apresenta uma superfície externa de engate da correia. Em uma forma de realização, os amortecedores de vibração torcional também incluir um segundo membro elastomérico anular assentado sobre o corpo da polia, em um lado oposto ao primeiro elemento elastomérico anular, entre a superfície externa de engate da correia e o cubo e mantido contra o mesmo para a rotação em conjunto por meio de um segundo anel de inércia conectado ao corpo da polia. Um ou mais elementos de fixação conectam o primeiro elemento de inércia ao segundo elemento de inércia.

[008] Em uma forma de realização, o amortecedor de vibração torcional apresenta um elemento monolítico corpo da polia/cubo que apresenta uma porção do cubo e uma porção do corpo da polia, além de um primeiro elemento de inércia e um segundo

elemento de inércia de modo fixo ou de modo removível nas faces congruentes genericamente paralelas da porção do corpo da polia para a rotação em conjunto com um elemento elastomérico entre cada elemento de inércia e o corpo da polia, para amortecer as freqüências vibratórias.

[009] Em outra forma de realização, o primeiro elemento elastomérico anular, de acordo com uma seção transversal do conjunto montado e tomada ao longo o eixo de rotação, apresenta uma seção transversal trapezoidal, assim como pode ser o segundo membro elastomérico anular. Para acomodar o formato da seção transversal trapezoidal dos elementos elastoméricos, uma ou mais dentre as porções do primeiro anel de inércia e as porções do corpo da polia em contato com o primeiro elemento elastomérico anular podem ser radialmente chanfradas para fora, definindo desse modo uma abertura menor para o primeiro elemento elastomérico anular mais próximo do eixo de rotação do que mais distante do eixo de rotação e, de modo semelhante, uma ou mais dentre as porções do segundo anel de inércia e as porções do corpo da polia em contato com o segundo elemento elastomérico anular podem ser radialmente chanfradas para fora, definindo assim uma abertura menor para o segundo elemento elastomérico anular mais próxima do eixo de rotação do que mais distante do eixo de rotação.

[0010] Em outra forma de realização, o primeiro elemento elastomérico anular compreende um primeiro anel de vedação O-ring e um segundo anel de vedação O-ring, sendo que o primeiro anel de vedação apresenta um diâmetro interno maior do que o diâmetro externo do segundo anel de vedação, e o primeiro anel de vedação é disposto concêntrico com o, e radialmente para fora do, segundo anel de vedação. O primeiro anel de vedação pode ser assentado contra o segundo anel de vedação.

[0011] Em outro aspecto, são descritos os amortecedores de vibração torcional apresentando um cubo integral com um corpo da polia para a rotação em conjunto e, ao menos, um primeiro elemento elastomérico anular assentado sobre o corpo da polia entre a superfície externa de engate da correia e o cubo e mantido contra o mesmo para a rotação em conjunto por meio de um primeiro anel de inércia conectado ao corpo da polia. Em adição, o amortecedor de vibração torcional inclui um segundo elemento elastomérico anular assentado sobre o primeiro elemento de inércia, em um lado oposto

ao primeiro elemento elastomérico, entre o primeiro elemento de inércia e uma tampa da extremidade frontal, sendo que a tampa da extremidade frontal coloca o segundo elemento elastomérico anular em compressão contra o primeiro elemento elastomérico. Em uma forma de realização, este amortecedor de vibração torcional também pode incluir uma roda de tom conectada ao corpo da polia.

[0012] Em outro aspecto, é descrito um sistema de acionamento do acessório da extremidade frontal (FEAD) que apresenta um dos amortecedores de vibração torcional aqui apresentados. O sistema FEAD também inclui uma correia contínua de acionamento operacionalmente associada com a superfície externa de engate da correia do corpo da polia, e um ou mais acessórios para um motor de veículo, cada um dentre o um ou mais acessórios apresentando um eixo e uma correspondente polia operacionalmente associada com a correia contínua de transmissão.

[0013] Em outro aspecto, são descritos os métodos para substituir os elementos elastoméricos em qualquer um dentre os amortecedores de vibração torcional. O método pode incluir o fornecimento de um dentre os amortecedores de vibração torcional aqui descritos conectado a um eixo para a rotação em conjunto, e, quando o amortecedor de vibração torcional estiver conectado ao eixo, (a) desconectar o primeiro elemento de inércia do elemento monolítico corpo da polia/cubo, fornecendo assim acesso a ao menos um primeiro elemento elastomérico, (b) remover o primeiro elemento elastomérico, (c) substituir o primeiro elemento elastomérico por um novo elemento elastomérico, e (d) reconectar o primeiro elemento de inércia no elemento monolítico corpo da polia/cubo.

#### Breve descrição dos desenhos

[0014] Muitos aspectos da descrição podem ser melhor compreendidos com referência aos desenhos a seguir. Os componentes nos desenhos não são necessariamente em escala, em vez disso, é dada ênfase em ilustrar de modo claro os princípios da presente descrição. Em adição, nos desenhos, os números de referência iguais designam partes correspondentes ao longo das diversas vistas.

- a figura 1 é uma vista em perspectiva dos componentes em um acionador de acessório da extremidade frontal.
- a figura 2 é uma vista em corte parcial, em perspectiva, de um amortecedor de

vibração torcional passível de ser montado sobre um virabrequim em um motor.

- a figura 3 é uma vista explodida, em perspectiva, do amortecedor de vibração torcional da figura 1.
- as figuras 4A-4C são seções transversais tomadas paralelas ao eixo de rotação do amortecedor de vibração torcional que mostram uma porção do corpo da polia, o primeiro elemento elastomérico, e uma porção de um elemento de inércia para ilustrar formas de realização diferentes para as faces opostas que mantém o primeiro elemento elastomérico no lugar.
- as figuras 5A-5C são seções transversais tomadas paralelas ao eixo de rotação do amortecedor de vibração torcional que mostram uma porção do corpo da polia, o primeiro elemento elastomérico na forma de anéis de vedação concêntricos, e uma porção do elemento de inércia para ilustrar formas de realização diferentes para as faces opostas que mantém o primeiro elemento elastomérico no lugar.
- a figura 6 é um gráfico de um perfil de deslocamento de um amortecedor “indireto” típico do estado da arte.
- a figura 7 é uma vista em corte parcial, em perspectiva, de uma segunda forma de realização de um amortecedor de vibração torcional passível de ser montado sobre um virabrequim em um motor.

#### Descrição detalhada

[0015] É feita referência agora em detalhe à descrição das formas de realização, conforme ilustrado nos desenhos. Apesar de diversas formas de realização serem descritas em conexão com os desenhos, não há intenção de limitar a descrição à forma de realização ou formas de realização aqui descritas. Ao contrário, a intenção é abranger todas as alternativas, modificações, e equivalências.

[0016] Com referência agora à figura 1, é mostrado um exemplo de uma forma de realização de um sistema FEAD 18, apenas para propósitos ilustrativos, que inclui um alojamento integrado 15, que apresenta uma superfície frontal 30 e uma superfície traseira 27. A superfície traseira 27 do alojamento integrado 15 é, de preferência, montada em um motor. O sistema FEAD 18 pode ser utilizado em qualquer motor, incluindo motores de veículos terrestres, marítimos e estacionários. A forma e a

configuração do alojamento integrado 15 dependem do motor do veículo ao qual for para ser montado. Portanto, o alojamento integrado 15 e, mais especificamente, o sistema FEAD 18 pode variar juntamente com a localização dos acessórios de acionamento do motor 9 e alcançar ainda os objetivos da presente invenção. Deve ser entendido que a localização e a quantidade de acessórios de acionamento do motor 9 pode ser variada. Por exemplo, uma bomba de vácuo, uma bomba de injeção de combustível, uma bomba de óleo, uma bomba de água, uma bomba da direção hidráulica, uma bomba do condicionador de ar, e um acionador de came, são exemplos de outros acessórios de acionamento do motor 9 que podem ser montados no alojamento integrado 15, para a incorporação no sistema FEAD 18. Os acessórios de acionamento do motor 9 são, de preferência, montados no alojamento integrado 15 por meio de parafusos ou semelhantes, em locais ao longo da superfície em que são acessíveis por ferramenta para facilitar a montagem e também acessível a serviços. Na figura 1, o alojamento integrado 15 apresenta uma pluralidade de acessórios de acionamento do motor 9, incluindo um alternador 12 e um tensor de correia 21.

