



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

(21) BR 102021013714-2 A2



(22) Data do Depósito: 12/07/2021

(43) Data da Publicação Nacional: 17/01/2023

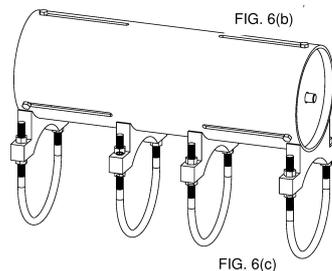
(54) **Título:** NEUTRALIZADOR VISCOELÁSTICO SINTONIZÁVEL COM MASSA OSCILANTE SOBRE EIXO PARA CONTROLE DE VIBRAÇÕES EM DUTOS EM GERAL

(51) **Int. Cl.:** F16L 55/02.

(71) **Depositante(es):** PETRÓLEO BRASILEIRO S/A - PETROBRAS; UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA.

(72) **Inventor(es):** MILENA WATANABE BAVARESCO; THIAGO DA SILVA; GABRIEL DE ALMEIDA PEREIRA; ALEX GERALDO RODRIGUES DO PILAR; JOSÉ EDUARDO GUBAUA; JUCÉLIO TOMÁS PEREIRA; EDUARDO MÁRCIO DE OLIVEIRA LOPES; CARLOS ALBERTO BAVASTRI; RODRIGO ANDRÉ HOPPE; JORIVALDO MEDEIROS; JOILSON DE SOUZA RANGEL JUNIOR; CLAUDIO DE OLIVEIRA MENDONCA; CARLOS AKIO SOKI; ANDRE ALBUQUERQUE THOMAS E BRANDAO.

(57) **Resumo:** NEUTRALIZADOR VISCOELÁSTICO SINTONIZÁVEL COM MASSA OSCILANTE SOBRE EIXO PARA CONTROLE DE VIBRAÇÕES EM DUTOS EM GERAL é um neutralizador dinâmico de vibrações viscoelástico para dutos industriais, constituído por uma carcaça metálica (CAR), onde são fixados os suportes do eixo (SE1 e SE2), por meio da utilização dos parafusos (PF1, PF2, PF3, PF4, PF5 e PF6), os suportes das peças viscoelásticas (SM1 e SM2) e os suportes da própria carcaça (SC1, SC2, SC3 e SC4), que possibilitam a junção do dispositivo com o sistema a controlar; uma massa oscilante (MAS), fixada no centro de um eixo metálico (EIX), sendo este suportado pelos suportes do eixo (SE1 e SE2); e dois conjuntos de peças viscoelásticas (MV-1 e MV-2), que são fixados por um de seus extremos aos suportes das peças viscoelásticas (SM1 e SM2) e pelo outro à massa oscilante (MAS).



NEUTRALIZADOR VISCOELÁSTICO SINTONIZÁVEL COM MASSA OSCILANTE SOBRE EIXO PARA CONTROLE DE VIBRAÇÕES EM DUTOS EM GERAL

Campo da Invenção

[001]. A presente patente de invenção trata de um neutralizador dinâmico de vibrações viscoelástico sintonizável para reduzir vibrações mecânicas existentes em tubulações diversas, considerando seus requisitos industriais e normas internacionais de níveis de vibração admissíveis. Tubulações como as anteriormente mencionadas são encontradas, dentre outros locais, em refinarias de petróleo, em plantas alimentícias e farmacêuticas e em indústrias químicas em geral. Elas são usadas, via de regra, na distribuição de gases, água, óleos e líquidos industriais.

[002]. O neutralizador pode e deve ser sintonizado pelo ajuste de seus componentes para garantir uma redução considerável nos níveis de vibração da tubulação a ser controlada, respeitando os níveis máximos aceitáveis para este tipo de estrutura industrial. A tecnologia da presente invenção incorpora um sistema de amortecimento, composto por um material dissipador de energia de movimento, qual seja, um conjunto de elastômeros; um sistema elástico flexível, composto por um eixo metálico biapoiado; e um sistema inercial metálico, definido por uma massa oscilante alocada no mesmo centro geométrico do eixo.

[003]. O elastômero da presente patente, além de dissipar energia de movimento, oferece flexibilidade para o sistema elástico-inercial metálico, constituído pela associação do eixo biapoiado e da massa oscilante a ele fixado. Tem-se, assim, um sistema dinâmico que responde ao movimento da tubulação, promovendo redução de vibração a níveis aceitáveis, pela dissipação e redistribuição da energia associada. Os elementos de elastômero do neutralizador no presente pedido de patente são feitos de um único tipo de material elastomérico.

Fundamentos da Invenção e Descrição do Estado da Técnica

[004]. Tubos, ou dutos, são parte importante da cadeia logística em uma variedade de sistemas envolvidos, por exemplo, na exploração, produção e distribuição do petróleo, gás natural e seus subprodutos. A vibração desses componentes pode levar a danos por

fadiga no perfil da tubulação e danos aos seus suportes. A geração de vibração nos tubos, em geral, ocorre devido à excitação por fatores externos - como bombas e compressores - e também por fatores internos - movimento do fluido circulante. Independentemente do tipo de excitação, problemas de vibração críticos podem ocorrer ao se excitar um sistema mecânico com uma força cujo espectro atinja uma ou várias de suas frequências naturais. Em alguns casos, a interação entre o fluido e os dutos também pode provocar instabilidades dinâmicas indesejadas.

[005]. Classicamente, existem diversas técnicas para a redução de vibrações mecânicas em dutos. Uma delas é a inclusão pura e simples de amortecimento por meio da utilização de dispositivos viscosos e/ou viscoelásticos em suportes metálicos, que são utilizados em substituição a suportes metálicos ou em suportes adicionais à tubulação. Seguindo essa estratégia, podem ser citadas as seguintes patentes:

Autor	Patente	Origem	Técnica
Huang Xinghuai Miao Annan Wang Cheng Wang Junjian Xu Zhaodong	CN106704761A	China	Suporte viscoelástico
Guo Xin Ji Fang Wang Feng Wu Ming	CN211502020U	China	Suporte viscoelástico
Xu Zhaodong Miao Annan	CN208041315	China	Suporte viscoelástico
Fan Liming Gao Guanxing Huang Weiwei Jin Canjie Zhou Guosheng	CN111350899A	China	Suporte viscoso

[006]. Outra estratégia utilizada é a adição de amortecimento nos dutos propriamente ditos, pelo acoplamento de dispositivos compostos basicamente de material viscoelástico, nos

pontos de maior deformação. As seguintes patentes tratam dessa classe de dispositivos:

Autor	Patente	Origem
Yu Ningning	CN212131705U	China
Yu Ningning	CN212226389U	China
Yu Ningning	CN212226398U	China

[007]. Um outro método, que não precisa ligar o sistema à terra por meio de um material capaz de dissipar energia vibratória ou amortecedor, é o uso de neutralizadores dinâmicos de vibração, também conhecidos como absorvedores dinâmicos de vibrações, que são fixados à tubulação vibrante. Esses dispositivos atuam aplicando forças de reação e/ou promovendo a dissipação da energia vibratória. Dentre os neutralizadores dinâmicos utilizados em dutos, os mais comuns são os neutralizadores de massa-mola e os neutralizadores massa-material viscoelástico.

