



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial



(11) BR 112016012895-8 B1

(22) Data do Depósito: 04/12/2014

(45) Data de Concessão: 22/02/2023

(54) Título: SISTEMA DE PROPULSÃO DE EMBARCAÇÃO À BASE DE BARBATANA

(51) Int.Cl.: B63H 1/36.

(30) Prioridade Unionista: 04/12/2013 US 61/911,888; 06/02/2014 US 61/936,419.

(73) Titular(es): MARTIN GARTHWAITE.

(72) Inventor(es): MARTIN GARTHWAITE; NATHAN ABELL; STEPHEN HELLRIEGEL.

(86) Pedido PCT: PCT US2014068572 de 04/12/2014

(87) Publicação PCT: WO 2015/085071 de 11/06/2015

(85) Data do Início da Fase Nacional: 06/06/2016

(57) Resumo: SISTEMA DE PROPULSÃO DE EMBARCAÇÃO À BASE DE BARBATANA. Embarcação compreendendo um motor, uma massa inercial e uma barbatana. O motor oscila a massa inercial em volta de um eixo geométrico, produzindo uma reação de torque e oscilação do motor. A oscilação do motor é comunicada à barbatana, produzindo empuxo.

RELATÓRIO DESCRITIVO**“SISTEMA DE PROPULSÃO DE EMBARCAÇÃO À BASE DE BARBATANA”****[001] REFERÊNCIA CRUZADA PARA PEDIDOS CORRELATOS**

[002] Esse Pedido reivindica o benefício do Pedido de Patente dos Estados Unidos, Número de Série 61/911.888, depositado em 4 de dezembro de 2013, e do Pedido de Patente dos Estados Unidos, Número de Série 61/936.419, depositado em 6 de Fevereiro de 2014, cujos pedidos são aqui incorporados, na sua integridade, para todos os fins.

[003] FUNDAMENTOS

[004] O projeto de embarcação movido à hélice, incluindo embarcações de superfície e submarinos, envolve uma variedade de compromissos bem conhecidos, envolvendo tamanho de hélice, posição do motor e formato de casco, para citar apenas alguns exemplos. Além disso, a coluna do fluido de empuxo, impulsionada por uma única hélice, gira. A rotação do fluido de empuxo não produz empuxo, apesar de ela ser necessária para mover o fluido de empuxo para trás (o que não produz empuxo). A rotação do fluido de empuxo pode ser eliminada, ou pelo menos compensada, através do uso de duas hélices contra rotativas, apesar de isso resultar em duas vezes mais área superficial de hélice e (normalmente) duas vezes maior complexidade do trem propulsor, o que reduz a eficiência. Além disso, uma embarcação eficiente movida à hélice alcança em torno de 0,7 em um gráfico de eficiência propulsora e coeficiente de empuxo, e, mesmo assim, apenas em uma estreita faixa de velocidades. Ver, por exemplo, a Figura 31, que é um gráfico de “Controle de fluxo hidrodinâmico em mamíferos marinhos”, de Frank E. Fish, Laurens E. Howle, e Mark M. Murray, apresentado no simpósio: “Seguindo o fluxo: variação ecomorfológica entre regimes de fluxo aquático”, apresentado no encontro anual da Sociedade para Biologia Integrativa e Comparativa, 2-6 de janeiro de 2008, em San Antonio, Texas, Estados Unidos. A curva de eficiência é aproximadamente uma parábola invertida. Um deslocamento mais rápido ou mais lento do que a velocidade, onde ocorre a eficiência de pico, faz com que a

eficiência da embarcação movida a hélice caia rapidamente.

[005] Além disso, embarcações movidas à hélice têm normalmente um eixo propulsor, o qual, quando o motor for interior, penetra no casco e cria a necessidade de uma vedação do eixo propulsor (motores fora de borda têm uma forte dobra no eixo propulsor, o que reduz a eficiência em relação aos motores interiores). Vedações de eixo propulsor criam fricção, requerem manutenção, e introduzem complexidade mecânica adicional (tal como uma bomba de porão).