[0017] Os acessórios de acionamento do motor 9 são acionados por, ao menos, uma correia contínua de transmissão 6, que pode ser uma correia plana, uma correia arredondada, uma correia em V, uma correia multi-sulcada, uma correia dotada de caneluras, etc., ou uma combinação das correias mencionadas acima, sendo de face simples ou dupla. A correia contínua de acionamento 6 pode ser uma serpentina ou correia contínua, e é envolta em torno dos acessórios de acionamento do motor 9, do alternador 12 e do amortecedor de vibração torcional 3, o qual é conectado na extremidade motora 10 do virabrequim 8. O virabrequim aciona o amortecedor de vibração torcional 3 e, assim, aciona a correia contínua de transmissão 6 que, por sua vez, aciona o restante dos acessórios de acionamento do motor 9 e o alternador 12.

[0018] A melhoria para o sistema FEAD 18 aqui é um novo amortecedor de vibração torcional, geralmente designado pela referência 100, exemplificado nas figuras 2 e 3. O amortecedor de vibração torcional 100 apresenta um elemento monolítico corpo da polia/cubo 101 que apresenta uma porção do cubo 102, uma porção do corpo da polia 103, e um ou mais elementos de inércia 108, 110 de forma fixa ou de forma removível

conectados a uma ou mais faces congruentes genericamente paralelas 134, 136 da porção do corpo da polia 103, cada um com um elemento elastomérico 104, 106 entre os mesmos para reduzir e/ou absorver as freqüências de vibração de um elemento rotativo, tal como um virabrequim. Os elementos elastoméricos 104, 106 (caso ambos estejam presentes) e o um ou mais elementos de inércia 108, 110 são dispostos adjacentes ao lado traseiro 115 da superfície externa de engate da correia 112 da porção do corpo da polia 103 e os elementos de inércia 108, 110 retém os elementos elastoméricos 104, 106, respectivamente, em compressão contra a porção do corpo da polia 103. O elemento monolítico corpo da polia/cubo 101 fornece para um sistema de acionamento "direto", ou seja, aquele em que a correia contínua atua sobre a superfície de engate da correia 112 do cubo. Uma vantagem desta construção é que a superfície de engate da correia 112 irá oscilar com amplitude reduzida em comparação com um sistema de acionamento "indireto", ou seja, um em que a correia contínua move o elemento de inércia que é indiretamente acoplado ao cubo e é ajustado para oscilar com uma magnitude melhorada, ou seja, fora de fase em relação à amplitude angular de vibração do cubo/virabrequim. As construções aqui descritas são vantajosas pelo fato de eliminar ou reduzir o deslizamento potencial no/na interface do corpo da polia-elastômero e/ou interface do anel de inércia-elastômero que ocorre durante as condições *start-stop* da correia nos amortecedores de vibração torcional existentes, especialmente aqueles que apresentam construções concêntricas em vez da construção axial descrita e/ou são "sistemas de acionamento indiretos", e melhora o balanceamento axial e radial entre a extremidade motora 10 (figura 1) e a superfície de engate da correia 112. Em adição, as construções prevêem a opção para ao menos seis construções diferentes de elementos elastoméricos que são menos complexos, menos dispendiosos e mais fáceis de montar e desmontar do que os sistemas de acionamento indireto do estado da arte.

[0019] Em adição, os amortecedores de vibração torcional aqui descritos transmitem menos vibrações angulares no sistema FEAD por cerca de um fator de 6 até cerca de um fator de 10. Esta redução pode ser explicada através da comparação do comportamento de um amortecedor típico e uma forma de realização dos amortecedores aqui descritos conforme mostrado nos gráficos da figura 6. A figura 6 é um gráfico do deslocamento em

função da freqüência. Conforme pode ser visto em uma freqüência de 250Hz, a demanda é de 0,3 graus e que a resposta é de 1,9 graus. Em um sistema de acionamento direto, a vibração angular no FEAD será igual à demanda, ou seja, 0,3 graus neste exemplo. Em um sistema de acionamento indireto, as vibrações angulares no FEAD serão igual à resposta, ou seja, 1,9 graus. A comparação destes dois valores fornece um fator de ampliação de  $1,9/0,3$ , que é aproximadamente um fator de 6. Dependendo das especificações do sistema e do amortecedor, tal como o material elastomérico selecionado, a massa do anel de inércia, as vibrações angulares do virabrequim, e a redução das vibrações angulares transmitidas para o FEAD podem ser tão elevadas como um fator de 10.

[0020] Com referência agora às figuras 2 e 3, o amortecedor de vibração torcional 100 inclui, da esquerda para a direita, em relação à orientação do desenho tal como impresso na página, os parafusos 114, um primeiro elemento de inércia 108, um primeiro elemento elastomérico 104, um elemento monolítico polia corpo/cubo 101, um segundo elemento elastomérico 106, e um segundo elemento de inércia 110. Estes componentes são acoplados operacionalmente em conjunto pelos elementos de fixação 114 para a rotação conjunta. Não existe rotação relativa de qualquer dos componentes e não há translação de qualquer componente em relação ao outro componente.

[0021] Ainda com referência às figuras 2 e 3, o elemento monolítico corpo da polia/cubo 101 inclui uma porção do cubo 102 e uma porção do corpo da polia 103. A porção do cubo 102 define o eixo de rotação A para o amortecedor de vibração torcional 100 e apresenta um orifício 116 através do mesmo, configurado para receber e ser acoplado a um eixo para o movimento de rotação em conjunto. Em uma forma de realização, o orifício 116 recebe um virabrequim de um motor. A porção do corpo da polia 103 inclui uma placa 118 que se estende radialmente para fora em torno da porção do cubo 102 e um anel anular 111 apresentando uma superfície externa de engate da correia 112 formando o lado mais externo da placa 118. A placa 118 pode incluir uma pluralidade de aberturas 148 que se estendem axialmente através da mesma definindo, desse modo, uma pluralidade de raios 150 que se estendem a partir da porção do cubo 102. As aberturas 148 reduzem o peso total do elemento monolítico corpo da polia/cubo 101 e

fornecer um orifício para os elementos de fixação conectarem o primeiro elemento de inércia 108 ao segundo elemento de inércia 110. A superfície de engate da correia 112 da porção do corpo da polia 102 pode ser plana, com contornos para receber a correia arredondada, ou apresenta sulcos conformados V para coincidir com as caneluras conformadas em V de uma correia dotada de caneluras conformadas em V ou qualquer outro sulco com contornos necessários para coincidir com uma correia contínua.

[0022] Conforme pode ser visto na figura 2, a porção do cubo 102 pode se estender axialmente em apenas uma direção em relação à placa 118, que define, assim, a face traseira do amortecedor de vibração torcional 100, o qual é montado sobre o virabrequim de frente para o motor. Oposta à mesma, a face congruente 134 da placa 118 define a face frontal do amortecedor de vibração torcional 100, que irá receber a extremidade motora de vedação 10 (figura 1) que fixa o amortecedor de vibração torcional de 100 a um eixo para a rotação em conjunto.

[0023] O elemento monolítico corpo da polia/cubo 101 pode ser fundido, torneado, forjado, usinado, ou moldado usando técnicas conhecidas, ou desenvolvidas no futuro. O material adequado para o elemento monolítico corpo da polia/cubo 101 inclui o ferro, o aço, o alumínio, outros metais adequados, plásticos, ou uma combinação dos mesmos, incluindo materiais compósitos.