[008]. Nos neutralizadores massa-mola, a ação de reduzir a vibração ocorre devido à interação entre um componente elástico (mola) e um inercial (massa), produzindo um elevado controle de vibração, com ação ocorrendo, porém, em uma banda estreita de frequências. Algumas patentes desse tipo de dispositivo são relacionadas abaixo.

Autor	Patente	Origem
James T. Gwinn	CA2286986A1	US
Lei Ting Liang Wei Lin Yang Qiu Jingwei Yuan Qi Zhang Laibin Zhang Meng	CN105570545A	China
Chen Zhaoji Liu Hong Wang Yuping Zhang Zhenli Zhou Fuchang	CN106122605A	China

[009]. Os neutralizadores dinâmicos viscoelásticos funcionam de maneira semelhante aos anteriormente citados. Entretanto, nesse caso, é utilizado um componente viscoelástico, que além de introduzir uma parcela importante de amortecimento ao dispositivo, adiciona uma certa quantidade de elasticidade ao mesmo. Ou seja, ele possui a capacidade de armazenar energia elástica e atua como uma mola e um amortecedor, simultaneamente. Uma das principais vantagens dos neutralizadores viscoelásticos é a possibilidade de reduzir vibrações em uma ampla faixa de frequência, devido ao componente viscoelástico. Nessa categoria de neutralizadores, podem ser enquadrados diferentes tipos de dispositivos, como os descritos nas seguintes patentes:

Autor	Patente	Origem
Ming-Lai Lai	US5915508	US
Li Luyu Mo Yi-Lung Singla Mithun Song Gangbing	CN103443498A	China
Du Jingtao Liu Xueguang Ma Teng Wu Dengfeng Yang Tiejun	CN105972370A	China

[010]. O uso de neutralizadores de vibração destaca-se entre os outros métodos, pois ele não depende do conhecimento das fontes de vibração, mas sim de seu espectro ou faixa de frequência. Conhecendo as características dinâmicas do sistema primário – nesse caso, os dutos – é possível reduzir as amplitudes das vibrações a limites aceitáveis, diminuindo o risco de danos críticos e prolongando a vida útil dos sistemas sob controle.

Pontos Deficientes do Estado da Técnica

[011]. Grande parte dos dispositivos para redução de vibração em tubulações são dispositivos para controlar a vibração em banda estreita (dispositivos massa-mola) ou que apenas adicionam amortecimento ao sistema.

[012]. Além disso, no caso dos dispositivos com materiais elastoméricos utilizados para este fim, a maioria deles não apresenta ação efetiva em banda larga de frequência, por não explorar, de forma precisa e otimizada, os fatores que influenciam as características dinâmicas particulares dos elastômeros empregados, tais como a frequência de excitação e a temperatura do ambiente.

[013]. Outro ponto a destacar é a reduzida possibilidade, ou mesmo inexistência, de sintonização dos neutralizadores (absorvedores) existentes. A sintonização adequada é crucial para o desempenho satisfatório dos dispositivos e isso, não raro, deve ser feito no momento da aplicação dos dispositivos, demandando ampla margem de manobra.

Pontos de Destaques do Dispositivo da Invenção

[014]. O neutralizador viscoelástico objeto da presente patente destaca-se em sua categoria por ter um sistema onde a sua elasticidade está concentrada em seu eixo e em seus componentes viscoelásticos, posicionados entre a massa oscilante do neutralizador e a base ligada ao sistema em que se pretende mitigar a energia vibracional. Essa junção de propriedades elásticas com viscoelásticas possibilita uma maior adaptabilidade do dispositivo às diversas situações que podem ser encontradas em campo.

[015]. Além disso, outro destaque do presente neutralizador é a possibilidade de variação da distância dos suportes do eixo, que confere ampla flexibilidade para mudanças nas características dinâmicas do neutralizador, de modo a promover uma sintonização adequada aos sistemas a serem controlados. Há também a possibilidade de variação da quantidade dos componentes viscoelásticos utilizados em uma determinada situação, estendendo ainda mais a gama de utilização do dispositivo. A conjugação dessas características permite que o dispositivo atue em diferentes faixas de frequência de vibração de interesse.

[016]. Na prática, o presente neutralizador viscoelástico é concebido para trabalhar eficazmente em toda a faixa de frequência de vibrações mecânicas que são potencialmente prejudiciais aos dutos, com ampla e efetiva possibilidade de ajuste do dispositivo em campo. Dessa forma, pode-se afirmar que a devida instalação dos neutralizadores viscoelásticos, objeto da presente invenção, reduz substancialmente propensão a falhas por fadiga em dutos, face à redução eficaz das vibrações mecânicas destes.

Descrição da abordagem do problema técnico

[017]. Buscando uma melhor solução para o controle de vibrações em dutos de maneira simples, eficiente e robusta, os inventores acrescentaram novos e relevantes conhecimentos, o que resultou no projeto e desenvolvimento do "NEUTRALIZADOR VISCOELÁSTICO SINTONIZÁVEL COM MASSA OSCILANTE SOBRE EIXO PARA CONTROLE DE VIBRAÇÕES EM DUTOS EM GERAL", que realiza o controle de vibrações mecânicas em dutos industriais em banda larga de frequências, de forma direta, por intermédio de componentes elásticos, devido à influência de seu eixo metálico, e viscoelásticos, compostos por um só tipo de elastômero.

[018]. O neutralizador possui uma frequência natural fundamental de projeto, que pode ser alterada com a variação da posição dos suportes do eixo. Ele é concebido de tal forma que, em sua atuação, os componentes viscoelásticos se deformam predominantemente ao cisalhamento, realizando uma dissipação mais eficaz de energia. Há de se ressaltar que, nesse dispositivo, os componentes viscoelásticos podem ser utilizados em quantidades diferentes, desde que simétricas na montagem, de forma independente dos demais componentes principais do dispositivo.