[006] Motores elétricos podem ser utilizados, os quais são inundados com um líquido e que, assim, reduzem o diferencial de pressão interna-externa sobre a vedação do eixo propulsor. Tais motores são, às vezes, encontrados em submarinos; contudo, tais motores experimentam maior fricção, pois o rotor gira em um líquido, ao invés de no ar, e sua manutenção é mais complexa.

[007] Ao contrário de hélices, barbatanas, como de peixes e mamíferos marinhos, possuem uma eficiência/coeficiente de empuxo de aproximadamente 0,8 e a curva de eficiência é muito plana. Ver novamente a Figura 31. Um deslocamento mais rápido ou mais lento do que a velocidade da eficiência de pico resulta apenas em uma modesta mudança de eficiência. Embora vórtices estejam presentes no fluido de empuxo movido por uma barbatana, ao contrário da rotação da coluna do fluido de empuxo saindo de uma hélice, os vórtices atrás de uma barbatana giram no sentido contrário. Os vórtices formam um padrão “estrada de Von Karman inversa”, em que vórtices a jusante, conforme eles giram e liberam energia ao longo do tempo, parecem sugar vórtices a montante ainda mais para baixo, recuperando energia e contribuindo para o empuxo total.

[008] No entanto, conectar um motor a uma barbatana é um problema complexo, particularmente em um ambiente marinho. Muitos sistemas de propulsão baseados em barbatana foram projetados e construídos, alguns deles produzindo um movimento em forma de peixe. Muitas vezes, tais sistemas possuem dezenas, centenas, ou até milhares de peças

intricadamente usinadas com estreitas tolerâncias. Muitas vezes, tais sistemas possuem vários mancais móveis, que são expostos a ou que precisam ser vedados contra água por uma vedação “úmida” (que busca vedar a parte móvel ou seus mancais contra água). Muitas vezes, os mancais nestas embarcações experimentam cargas assimétricas, primeiro em um lado e depois no outro. Alguns desses sistemas dependem de materiais exóticos, caros e frágeis, tais como materiais que se contraem ou expandem em um campo elétrico.

[009] O elevado número de peças, peças que se movem, vedações, e mancais assimetricamente carregados, reduz a eficiência desses sistemas, aumentam os custos de fabricação e diminuem a confiabilidade, tornando a maioria dos sistemas de propulsão de embarcações baseados em barbatana impraticável para uso comercial.

[010] Se faz necessário um sistema de propulsão baseado em barbatana econômico, eficiente e robusto.

[011] É divulgado um eficiente sistema de propulsão baseado em barbatana com apenas um componente diretamente propelido, o qual, em algumas modalidades, é inteiramente vedado.

[012] BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[013] A Figura 1 ilustra uma vista em perspectiva de uma modalidade de um motor de torque a reação (“TRE”) vertical operado à distância para barco pesqueiro ligado a uma barça, cuja barça contém uma fonte de força.

[014] A Figura 2 ilustra o barco pesqueiro da Figura 1 na mesma vista, ainda ilustrando um eixo geométrico horizontal, eixo geométrico vertical, eixo geométrico transversal e linha de água.

[015] A Figura 3A ilustra a vista em perspectiva do barco pesqueiro da Figura 1, com uma seção em corte ao longo do eixo geométrico horizontal e um arnês simétrico.

[016] A Figura 3B ilustra uma modalidade de TRE vertical para barco pesqueiro com a mesma vista e seção em corte da Figura 3A, mas com um arnês inferior assimétrico.

[017] A Figura 3C ilustra uma modalidade de TRE vertical para barco pesqueiro com a mesma vista e seção em corte da Figura 3A, mas com um arnês superior assimétrico.

[018] A Figura 4A ilustra a modalidade de barco pesqueiro da Figura 3A, com a seção em corte, em uma vista de projeção paralela em elevação lateral.

[019] A Figura 4B ilustra a modalidade de barco pesqueiro da Figura 3B, com a seção em corte, em uma vista de projeção paralela em elevação lateral.