[0024] Agora, retornando para os primeiro e segundo elementos elastoméricos 104 e 106, e os primeiro e segundo elementos de inércia 108, 110 das figuras 2 e 3, estes elementos são apresentados como corpos anulares apresentando as primeira e segunda superfícies principais opostas 140, 142, um lado interno 144 e um lado externo 146, conforme marcado na figura 3 em relação aos primeiro e segundo elementos de inércia 108, 110, mas não são limitados a estes. Os primeiro e segundo elementos de inércia 108, 110 podem ser feitos de qualquer material que apresente uma massa suficiente, geralmente um metal ferroso fundido. Conforme pode ser visto nas figuras 4A e 4C, a primeira superfície maior 140 do primeiro anel de inércia 108 pode ser chanfrada para ao menos a porção assentada contra o primeiro elemento elastomérico 104 ou, conforme pode ser visto na figura 4B, pode ser reta, ou seja, genericamente perpendicular ao eixo de rotação A. Da mesma forma, a segunda superfície maior 142 do segundo anel de

inércia 110 também pode ser chanfrada ou reta para coincidir contra o segundo elemento elastomérico 106. Nas formas de realização das figuras 4A-4C, a porção das faces congruentes 136, 138 de placa 118 que encaixa contra os respectivos elementos elastoméricos 104, 106 também podem ser chanfradas ou retas. A superfície que é chanfrada é radialmente chanfrada para fora, definindo desse modo uma abertura menor para o elemento elastomérico mais próximo do eixo de rotação do que mais distante do eixo de rotação. Deste modo, são possíveis múltiplas variações para definir as aberturas 156 nas quais os primeiro e segundo elastômeros 104, 106 são retidos, respectivamente, mas o resultado é um elemento elastomérico que apresenta uma seção transversal longitudinal genericamente trapezoidal em relação ao eixo de rotação.

[0025] Nas formas de realização descritas nas figuras 5A-5C, uma ou ambas as faces congruentes 136, 138 da placa 118 e a porção da primeira superfície maior 140 do primeiro elemento de inércia 108 (e a segunda superfície maior 142 do segundo elemento de inércia 110 (não mostrada)) podem ser chanfradas, tal como descrito acima, e os elementos elastoméricos 104, 106 podem ser uma pluralidade de anéis de vedação de tipo O-ring, X-ring, V-ring, anéis quadrados, ou outros anéis de material elastomérico. Para estas formas de realização, cada elemento elastomérico 104, 106 pode incluir um primeiro anel de vedação 160 e um segundo anel de vedação 162, onde o primeiro anel de vedação 160 apresenta um diâmetro interno maior do que o diâmetro externo do segundo anel de vedação 162 e o primeiro anel de vedação 160 é disposto concêntrico com o, e radialmente para fora do, segundo anel de vedação 162. O uso dos elementos elastoméricos de tipo O-ring pode fornecer um produto mais efetivo em termos de custos e de montagem dos mesmos.

[0026] Os primeiro e segundo elementos elastoméricos 104, 106 podem ser qualquer elastômero adequado para absorver e/ou amortecer as vibrações torcionais geradas por um eixo de rotação em que o amortecedor de vibração torcional 100 estiver montado. Os elementos elastoméricos podem apresentar um módulo de elasticidade em geral baixo e alto índice de deformação. Os elementos elastoméricos podem ser feitos a partir dos mesmos elastômeros ou diferentes. O elastômero é, de preferência, um adequado para aplicações de motores de automóveis, ou seja, apropriado para suportar temperaturas que

ocorrem no motor e nas temperaturas e condições de estrada. Em uma forma de realização, os elementos elastoméricos podem ser feitos a partir de, ou incluir, um ou mais dentre uma borracha de estireno-butadieno, uma borracha natural, uma borracha de nitrilo butadieno, uma borracha de etileno-propileno-dieno (EPDM), um elastômero de etileno acrílico, uma borracha de nitrilo butadieno hidrogenado, e uma borracha de policloropreno. Um exemplo de um elastômero de etileno acrílico é o elastômero etileno acrílico Vamac® da *E. I. du Pont de Nemours and Company*. O elemento elastomérico pode ser um material compósito que inclui, opcionalmente, uma pluralidade de fibras dispersas nele. As fibras podem ser fibra de aramida fragmentada (picada) ou contínua, como a fibra vendida sob o nome de fibra Technora®.

[0027] Os elementos de fixação 114 podem ser pinos, parafusos, rebites, ou outros semelhantes. Em uma forma de realização, os elementos de fixação são pinos, tais como um pino com ressalto. Conforme pode ser visto nas figuras 2 e 3, o ressalto 170 do pino 114 atinge um batente rígido contra um dos elementos de inércia, o segundo elemento de inércia 110 na figura 2, o qual também pode incluir um orifício roscado 172 para receber uma extremidade roscada 174 do pino. Portanto, cada fixador 114 pode incluir uma porção de cabeça 176, um eixo 178, que inclui o ressalto 170, e uma extremidade roscada 174. Conforme pode ser visto no amortecedor de vibração torcional 100 montado da figura 3, os fixadores 114 estendem-se através de orifícios 180 (não roscados) no primeiro elemento de inércia, através de uma respectiva abertura 148 na placa 118 da porção do corpo da polia 103 e são rosqueados em um orifício roscado 172 do segundo elemento de inércia 110. Os fixadores 114 pode ser tal que a porção de cabeça 176 seja rebaixada para dentro do primeiro elemento de inércia 108.

[0028] Com referência agora à figura 7, outra forma de realização de um amortecedor de vibração torcional, genericamente designada com o número de referência 200, inclui, da esquerda para a direita, em relação à orientação do desenho na página, uma tampa de extremidade frontal 208, um primeiro elemento elastomérico 204, um elemento de inércia 210, um segundo elemento elastomérico 206, e um elemento monolítico corpo da polia/cubo 201. Estes componentes são operacionalmente acoplados em conjunto pelos elementos de fixação do cubo 114 para rotação em conjunto. O amortecedor de vibração

torcional 200 também pode incluir, ainda movendo da esquerda para a direita, uma roda de tom opcional 217, anexada ao elemento monolítico corpo da polia/cubo 201 pelos elementos de fixação da roda de tom 219 para rotação com a mesma. Não existe rotação relativa de qualquer dos componentes e não há translação de qualquer dos componentes em relação a outro componente.

[0029] O elemento monolítico corpo da polia/cubo 201 inclui uma porção do cubo 202 e uma porção do corpo da polia 203. A porção do cubo 202 define o eixo de rotação A para o amortecedor de vibração torcional 200 e apresenta um orifício 216 através do mesmo configurado para receber e ser acoplado a um eixo para o para movimento de rotação em conjunto. Em uma forma de realização, o orifício 216 recebe um virabrequim de um motor. A porção do corpo da polia 203 inclui uma placa 218 que se estende radialmente para fora em torno da porção do cubo 202 e um anel anular 211 que apresenta uma superfície externa de engate da correia 212 formando o lado mais externo da placa 218. A placa 218 pode incluir uma pluralidade de aberturas 248 que passam através da mesma para receber os elementos de fixação do cubo 214 para conectar a tampa de extremidade frontal 208 à mesma para manter entre a mesma os primeiro e segundo elementos elastoméricos 204, 206 e o elemento de inércia 210. A superfície de engate da correia 212 da porção do corpo da polia 202 pode ser plana, com contornos para receber uma correia arredondada, ou apresentar sulcos conformados em V para coincidir com correias apresentando costelas conformadas em V de uma correia conformada em V ou qualquer outro sulco com contornos necessários para coincidir com uma correia contínua.

[0030] Conforme pode ser visto na figura 7, a porção do cubo 202 pode estender-se axialmente em apenas uma direção da placa 218, definindo desse modo a face traseira BF do amortecedor de vibração torcional 200, a qual é montada no virabrequim de frente para o motor. No lado oposto da mesma, a placa 218 define a face frontal FF do amortecedor de vibração torcional 200, a qual irá receber a extremidade motora de vedação 10 (figura 1) para fixar o amortecedor de vibração torcional de 200 a um eixo para a rotação em conjunto.