[019]. O dispositivo neutralizador apresentado, denominado doravante simplesmente de neutralizador viscoelástico sintonizável para dutos em geral, possui elevado amortecimento próprio, apesar de sua simplicidade construtiva. Salienta-se, porém, que sua ação não se dá apenas por dissipação, mas também por redistribuição de energia de movimento.

[020]. A utilização desses neutralizadores em dutos industriais permite uma solução ampla e abrangente para problema de vibrações, reduzindo assim significativamente problemas relacionados a vibrações mecânicas excessiva em dutos, como, por exemplo, falhas por fadiga. Dentre as principais vantagens desse dispositivo, pode-se destacar ainda a pouca quantidade de material viscoelástico empregado, que já é suficiente para alcançar os níveis desejados de desempenho; a independência da orientação radial na instalação do neutralizador, face à sua simetria correspondente; e o uso da mesma configuração de dispositivo para diversos tamanhos de dutos.

[021]. Em termos de funcionamento, expõe-se que, ao ser iniciado o movimento vibracional do duto, em quaisquer de suas direções radiais e em uma determinada faixa de frequências de interesse, ocorre a transmissão desse movimento ao neutralizador, previamente sintonizado para a faixa em questão. Essa transmissão se

dá por meio dos suportes da carcaça, carcaça, suportes do eixo e eixo, chegando até à massa oscilante do dispositivo. A massa, então, entra em vibração na direção radial correspondente ao movimento e gera deformações de cisalhamento predominantes nos elementos de material viscoelástico presentes nas peças viscoelásticas. Assim, o neutralizador recebe a energia vibracional pertinente e atua dissipando e redistribuindo essa energia, contrapondo-se aos esforços de excitação que agem nos dutos.

[022]. A caracterização do presente pedido de patente de invenção é feita por meio de desenhos representativos da concepção pretendida para neutralizador viscoelástico sintonizável para dutos em geral. Entende-se que, por eles, o produto possa ser integralmente reproduzido por técnica adequada, permitindo plena caracterização da funcionalidade do objeto pleiteado.

[023]. A partir das figuras elaboradas, que expressam a melhor forma ou forma preferencial de se realizar o produto ora idealizado, se fundamenta a parte descritiva do relatório, através de uma numeração detalhada e consecutiva. Na descrição, são esclarecidos aspectos que possam ter ficado subentendidos pela representação adotada, de modo a determinar claramente a proteção pleiteada. Essas figuras são meramente ilustrativas, podendo apresentar variações, desde que não haja afastamento do inicialmente requerido para o desempenho do dispositivo.

Descrição detalhada da Invenção

[024]. Em conformidade com o ilustrado nas figuras abaixo relacionadas, o "NEUTRALIZADOR VISCOELÁSTICO SINTONIZÁVEL COM MASSA OSCILANTE SOBRE EIXO PARA CONTROLE DE VIBRAÇÕES EM DUTOS EM GERAL" concebe um dispositivo para aplicação em tubulações industriais, sujeitos a níveis insatisfatórios de vibrações mecânicas, denominado simplesmente de neutralizador viscoelástico sintonizável em dutos em geral, que é constituído por uma carcaça metálica (CAR) metálica protetiva cilíndrica com três rasgos, para visualização e fixação dos suportes do eixo (SE1 e SE2), metálicos, com formato de disco com um orifício circular em seu centro radial para a passagem do eixo (EIX) e com três roscas cada na direção radial, localizadas de maneira simétrica em sua superfície circular externa, sendo fixados por meio da utilização dos parafusos (PF1, PF2, PF3, PF4, PF5 e PF6), três para cada um dos suportes do eixo (EIX); os suportes das peças viscoelásticas (SM1 e SM2), metálicos, com formato de disco, com um orifício circular em seu eixo radial para permitir a deformação do eixo (EIX) causada pela oscilação da massa (MAS), e com ranhuras

cilíndricas em uma face axial, que são fixados por interferência mecânica ou adesão química e os suportes metálicos da própria carcaça (SC1, SC2, SC3 e SC4), com formato que permita o ajuste do posicionamento entre o NEUTRALIZADOR e o DUTO, possibilitando a junção do dispositivo com o sistema a controlar; uma massa oscilante (MAS), metálica, cilíndrica, com um orifício circular em seu eixo radial para a passagem do eixo (EIX), posicionada no centro axial do eixo (EIX), e com ranhuras cilíndricas em ambas as faces axiais, que representa a massa de controle do neutralizador, e é fixada por interferência mecânica ou adesão em um eixo metálico (EIX), cilíndrico, posicionado no centro radial e axial da carcaça (CAR), que detém parte considerável da elasticidade de controle do neutralizador, sendo suportado pelos suportes do eixo (SE1 e SE2); os dois conjuntos de peças viscoelásticas (MV-1 e MV-2), cilíndricas, axialmente curtas, que são montados no dispositivo de maneira simétrica, entre os suportes das peças viscoelásticas (SM1 e SM2) e a massa oscilante (MAS), unido ambos, fixados por adesão química ou outro meio preferido.

[025]. As peças viscoelásticas (MV-1 e MV-2) são constituídas de dois discos cilíndricos metálicos, com uma camada cilíndrica de material viscoelástico entre ambos os discos, aderida a estes por meio de um processo de vulcanização e injeção diretas. Cada disco metálico das peças viscoelásticas (MV-1 e MV-2) é fixado em um respectivo suporte (SM1 e SM2) e na massa oscilante (MAS). A quantidade de peças viscoelásticas (MV-1 e MV-2) pode variar, desde que obedecendo a uma simetria radial quanto ao posicionamento dessas peças viscoelásticas (MV-1 e MV-2) em relação a massa (MAS) oscilante. Essa montagem permite que o material viscoelástico trabalhe em deformações de cisalhamento, o que garante maior eficácia no uso de suas propriedades dinâmicas para o desempenho do dispositivo.

[026]. A quantidade de peças viscoelásticas (MV-1 e MV-2) e sua geometria construtiva influenciam diretamente no amortecimento, além de contribuir significativamente para os valores de rigidez associados ao neutralizador. Os suportes do eixo (SE1 e SE2) são móveis, podendo deslizar livremente sobre o eixo (EIX), respeitando o limite de posicionamento possível dos parafusos (PF1, PF2, PF3, PF4, PF5 e PF6) para fixação da posição dos suportes (SE1 e SE2). As demais peças do neutralizador são montadas de maneira fixa, não permitindo seu movimento após a montagem. Essa posição de fixação possui influência significativa na rigidez do eixo (EIX), que contribui de maneira importante para as características dinâmicas do neutralizador. Além disso, os valores da massa oscilante (MAS) também são efetivamente importantes para o comportamento do neutralizador. Os fatores citados acima definem, em maior e menor grau, as frequências características, ou próprias dos neutralizadores, que podem ser variadas conforme os

interesses do controle de vibrações em tela, desde que o princípio construtivo de cisalhamento predominante nos componentes viscoelásticos seja respeitado.