[020] A Figura 4C ilustra a modalidade de barco pesqueiro da Figura 3C, com a seção em corte, em uma vista de projeção paralela em elevação lateral.

[021] A Figura 5A ilustra uma vista em perspectiva aproximada de uma modalidade de um TRE vertical, geralmente como encontrado nas modalidades ilustradas nas Figuras 1-4C, com uma seção em corte ao longo do eixo geométrico horizontal.

[022] A Figura 5B ilustra uma vista em perspectiva de um mancal superior, uma massa inercial, uma área de estator e um mancal inferior de um TRE vertical, geralmente como encontrados nas modalidades ilustradas nas Figuras 1-4C, com uma seção em corte ao longo do eixo geométrico horizontal e com os componentes parcialmente desmontados.

[023] A Figura 5C ilustra um ciclo completo do TRE.

[024] A Figura 6A ilustra uma vista em perspectiva aproximada de uma parte de um TRE vertical, geralmente como encontrado nas modalidades ilustradas nas Figuras 1-4C, com uma seção em corte ao longo do eixo geométrico horizontal.

[025] A Figura 6B ilustra a vista da parte do TRE da Figura 6A, não mostrando a massa inercial.

[026] A Figura 6C ilustra um detalhe da Figura 6A.

[027] A Figura 7 ilustra uma vista de projeção paralela em elevação frontal de uma modalidade de um TRE vertical em uma modalidade de barco pesqueiro, geralmente como encontrada nas modalidades ilustradas nas Figuras 1-4C, com uma seção em corte ao longo do eixo geométrico transversal.

[028] A Figura 8A ilustra uma vista de projeção paralela em elevação frontal de uma modalidade esquemática de um TRE vertical em um barco pesqueiro, ainda ilustrando um ajustador de posição de TRE transversal.

[029] A Figura 8B ilustra uma vista de projeção paralela em elevação lateral de uma modalidade esquemática de um TRE vertical em um barco pesqueiro, ainda ilustrando um ajustador de posição de TRE horizontal.

[030] A Figura 9A ilustra uma vista de projeção paralela de certos componentes elétricos e magnéticos de uma modalidade de um TRE vertical, com uma seção em corte ao longo do eixo geométrico horizontal.

[031] A Figura 9B ilustra uma vista em perspectiva de certos componentes elétricos e magnéticos de uma modalidade de um TRE vertical em wireframe.

[032] A Figura 9C ilustra a vista e componentes da Figura 9B, em linhas ocultas.

[033] A Figura 10 ilustra uma vista de projeção paralela plana de topo de uma modalidade de um TRE vertical para barco pesqueiro.

[034] A Figura 11A ilustra uma vista de projeção paralela de uma modalidade de componentes de ajuste tipo Fluke-Flex em uma primeira posição.

[035] A Figura 11B ilustra a vista e componentes da Figura 11A, com componentes de ajuste tipo Fluke-Flex em uma segunda posição.

[036] A Figura 12 ilustra uma vista em perspectiva de uma modalidade de um TRE vertical operado à distância para barco pesqueiro, ligado a um conjunto de baterias otimizado contendo uma fonte de força.

[037] A Figura 13 ilustra uma vista em perspectiva de uma modalidade de um TRE horizontal para barco pesqueiro.

[038] A Figura 14 ilustra o barco pesqueiro da Figura 13 na mesma vista, ainda ilustrando um eixo geométrico horizontal, eixo geométrico vertical e eixo geométrico transversal.

[039] A Figura 15 ilustra o barco pesqueiro da Figura 13, com uma seção em corte ao longo do eixo geométrico horizontal.

[040] A Figura 16 ilustra o barco pesqueiro da Figura 13, ainda ilustrando o TRE dentro do barco pesqueiro, com uma seção em corte ao longo do eixo geométrico transversal.

[041] A Figura 17 ilustra o barco pesqueiro da Figura 13 em uma vista de projeção paralela em elevação lateral.

[042] A Figura 18 ilustra uma modalidade de um interior de casco do barco pesqueiro da Figura 13, na vista de projeção paralela em elevação lateral da Figura 17.