[0031] O elemento monolítico corpo da polia/cubo 201 e a tampa da extremidade frontal 208 podem tanto ser fundido, torneados, forjados, usinados, ou moldados utilizando

técnicas conhecidas, ou desenvolvidas no futuro. O material adequado para o elemento monolítico corpo da polia/cubo 201 inclui o ferro, o aço, o alumínio, outros metais adequados, plásticos, ou uma combinação dos mesmos, incluindo materiais compósitos.

[0032] Ainda com referência à figura 7, o elemento de inércia 210 é um corpo anular que apresenta as superfícies opostas, frontal e traseira 240, 242, uma superfície interna 244 e uma superfície externa 246 e podem ser feitas a partir de qualquer material que apresenta uma massa suficiente, geralmente um metal ferroso fundido. A superfície frontal 240 pode ser chanfrada para ao menos a porção contra a qual é assentado o primeiro elemento elastomérico 204 ou, conforme pode ser visto na figura 4B, pode ser reta, ou seja, genericamente perpendicular ao eixo de rotação A. Da mesma forma, a superfície traseira 242 do segundo anel de inércia 210 também pode ser chanfrada ou reta para o encaixe contra o segundo elemento elastomérico 206. Em adição, o elemento de inércia 210 pode incluir um primeiro sulco anular 250 na superfície frontal 240, como um receptáculo para ao menos uma porção do primeiro elemento elastomérico 204 e um segundo sulco anular 252 na superfície traseira 242 como um receptáculo para ao menos uma porção do segundo elemento elastomérico 206.

[0033] Qualquer um ou ambos os primeiro e segundo elementos elastoméricos 204, 206, uma vez montados podem apresentar uma geometria trapezoidal na seção transversal, conforme mostrado na figura 7. Aqui, o primeiro elemento elastomérico 204 é comprimido entre a placa do corpo da polia 118 e a tampa de extremidade frontal 208 e o elemento de inércia 210, sendo que um ou ambos podem apresentar uma face angulada encaixada contra o primeiro elemento elastomérico. Do mesmo modo, o segundo elemento elastomérico 206 é comprimido contra uma ou mais faces anguladas, mas essas faces são do elemento de inércia 210 e da tampa do corpo da polia 218. Tais configurações são genericamente ilustradas nas figuras 4A-4C. Em outra forma de realização, os primeiro e segundo elementos elastoméricos 204, 206 podem ser constituídos de dois anéis concêntricos, conforme explicado acima em relação às figuras 5A-5C. Conforme pode ser visto nas figuras 4A-4C e nas figuras 5A-5C, a superfície angulada pode ser chanfrada radialmente para fora, definindo desse modo uma abertura menor para os elementos elastoméricos mais próximo do eixo de rotação do que mais

distante do eixo de rotação. Os primeiro e segundo elementos elastoméricos 204 e 206 podem ser feito dos mesmos materiais descritos acima em relação às figuras 2-3.

[0034] Com referência novamente à figura 7, a tampa da extremidade frontal 208 é, de forma fixa ou de forma removível, passível de ser acoplada ao elemento monolítico corpo da polia/cubo 201 pelos elementos de fixação do cubo 214, ou outros métodos. Os elementos de fixação do cubo 214 podem ser pinos, parafusos, rebites, ou outros semelhantes. Em uma forma de realização, os elementos de fixação são pinos, tais como um pino com ressalto mostrado na figura 7, e tal como descrito acima em relação às figuras 2 e 3. Em outra forma de realização, os elementos de fixação do cubo 214 podem ser omitidos e, em vez de na tampa da extremidade frontal 208 podem ser conectados ao elemento monolítico corpo da polia/cubo 201 por meio da formação de uma órbita ou pista, uma conexão de encaixe por pressão, ou soldados aos mesmos. A tampa da extremidade frontal 208 apresenta um anel primário, geralmente plano, 260, que apresenta o seu lado externo 261 e uma porção da superfície traseira 262, mais próxima do lado externo 261, assentada contra o anel anular 211 que define a superfície de engate da correia 212 e apresentando um pescoço oco 264 que se estende para além do anel plano 260 em direção à face frontal FF do elemento monolítico corpo da polia/cubo 201. O pescoço 264 inclui uma flange anular 266 que se projeta radialmente para dentro em direção ao eixo de rotação A. No interior da flange anular 266, uma pluralidade de orifícios 268 são presentes para receber os elementos de fixação do cubo 214. Conforme visto na figura 7, a tampa da extremidade frontal 208, nesta forma de realização, é fundamental na compressão dos primeiro e segundo elementos elastoméricos 204, 206 e na manutenção do conjunto dos componentes do amortecedor de vibração torcional 200.

[0035] Ainda com referência à figura 7, o amortecedor de vibração torcional 200 inclui opcionalmente a roda de tom 217 conectada de forma fixa ou de forma removível no lado da face traseira do anel anular 211 por meio dos elementos de fixação da roda de tom 219. Os fixadores 219 podem ser conforme descrito acima para os elementos de fixação do cubo 214. Em outra forma de realização, a roda de tom 217 pode ser fixável ao anel anular 211 por qualquer uma dentre as outras formas de conexão alternativas descritas acima. A roda de tom 217 apresenta uma pluralidade de dentes separados 270 que se

estendem axialmente a partir de uma base anular 272 que apresenta uma pluralidade de orifícios para receber os elementos de fixação da roda de tom 219 ou, em outra forma de realização que apresenta um conector, por meio da formação de uma órbita ou pista, no anel anular 211, uma conexão de encaixe por pressão, ou sendo soldado na mesma. Conforme mostrado na figura 7, os dentes 270 formam uma flange anular descontínua conectada na periferia externa da base 272. A periferia interna da base 272 pode incluir um lábio ou flange contínua 274 para conectar de forma mais estável a roda de tom 217 no elemento monolítico corpo da polia/cubo 201.

[0036] A forma de realização da figura 7 oferece as mesmas vantagens como na forma de realização das figuras 2 e 3, mas em adição, por apresentar o elemento de inércia 210 apenas no lado da face frontal FF do elemento monolítico corpo da polia/cubo 201, fornece espaço para montar ou conectar uma roda de tom no anel anular 211 da porção do corpo da polia 203.

[0037] Outra vantagem para os amortecedores de vibração torcional 100, 200 aqui descritos é a capacidade de desmontar através da remoção dos elementos de fixação do cubo 114, 214, enquanto os elementos monolíticos do cubo-corpo da polia 101, 201 ainda se encontram conectados a um virabrequim para remover e substituir os elementos elastoméricos 104, 106, 204, 206 após o desgaste. Portanto, em um aspecto, são descritos métodos que incluem o fornecimento de um amortecedor de vibração torcional 100 ou 200 conectado a um eixo para a rotação em conjunto, sendo que após o desgaste dos primeiro e segundo elementos elastoméricos 104, 106, 204, 206, o método inclui a remoção de um ou mais elementos de fixação do cubo 114, 214, removendo o um ou mais elementos de inércia 106, 110, 210 (e a tampa da extremidade frontal 208 do amortecedor de vibrações torcionais 200), e os primeiro e segundo elementos elastoméricos 104, 106, 204, 206 e, subsequentemente, substituindo os primeiro e segundo elementos elastoméricos por novos elementos elastoméricos e remontar o amortecedor de vibração torcional, incluindo a fixação dos componentes de volta com o um ou mais elemento de fixação do cubo 114, 214.

[0038] Apesar da invenção ser mostrada e descrita em relação a certas formas de realização, é evidente que, após a leitura e compreensão da descrição, poderão ocorrer

modificações para os especialistas na arte, e a presente invenção inclui todas dentre tais modificações.