[027]. Pode-se assim constatar, através do exposto, que o "NEUTRALIZADOR VISCOELÁSTICO SINTONIZÁVEL COM MASSA OSCILANTE SOBRE EIXO PARA CONTROLE DE VIBRAÇÕES EM DUTOS EM GERAL" caracteriza-se como um dispositivo para tubulações industriais, conforme se pode evidenciar pelas análises realizadas e pelas figuras mostradas, possuindo significativas diferenças sobre os tradicionais dispositivos de controle de vibração existentes no mercado setorial, além de características técnicas construtivas e funcionais bastante distintas das correspondentes ao estado da técnica.

[028]. Pelas vantagens que oferece, e ainda por revestir-se de características verdadeiramente inovadoras que preenchem todos os requisitos de novidade e originalidade no gênero, o "NEUTRALIZADOR VISCOELÁSTICO SINTONIZÁVEL COM MASSA OSCILANTE SOBRE EIXO PARA CONTROLE DE VIBRAÇÕES EM DUTOS EM GERAL" ora apresentado reúne condições necessárias e suficientes para merecer o privilégio de Patente de Invenção.

Descrição das Figuras

[029]. Figura 1 – Mostra uma vista súpero-frontal do neutralizador viscoelástico sintonizável com massa oscilante sobre eixo para controle de vibrações em dutos em geral, onde se vê o mesmo em vista explodida, composto por: uma carcaça (CAR), uma massa oscilante (MAS), um eixo (EIX), seis peças viscoelásticas (MV-1), seis peças viscoelásticas (MV-2), dois suportes das peças viscoelásticas (SM1 e SM2), dois suportes do eixo (SE1 e SE2), seis parafusos de fixação dos suportes do eixo (PF1, PF2, PF3, PF4, PF5 e PF6) e quatro suportes da carcaça (SC1, SC2, SC3 e SC4), que fazem a junção do dispositivo com os dutos (sistema em vibração).

[030]. Figura 2 – Mostra uma vista súpero-frontal explodida do neutralizador viscoelástico sintonizável para dutos em geral, contido na Fig. 1, com destaque dos seguintes componentes: a massa oscilante (MAS), as seis peças viscoelásticas (MV-1), as seis peças viscoelásticas (MV-2), e os dois suportes das peças viscoelásticas (SM1 e SM2).

[031]. Figura 3 – Mostra uma vista súpero-frontal com destaque para os seguintes componentes do neutralizador viscoelástico sintonizável para dutos em geral: um suporte do eixo (SE1/SE2), e seus

respectivos parafusos de fixação na carcaça (PF1/PF4, PF2/PF5 e PF3/PF6).

[032]. Figura 4 – Apresenta uma vista súpero-frontal explodida destacada das peças viscoelásticas (MV-1/MV-2) do neutralizador viscoelástico sintonizável para dutos em geral, com seus subcomponentes: dois discos cilíndricos (DCM) e um elemento cilíndrico de material viscoelástico (MVE).

[033]. Figura 5 – Exibe suportes de carcaça alternativos em uma vista súpero-frontal, referidos como SC11, SC21, SC31 e SC41, conforme a Fig. 5(a), que podem ser utilizados em substituição ou combinados com os suportes de carcaça SC1, SC2, SC3 e SC4, já com braçadeiras metálicas tipo “U”, para fixação direta e reforçada do neutralizador no duto. A Fig. 5(b) mostra, em uma vista súpero-frontal explodida, que os suportes de carcaça alternativos são compostos por bases, SC11-S, SC21-S, SC31-S e SC41-S, braçadeiras, SC11-U, SC21-U, SC31-U e SC41-U e roscas de fixação, SC11-R1, SC11-R2, SC11-R3, SC11-R4, SC21-R1, SC21-R2, SC21-R3, SC21-R4, SC31-R1, SC31-R2, SC31-R3, SC31-R4, SC41-R1, SC41-R2, SC41-R3 e SC21-R4.

[034]. Figura 6 – Mostra uma vista súpero-frontal do neutralizador viscoelástico sintonizável para dutos em geral, conforme a Fig. 1; porém aqui a Fig. 6(a) mostra uma visão externa do neutralizador todo montado e a Fig. 6(b) apresenta o neutralizador montado, contando com suas arestas ocultas. A Fig. 6(c) exhibe o neutralizador montado, utilizando os suportes de carcaça alternativo.

REIVINDICAÇÕES

1. “NEUTRALIZADOR VISCOELÁSTICO SINTONIZÁVEL COM MASSA OSCILANTE SOBRE EIXO PARA CONTROLE DE VIBRAÇÕES EM DUTOS EM GERAL”, caracterizado por carcaça (CAR) metálica protetiva cilíndrica com três rasgos, para visualização e fixação da posição dos suportes de eixo (SE1 e SE2); suportes de carcaça (SC1, SC2, SC3 e SC4), metálicos, com formato que permita o ajuste do posicionamento entre o NEUTRALIZADOR e o DUTO; suportes de eixo (SE1 e SE2), metálicos, com formato de disco com um orifício circular em seu centro radial para a passagem do eixo (EIX) e com três roscas na direção radial, localizadas de maneira simétrica em sua superfície circular externa, para fins de fixação do suporte na carcaça (CAR) pela utilização de seis parafusos (PF1, PF2, PF3, PF4, PF5 e PF6), três para cada um dos dois suportes; um eixo (EIX) metálico, cilíndrico, posicionado no centro radial e axial da carcaça (CAR), que suporta a massa (MAS) oscilante; uma massa (MAS) oscilante, metálica, cilíndrica, com um orifício circular em seu eixo radial para a passagem do eixo (EIX), posicionada no centro axial do eixo (EIX), e com ranhuras cilíndricas em ambas as faces axiais, para permitir a fixação das peças viscoelásticas (MV-1 e MV-2); suportes das peças viscoelásticas (SM1 e SM2), metálicos, com formato de disco, com um orifício circular em seu eixo radial para permitir a deformação do eixo (EIX) causada pela oscilação da massa (MAS), e com ranhuras cilíndricas em uma face axial, para permitir a fixação das peças viscoelásticas (MV-1 ou MV-2); e peças viscoelásticas (MV-1 e MV-2), sendo cada peça composta por dois cilindros axialmente curtos, metálicos, de forma a permitir o encaixe nas ranhuras cilíndricas presentes na massa (MAS) e nos suportes das peças viscoelásticas (SM1 e SM2), e por um elemento de material viscoelástico, cilíndrico, unindo estes dois cilindros metálicos.