[043] A Figura 19 ilustra uma modalidade de um corpo de estator e fuso do barco pesqueiro da Figura 13, na vista de projeção paralela em elevação lateral da Figura 17.

[044] A Figura 20 ilustra uma modalidade de uma massa inercial e rotor do barco pesqueiro da Figura 13, na vista de projeção paralela em elevação lateral da Figura 17, com uma seção em corte ao longo do eixo geométrico horizontal.

[045] A Figura 21 ilustra o barco pesqueiro da Figura 13 na vista de projeção paralela em elevação lateral, com uma seção em corte ao longo do eixo geométrico horizontal.

[046] A Figura 22 ilustra o barco pesqueiro da Figura 13 em vista de projeção paralela em elevação frontal.

[047] A Figura 23 ilustra o barco pesqueiro da Figura 13 em vista de projeção paralela em elevação frontal, com uma seção em corte ao longo do eixo geométrico transversal.

[048] A Figura 24A ilustra uma vista em perspectiva aproximada de uma modalidade de barbatana.

[049] A Figura 24B ilustra a vista em perspectiva aproximada da modalidade de barbatana da Figura 24A, com a barbatana não mostrada para ilustrar uma modalidade dos componentes de ajuste Fin-Flex.

[050] A Figura 25A ilustra uma vista em perspectiva aproximada de uma modalidade de barbatana.

[051] A Figura 25B ilustra a vista em perspectiva aproximada da modalidade

de barbatana da Figura 25A, com a barbatana não mostrada para ilustrar uma modalidade dos componentes de ajuste Fin-Flex.

[052] A Figura 26A ilustra o barco pesqueiro da Figura 13 ligado a uma barça, através de uma boça.

[053] Figura 26B ilustra o barco pesqueiro da Figura 13 ligado a uma barça, através de um pau de vela.

[054] A Figura 27A ilustra uma vista em perspectiva detalhada de uma modalidade de um ponto de conexão para um arnês.

[055] A Figura 27B ilustra a vista em detalhes da Figura 26A, ainda compreendendo componentes de arnês.

[056] A Figura 28A ilustra uma modalidade de uma embarcação com propulsão direta.

[057] A Figura 28B ilustra a embarcação com propulsão direta da Figura 27A, com uma seção em corte através do eixo geométrico horizontal.

[058] A Figura 29 ilustra um detalhe da embarcação com propulsão direta da Figura 26A, com uma seção em corte através do eixo geométrico horizontal.

[059] A Figura 30 ilustra uma modalidade de um conjunto de circuitos, que podem ser usados para controlar um TRE e um barco pesqueiro ou uma embarcação com propulsão direta.

[060] A Figura 31 é um gráfico da eficiência versus coeficiente de empuxo para hélices e cetáceos.

[061] DESCRIÇÃO DETALHADA

[062] Pretende-se que a terminologia usada na descrição abaixo apresentada seja interpretada de maneira razoável mais ampla, apesar dela ser usada em conjunto com uma descrição detalhada de certos exemplos da tecnologia. Embora certos termos possam ser abaixo enfatizados, qualquer terminologia destinada a ser interpretada de qualquer maneira restrita será aberta e especificamente definida como tal nessa seção Descrição Detalhada.

[063] A não ser que o contexto claramente estabeleça de outra forma, ao longo da descrição e das reivindicações, as palavras “compreender”,