## Reivindicações

1. Amortecedor de vibração torcional (100, 200) compreendendo:

- um elemento monolítico corpo da polia/cubo (101, 201) possuindo uma porção de cubo (102, 202) e uma porção de corpo da polia (103, 203, a porção de corpo da polia apresentando uma superfície externa de engate da correia (112, 212);
- um primeiro elemento elastomérico anular (104, 206) assentado com a porção de corpo da polia (103, 203) para a rotação por meio de um primeiro anel de inércia (108, 210) conectado ao corpo da polia;

e **caracterizado** por compreender:

- um segundo elemento elastomérico anular (106, 204) assentado contra o corpo da polia (103, 203), em um lado oposto ao primeiro elemento elastomérico anular (104, 206), e mantido contra ele para rotação em conjunto por um segundo anel de inércia (110) ou contra o primeiro anel de inércia (210), em um lado oposto ao primeiro elemento elastomérico anular (206), e mantido contra o mesmo para rotação em conjunto por uma tampa (208) conectada à porção do corpo da polia (203);

sendo que um ou ambos o primeiro anel de inércia (108, 210) e a porção do corpo da polia (103, 203) em contato com o primeiro elemento elastomérico anular (104, 206) possui uma face angular que é chanfrada radialmente para fora, acoplada contra o primeiro membro elastomérico anular (104, 206), definindo assim uma lacuna menor para o primeiro membro elastomérico anular (104, 206) mais próximo do eixo de rotação (A) do que mais distal do eixo de rotação (A), e um ou ambos o segundo anel de inércia (110) e a porção do corpo da polia (103) ou um ou ambos da tampa (208) e o primeiro anel de inércia (210) em contato com o segundo elemento elastomérico anular (204) possui uma face angular que é chanfrada radialmente para fora, acoplada contra o segundo elemento elastomérico anular (204), definindo assim uma lacuna menor para o segundo elemento elastomérico anular (204) mais próximo do eixo de rotação (A) do que mais distal do eixo de rotação (A);

sendo que o primeiro elemento elastomérico (104, 206) está assentado contra o corpo da polia (103, 203) entre a superfície de engate da correia externa (112, 212) e o cubo (102, 202).

2. Amortecedor, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por o segundo elemento elastomérico anular (106) ser assentado contra a porção de corpo da polia (103), entre a superfície externa de engate da correia (112) e o cubo (102).

3. Amortecedor, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** por compreender ainda um ou mais elementos de fixação (114) que conectam o primeiro elemento de inércia (108) ao segundo elemento de inércia (110).

4. Amortecedor, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por o primeiro e segundo elementos elastoméricos anulares (104, 204, 106, 206), em uma seção transversal do conjunto montado, tomada ao longo do eixo de rotação (A), apresentarem uma seção transversal trapezoidal.

5. Amortecedor, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por o primeiro elemento elastomérico anular (104) compreender um primeiro anel de vedação O-ring (160) e um segundo anel de vedação O-ring (162), sendo que o primeiro anel de vedação apresenta um diâmetro interno maior do que o diâmetro externo do segundo anel de vedação, e o primeiro anel de vedação é disposta concêntrico com, e radialmente para fora do, segundo anel de vedação.

6. Amortecedor, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** por o primeiro anel de vedação (160) ser assentado contra o segundo anel de vedação (162).

7. Amortecedor, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por compreender ainda uma roda de tom (217) conectada à porção de corpo da polia (203).

8. Sistema de acionamento de acessório da extremidade frontal (18) **caracterizado** por compreender:

um amortecedor de vibração torcional (100, 200) conforme definido na reivindicação 1 que compreende:

- um elemento monolítico corpo da polia/cubo (101, 201) possuindo uma porção de cubo (102, 202) e uma porção de corpo da polia (103, 203, a porção de corpo da polia apresentando uma superfície externa de engate da correia (112, 212);
- um primeiro elemento elastomérico anular (104, 206) mantido para rotação com o corpo da polia (103, 203) por meio de um primeiro anel de inércia (108, 210) conectado ao corpo da polia que apresenta um cubo (102, 202) apto para receber

um virabrequim, o cubo disposto concêntrico com, e espaçado radialmente para fora do, virabrequim;

e que compreende:

um segundo elemento elastomérico anular (106, 204) assentado contra o corpo da polia (103, 203), em um lado oposto ao primeiro elemento elastomérico anular (104, 206), e mantido contra ele para rotação em conjunto por um segundo anel de inércia (110) ou contra o primeiro anel de inércia (210), em um lado oposto ao primeiro elemento elastomérico anular (206), e mantido contra o mesmo para rotação em conjunto por uma tampa (208) conectada à porção do corpo da polia (203);

sendo que um ou ambos o primeiro anel de inércia (108, 210) e a porção do corpo da polia (103, 203) em contato com o primeiro elemento elastomérico anular (104, 206) possui uma face angular que é chanfrada radialmente para fora, acoplada contra o primeiro membro elastomérico anular (104, 206), definindo assim uma lacuna menor para o primeiro membro elastomérico anular (104, 206) mais próximo do eixo de rotação (A) do que mais distal do eixo de rotação (A), e um ou ambos o segundo anel de inércia (110) e a porção do corpo da polia (103) ou um ou ambos da tampa (208) e o primeiro anel de inércia (210) em contato com o segundo elemento elastomérico anular (204) possui uma face angular que é chanfrada radialmente para fora, acoplada contra o segundo elemento elastomérico anular (204), definindo assim uma lacuna menor para o segundo elemento elastomérico anular (204) mais próximo do eixo de rotação (A) do que mais distal do eixo de rotação (A);

- uma correia contínua de acionamento (6) operacionalmente associada com a superfície externa de engate da correia (112, 212) da porção de corpo da polia (103, 203); e
- um ou mais acessórios (9) para um motor de veículo, cada dentre os um ou mais acessórios apresentando um eixo e uma correspondente polia operacionalmente associada com a correia contínua de acionamento (6);

sendo que o primeiro elemento elastomérico (104, 206) está assentado contra o corpo da

polia (103, 203) entre a superfície externa de engate da correia (112, 212) e o cubo (102, 202).

9. Sistema, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** por o segundo elemento elastomérico anular (106) ser assentado contra a porção de corpo da polia (103) entre a superfície externa de engate da correia (112) e o cubo (102)

10. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** por compreender ainda um ou mais elementos de fixação (114) que conectam o primeiro elemento de inércia (108) ao segundo elemento de inércia (110).

11. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** por o segundo elemento elastomérico anular (106, 204), em uma seção transversal do conjunto montado, tomada ao longo do eixo de rotação (A), apresenta uma seção transversal trapezoidal.

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** por o primeiro elemento elastomérico anular (104) compreender um primeiro anel de vedação O-ring (160) e um segundo anel de vedação O-ring (162), sendo que o primeiro anel de vedação apresenta um diâmetro interno maior do que o diâmetro externo do segundo anel de vedação, e o primeiro anel de vedação é disposto concêntrico com, e radialmente para fora do, segundo anel de vedação.

13. Sistema, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** por compreender ainda uma roda de tom (217) conectada à porção de corpo da polia (203).