2. “NEUTRALIZADOR VISCOELÁSTICO SINTONIZÁVEL COM MASSA OSCILANTE SOBRE EIXO PARA CONTROLE DE VIBRAÇÕES EM DUTOS EM GERAL”, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por ser montado de maneira em que todas as peças estejam fixas em suas posições, com exceção dos suportes do eixo (SE1 e SE2), que devem poder deslizar entre a carcaça (CAR) e o eixo (EIX), sendo sua fixação realizada pelos parafusos (PF1, PF2, PF3, PF4, PF5 e PF6), dispostos simetricamente.

3. “NEUTRALIZADOR VISCOELÁSTICO SINTONIZÁVEL COM MASSA OSCILANTE SOBRE EIXO PARA CONTROLE DE VIBRAÇÕES EM DUTOS EM GERAL”, de acordo com as reivindicações 1 e 2, caracterizado, opcionalmente, pela quantidade variável de peças viscoelásticas (MV-1 e MV-2), desde que obedecendo a uma simetria radial quanto ao posicionamento dessas peças viscoelásticas (MV-1 e MV-2) em relação a massa (MAS) oscilante.

4. “NEUTRALIZADOR VISCOELÁSTICO SINTONIZÁVEL COM MASSA OSCILANTE SOBRE EIXO PARA CONTROLE DE VIBRAÇÕES EM DUTOS EM GERAL”, de acordo com as reivindicações 1, 2 e 3, caracterizado por, opcionalmente, utilizar como junção do NEUTRALIZADOR com o DUTO os suportes de carcaça alternativos (SC11, SC21, SC31 e SC41) que podem substituir os suportes de carcaça (SC1, SC2, SC3 e SC4).