“compreendendo”, e semelhantes devem ser interpretadas em um sentido inclusivo, em oposição a um sentido exclusivo ou completo; em outras palavras, no sentido de “incluindo, mas não limitado a”. Conforme aqui usado, o termo “conectado”, “acoplado”, ou qualquer uma de suas variantes significa qualquer conexão ou acoplamento, direto ou indireto, entre dois ou mais elementos; o acoplamento de conexão entre os elementos pode ser físico, lógico ou uma combinação desses. Além disso, as palavras, “aqui”, “acima”, “abaixo”, e palavras de significado similar, quando usadas nesse pedido, devem se referir a esse pedido como um todo e não a partes específicas desse pedido. Quando o contexto permitir, palavras usando o singular também podem incluir o plural, enquanto palavras usando o plural também podem incluir o singular. A palavra “ou”, em referência a uma lista de dois ou mais itens, abrange todas as interpretações a seguir da palavra: qualquer um dos itens na lista, todos os itens na lista, e qualquer combinação de um ou mais dos itens na lista. Referências são aqui feitas a rotinas e sub-rotinas; em geral, deve ficar claro que uma rotina é um programa de software executado por hardware de computador, e que uma sub-rotina é um programa de software executado dentro de outra rotina. No entanto, rotinas aqui tratadas podem ser executadas dentro de outra rotina, e sub-rotinas podem ser executadas de modo independente (rotinas podem ser sub-rotinas e vice-versa).

[064] Conforme aqui usado, “liberável”, “conectar”, “conectado”, “conectável”, “desconectar”, “desconectado” e “desconectável” se refere a duas ou mais estruturas, que podem ser conectadas ou desconectadas, em geral sem o uso de ferramentas (exemplos de ferramentas incluindo chaves de fenda, alicates, chaves de boca, brocas, serras, máquinas de soldar, maçaricos, ferros de engomar, e outras fontes de aquecimento) e geralmente de maneira repetitiva. Conforme aqui usado, “fixar”, “fixado”, ou “fixável” se refere a duas ou mais estruturas ou componentes, que são fixados através do uso de ferramentas ou adesão química ou física. Conforme aqui usado, “prender”, “preso”, ou “fixável” se refere a duas ou mais estruturas ou

componentes, que são conectados ou fixados.

[065] Aqui são descritos um barco pesqueiro e embarcação com propulsão direta. Exemplos ilustrados de modalidades de barco pesqueiro incluem TRE vertical para barco pesqueiro 100 e TRE horizontal para barco pesqueiro 1300. Exemplos de modalidade com propulsão direta incluem motor horizontal de propulsão direta 270.

[066] Conforme aqui descrito a seguir, barcos pesqueiros são embarcações em que um motor a reação de torque ("TRE") está dentro de uma cápsula, cuja cápsula pode estar vedada. O TRE faz com que a cápsula gire ciclicamente no sentido contrário em uma direção e, a seguir, na outra, em torno de um eixo geométrico central. A contra rotação cíclica da cápsula (também aqui chamada de "oscilação") é comunicada a um casco ou a outro elemento transmissor de força (aqui chamado de "casco"), que é preso e geralmente envolve a cápsula, produzindo guinada oscilante, quando o TRE é orientado sobre o eixo geométrico vertical 225, arfagem oscilante, quando o TRE é orientado sobre o eixo geométrico transversal 230, e rolagem oscilante, quando o TRE é orientado sobre o eixo geométrico horizontal 235.

[067] A(s) barbatana(s) são presas ao casco. A contra rotação (ou oscilação) cíclica da(s) barbatana(s) de cápsula-casco, através do fluido de empuxo circundante, gera empuxo. Em modalidades onde o casco for um elemento transmissor de força, tal como um travessão, uma carenagem pode ser prevista em adição ao casco, para uniformizar o fluxo de fluido em volta do barco pesqueiro.

[068] O TRE compreende um rotor e um estator. Uma massa inercial é presa ao rotor; o rotor e a massa inercial são girados (ou oscilados) no sentido contrário e de modo cíclico pelo estator, em uma direção e depois na outra, em volta de um eixo geométrico de rotação. A contra rotação cíclica da massa inercial causa uma reação de torque alternado no estator. O estator é preso ou forma o interior da cápsula. A reação de torque alternado sobre o estator faz com que a cápsula gire ciclicamente no sentido contrário. A massa inercial

pode ser simétrica em volta de um eixo geométrico central compartilhado com o motor, embora em modalidades alternativas, a massa inercial possa ser assimétrica em volta do eixo geométrico central do motor.