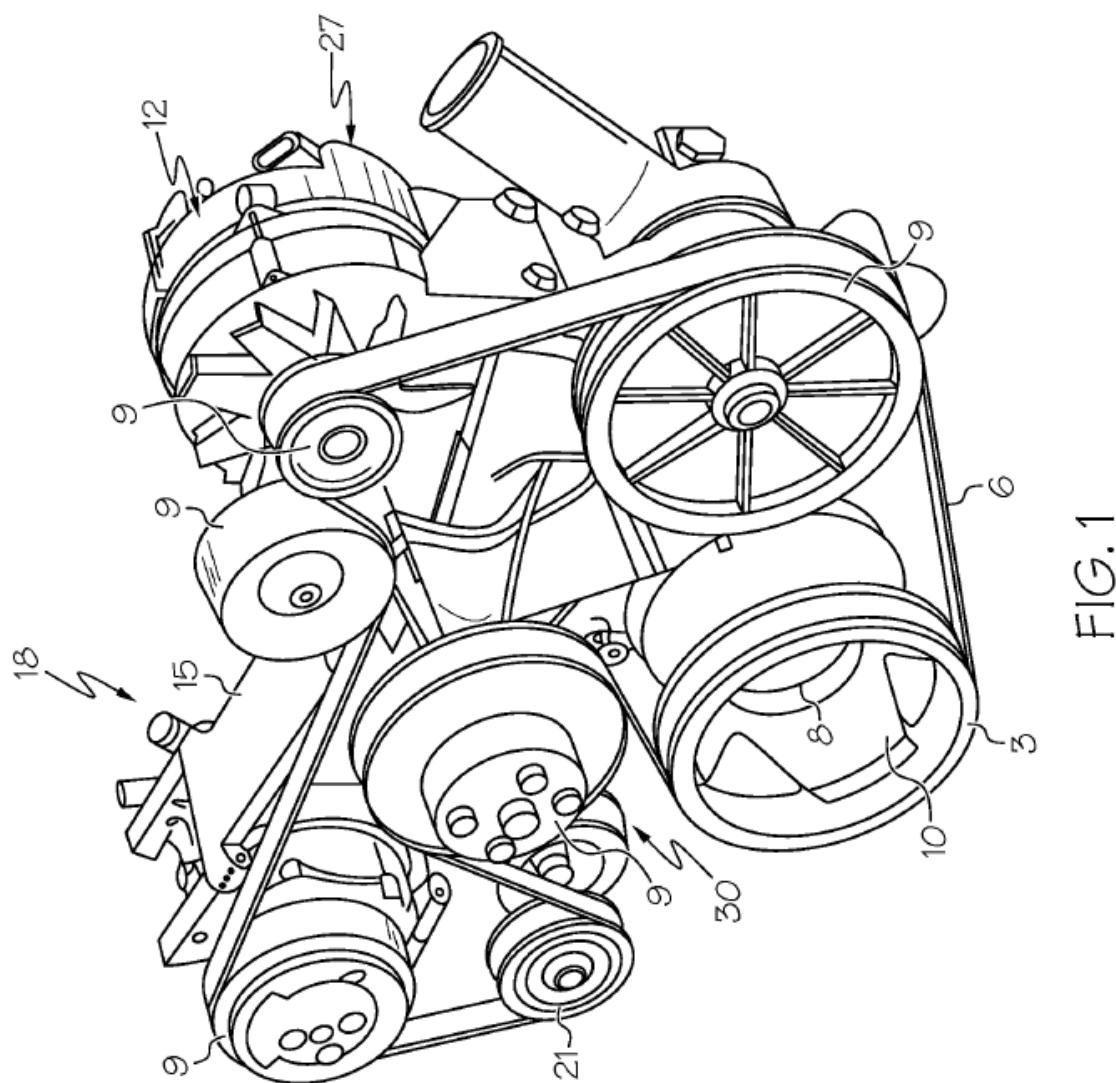


FIG. 1

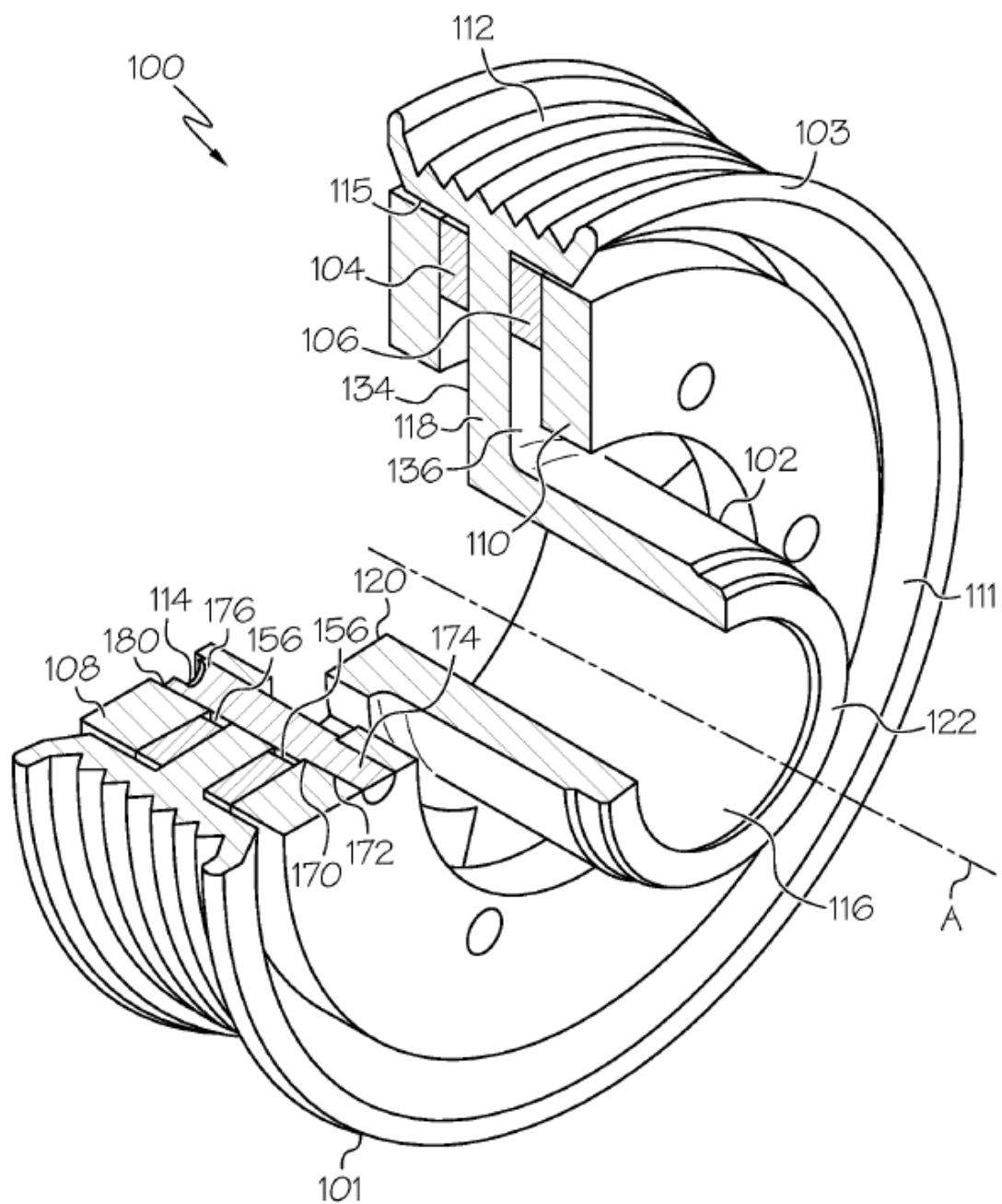


FIG. 2

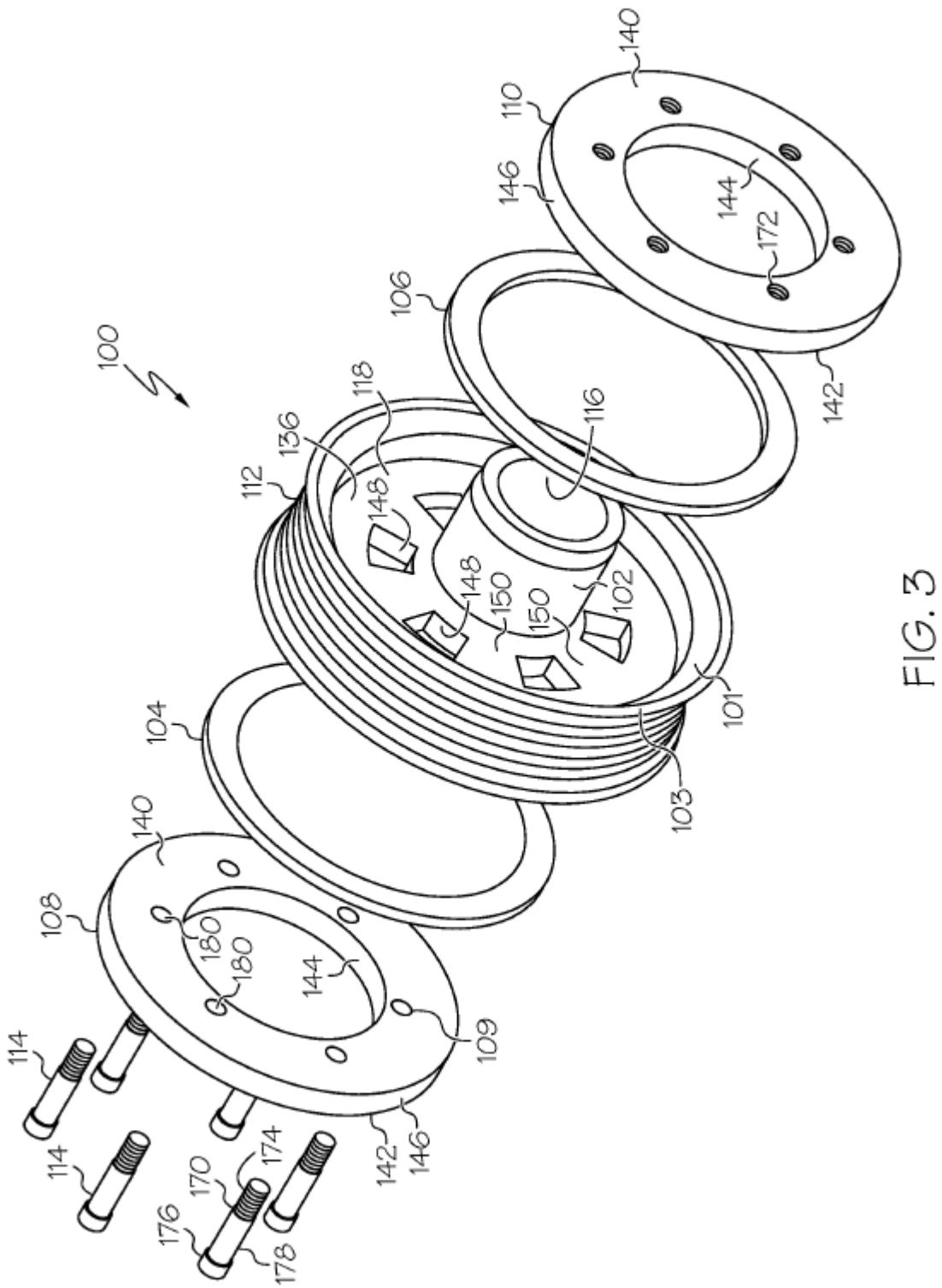