DESENHOS

FIG. 1

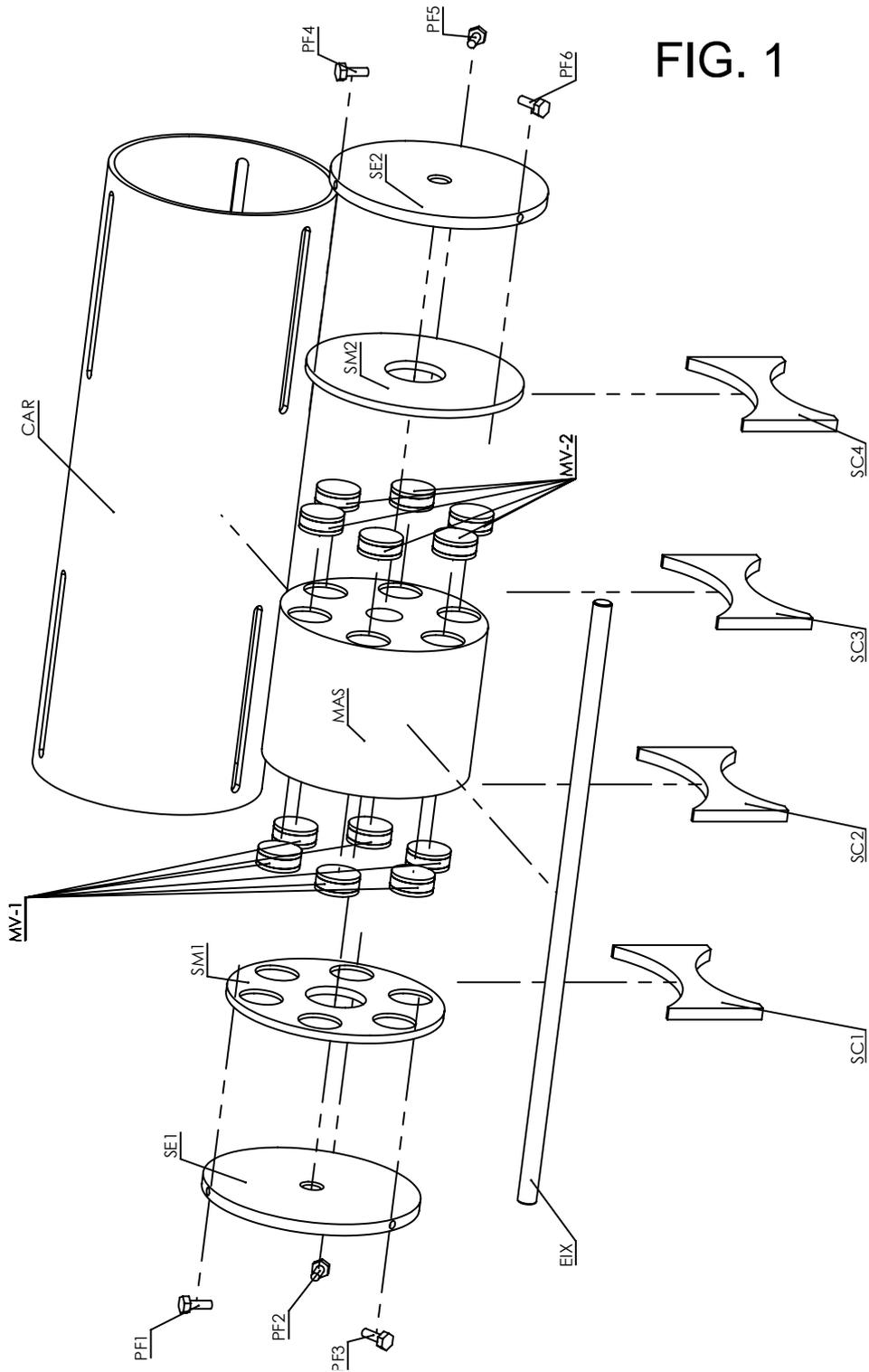


FIG. 2

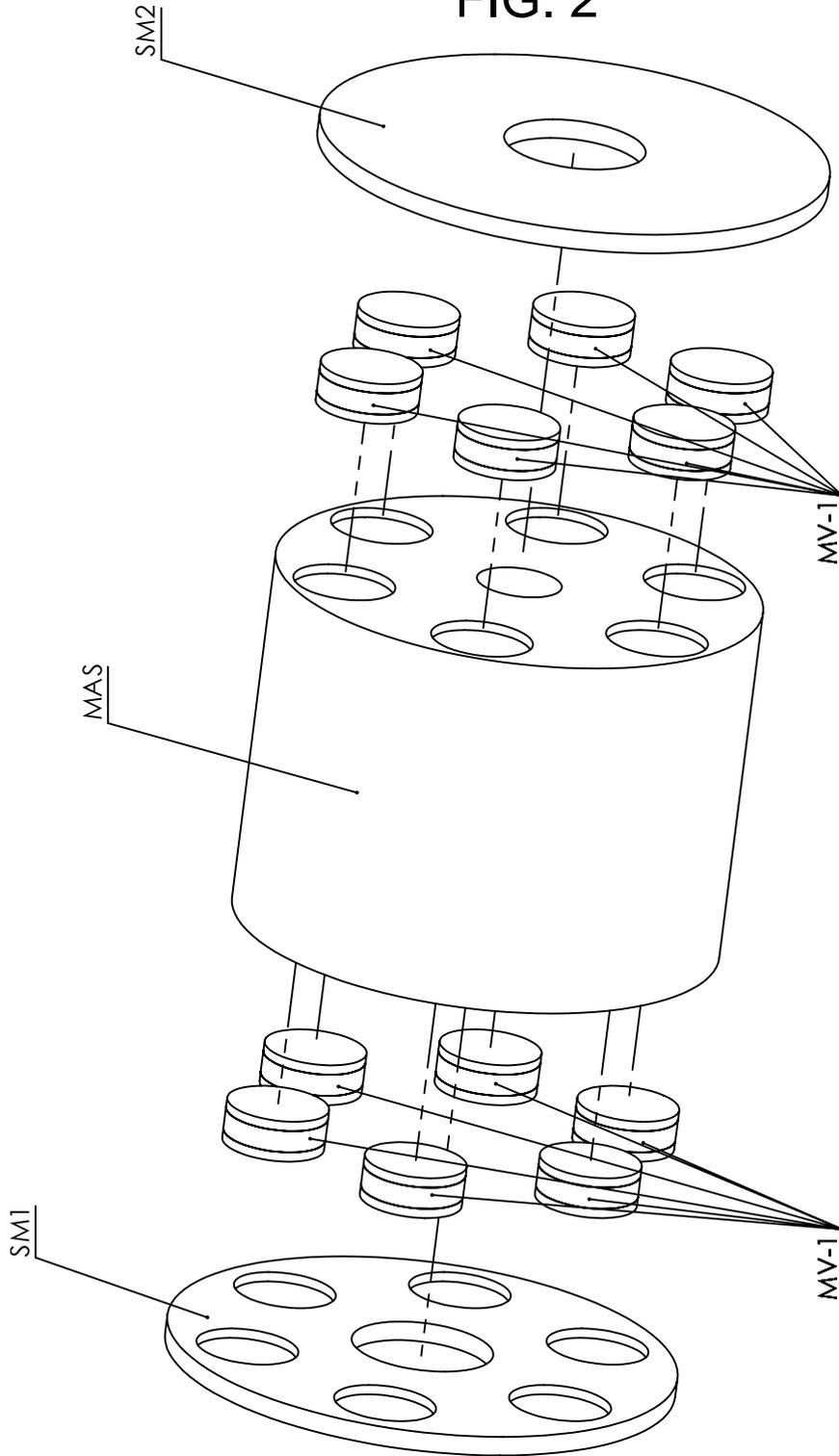


FIG. 3

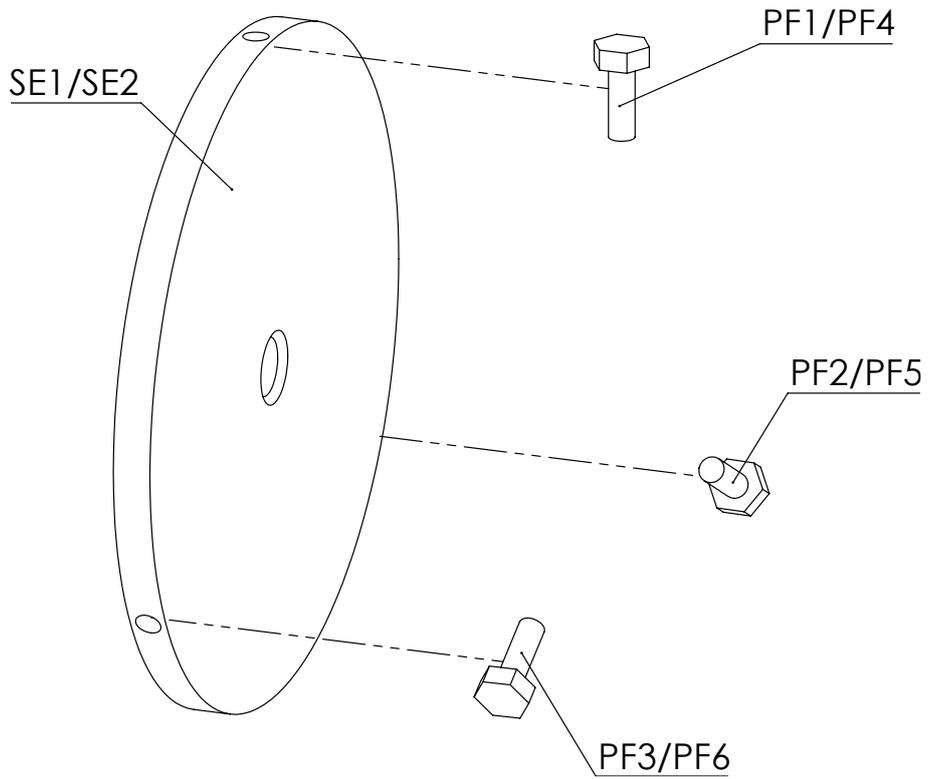
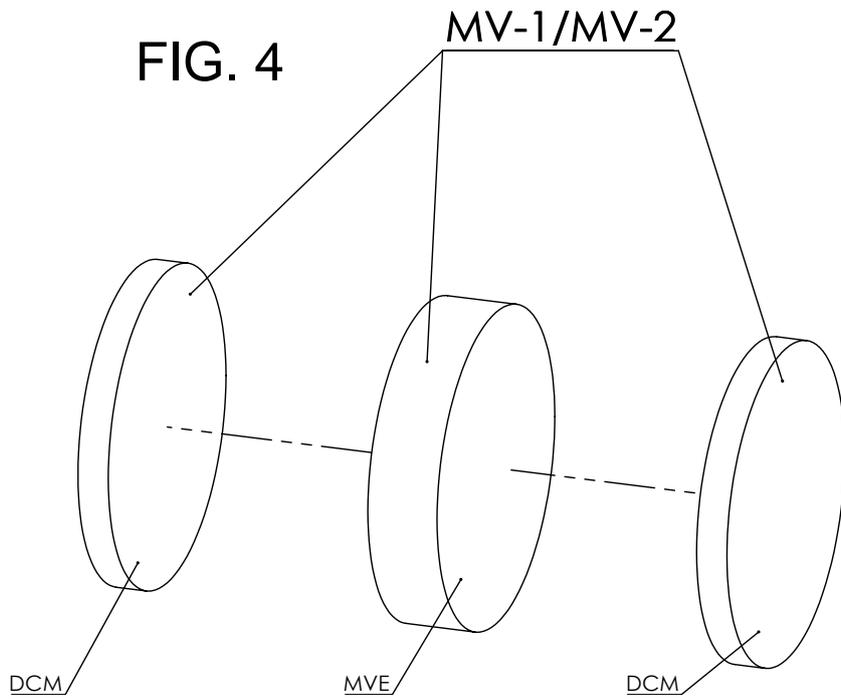


FIG. 4



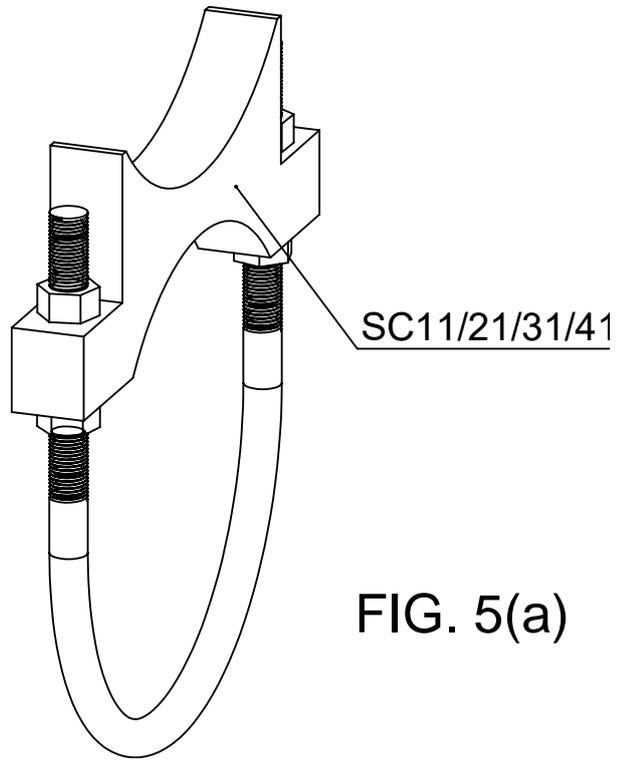


FIG. 5(a)

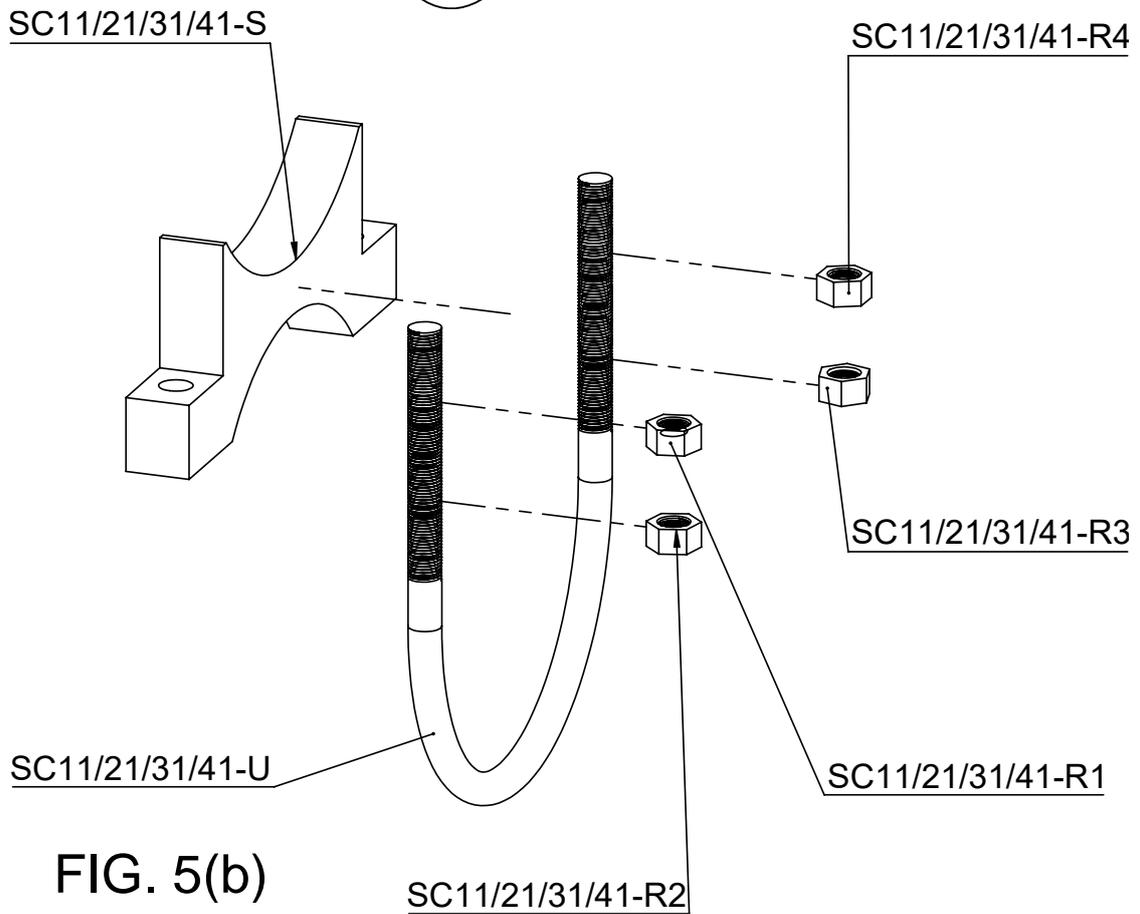


FIG. 5(b)