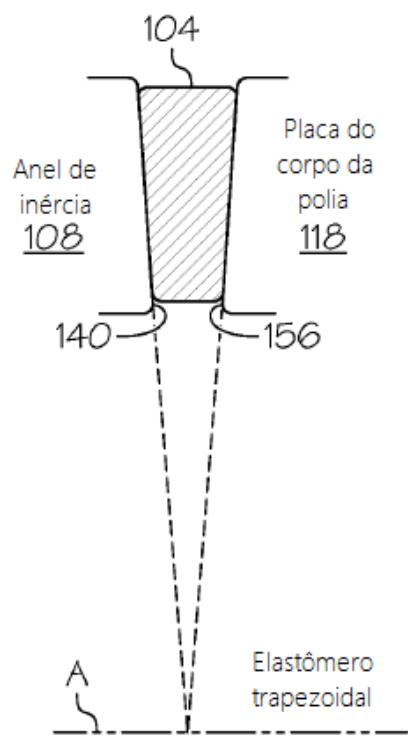
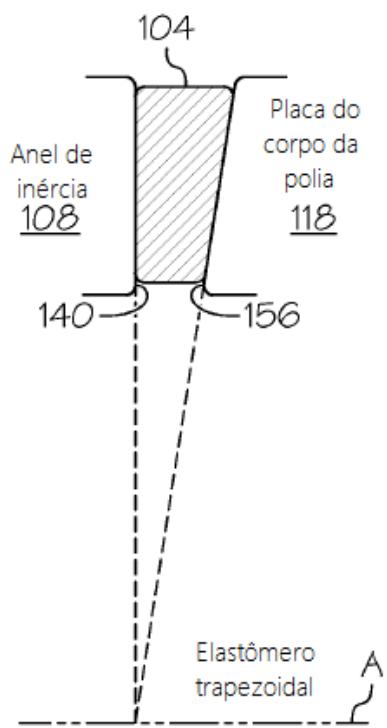
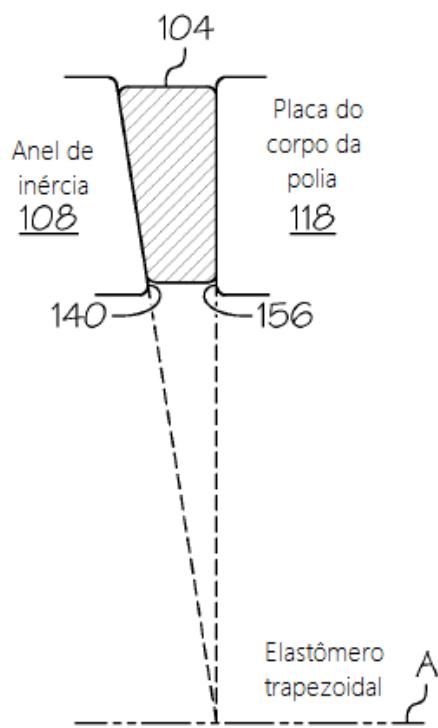