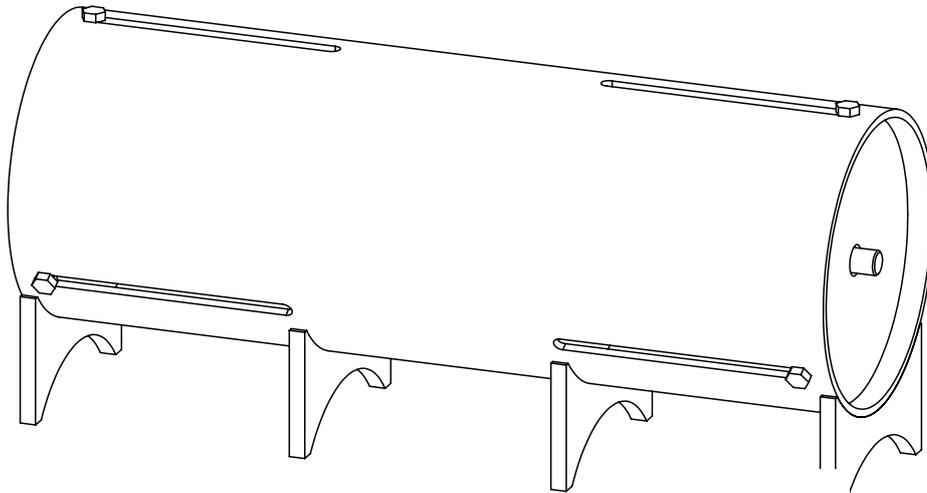


FIG. 6(a)

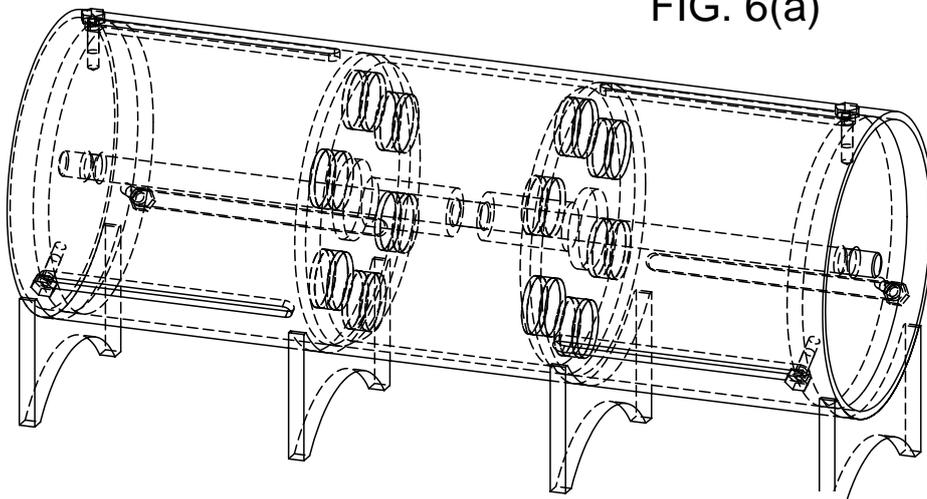


FIG. 6(b)

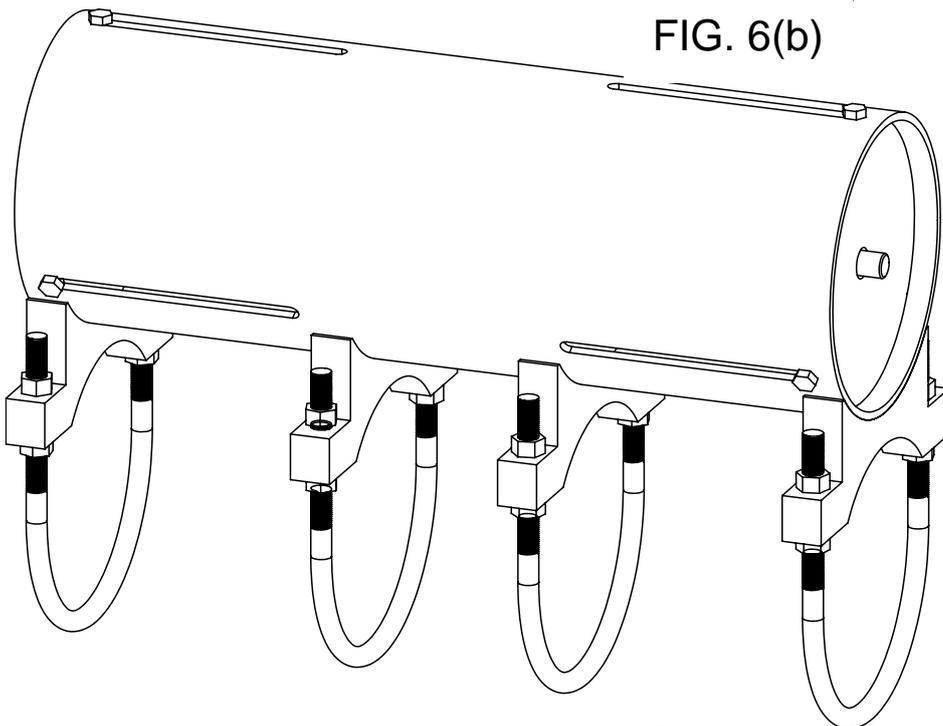


FIG. 6(c)

RESUMO**NEUTRALIZADOR VISCOELÁSTICO SINTONIZÁVEL COM MASSA OSCILANTE
SOBRE EIXO PARA CONTROLE DE VIBRAÇÕES EM DUTOS EM GERAL**

"NEUTRALIZADOR VISCOELÁSTICO SINTONIZÁVEL COM MASSA OSCILANTE SOBRE EIXO PARA CONTROLE DE VIBRAÇÕES EM DUTOS EM GERAL" é um neutralizador dinâmico de vibrações viscoelástico para dutos industriais, constituído por uma carcaça metálica (CAR), onde são fixados os suportes do eixo (SE1 e SE2), por meio da utilização dos parafusos (PF1, PF2, PF3, PF4, PF5 e PF6), os suportes das peças viscoelásticas (SM1 e SM2) e os suportes da própria carcaça (SC1, SC2, SC3 e SC4), que possibilitam a junção do dispositivo com o sistema a controlar; uma massa oscilante (MAS), fixada no centro de um eixo metálico (EIX), sendo este suportado pelos suportes do eixo (SE1 e SE2); e dois conjuntos de peças viscoelásticas (MV-1 e MV-2), que são fixados por um de seus extremos aos suportes das peças viscoelásticas (SM1 e SM2) e pelo outro à massa oscilante (MAS).