FIG. 3



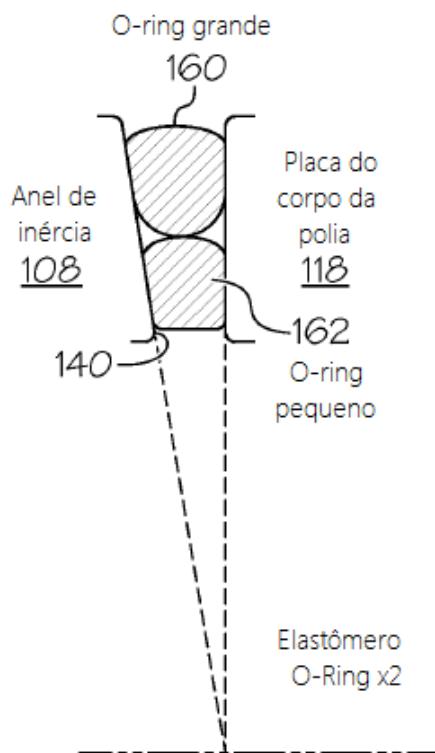


FIG. 5A

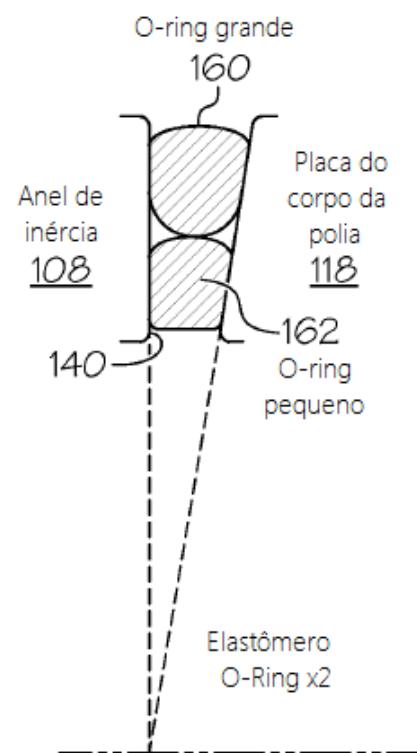


FIG. 5B

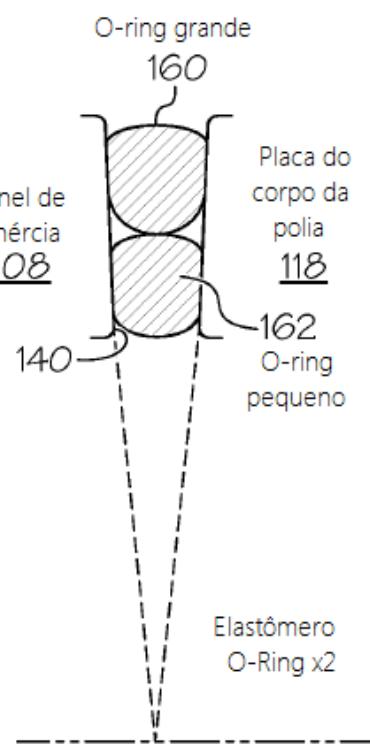


FIG. 5C

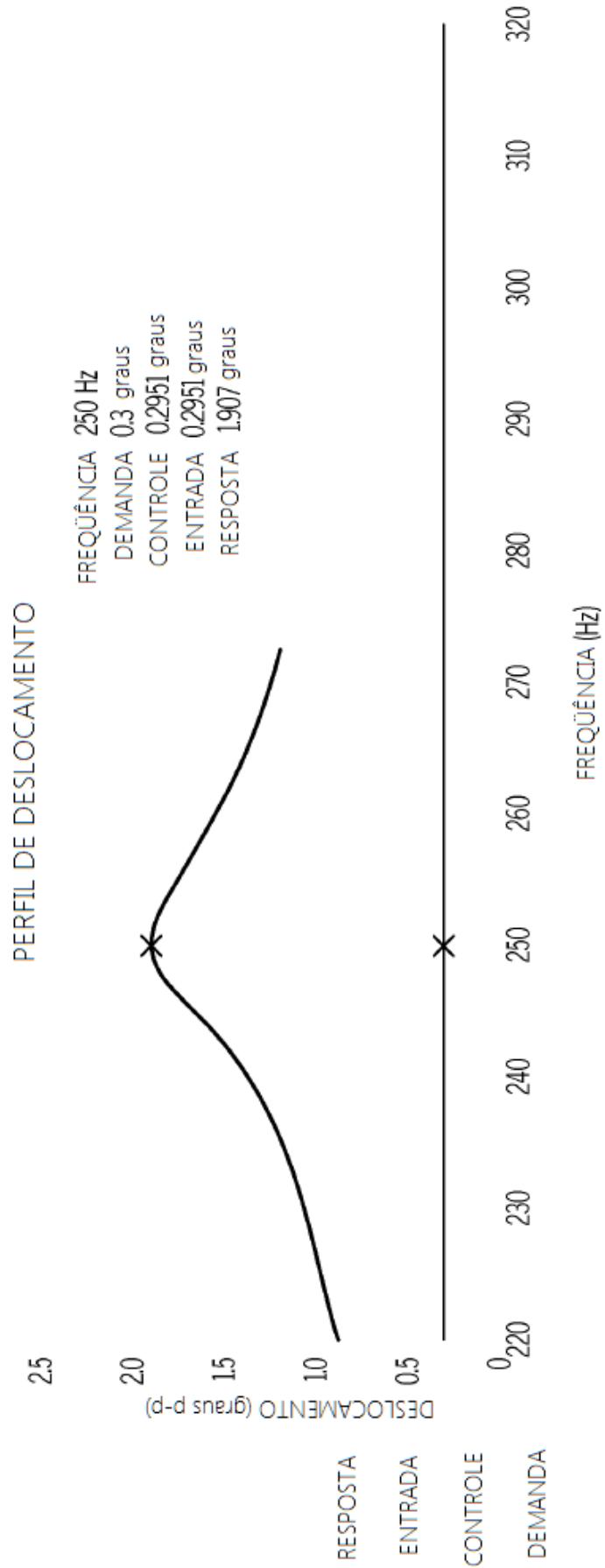


FIG. 6

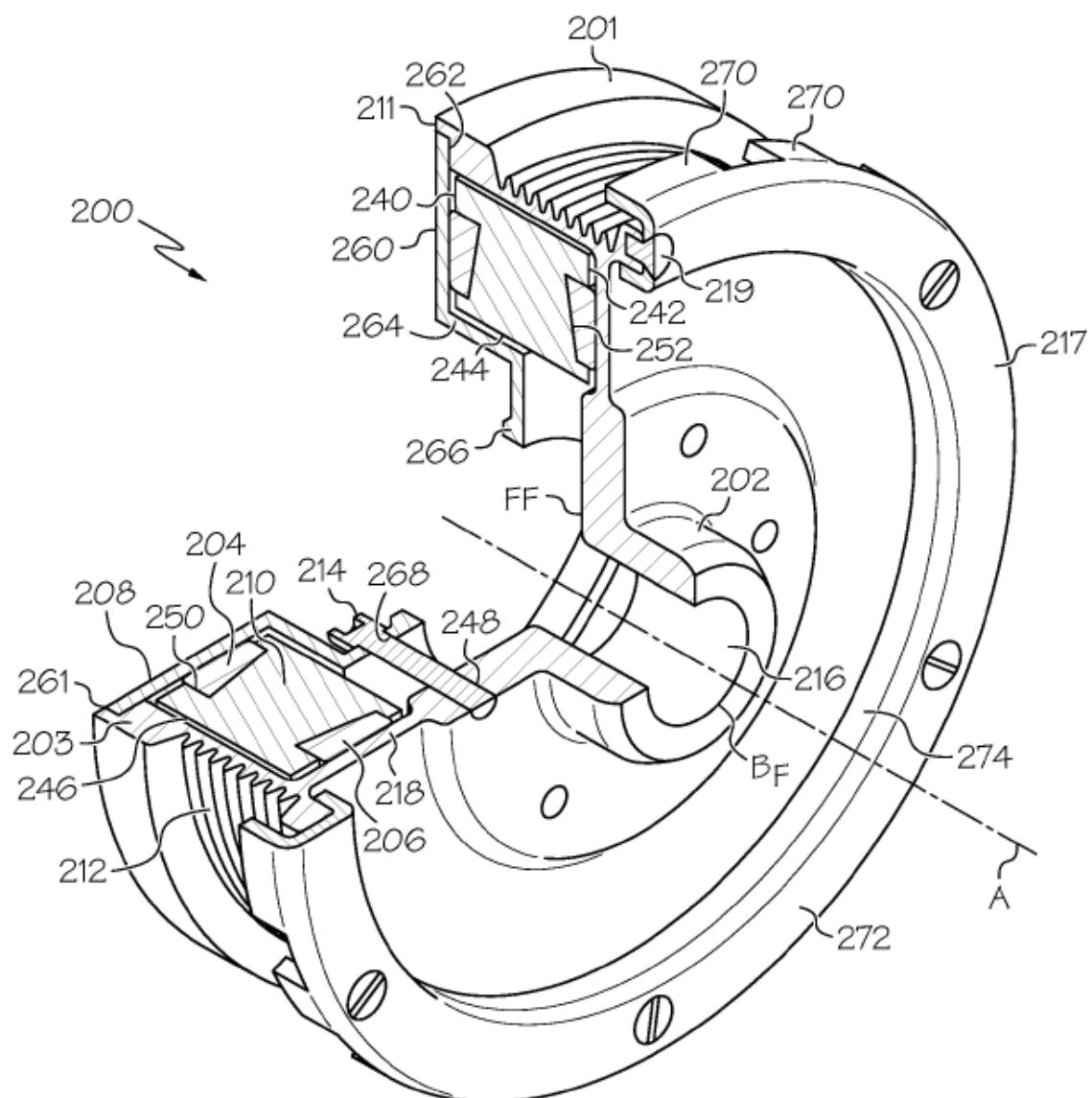


FIG. 7