[069] O eixo geométrico central do motor pode ser, por exemplo, o eixo geométrico horizontal 235, eixo geométrico vertical 225, ou eixo geométrico transversal 230 (ver Figura 2 ou eixo geométrico equivalente ilustrado na Figura 14). Se o TRE for orientado em volta de um eixo geométrico vertical 225, como na modalidade de exemplo do TRE vertical para barco pesqueiro 100, o TRE causa guinada oscilante do barco pesqueiro em volta do eixo geométrico vertical 225 e o barco pesqueiro nada como um peixe, com uma barbatana traseira verticalmente orientada. Se o TRE for orientado em volta de um eixo geométrico transversal 230, o TRE provoca arfagem oscilante do barco pesqueiro em volta do eixo geométrico transversal 230 e o barco pesqueiro nada como um mamífero marinho, com uma barbatana traseira horizontalmente orientada, como em uma modalidade de exemplo na Figura 7 do Pedido de Patente Provisória dos EUA, Número de Série 61/911.888. Se o TRE for orientado ao longo de um eixo geométrico horizontal 235, o TRE provoca rolagem oscilante do barco pesqueiro em volta do eixo geométrico horizontal 235 e o barco pesqueiro nada com uma movimento helicoidal ciclicamente contra rotativo (ou oscilante), como em modalidades de TRE horizontal para barco pesqueiro 1300.

[070] O motor pode ser um motor elétrico do tipo “outrunner”, onde um estator central é envolto por um rotor e a massa inercial é presa ao rotor. O motor e a massa inercial podem ser proporcionados por um motor de combustão interna ou semelhante, apesar deste documento usar um motor elétrico como um exemplo do TRE, devido ao fato dos motores elétricos serem mecanicamente simples, não demandarem fluxo de um oxidante ou de outros produtos químicos neles e descarga de combustão ou outros produtos de reação para fora do TRE e serem flexíveis, na medida em que uma ampla faixa e taxa de rotações da massa inercial podem ser implementadas. Em

modalidades onde o motor é elétrico, um motor CC sem escovas pode ser usado. Um motor elétrico com escovas mecanicamente comutado pode ser usado, embora um motor sem escovas ofereça reduzida manutenção. Um TRE à base de combustão pode utilizar várias configurações de motor rotativo, tal como onde um pistão (incluindo estruturas equivalentes em um motor rotativo) comprime ciclicamente e queima gás e combustível em um recinto, com a liberação dos gases de descarga oscilando ciclicamente a massa inercial. Como citado, a massa inercial pode ser assimétrica, embora modalidades ilustradas neste documento tratem de uma massa inercial simétrica.

[071] A massa inercial pode ser proporcionada, por exemplo, por chumbo, ferro, uma unidade de baterias ou semelhantes.

[072] No caso de um motor elétrico, a energia elétrica pode ser obtida através de uma fonte de força. A fonte de força pode estar em uma barcaça ou outra embarcação rebocada pelo barco pesqueiro, ou a fonte de força pode estar dentro do barco pesqueiro. Se rebocada em uma barcaça, a fonte de força pode ser um painel solar, uma unidade de baterias, uma célula de combustível, ou um gerador (eólico, combustível fóssil ou semelhante). Se estiver dentro do barco pesqueiro, a fonte de força pode ser uma unidade de baterias ou combustível para uma máquina de combustão interna. Uma modalidade é ilustrada na Figura 12, onde a fonte de força é rebocada em uma embarcação, tal como uma unidade otimizada de baterias 205.

[073] A(s) barbatana(s) pode(m) ser presa(s) ao barco pesqueiro. Se presa ao barco pesqueiro no centro de deslocamento da barbatana (que também é, em geral, o ponto mais largo, 1/3 atrás do bordo de ataque da barbatana, para uma seção transversal típica de asa), mas com nada para resistir à rotação, a(s) barbatana(s) irá(ão) achar o trajeto de menor resistência através do fluido de empuxo. Travessão(ões) flexível(eis) pode(m) ser incluído(s) na fixação entre barbatana(s) e barco pesqueiro, fazendo com que a(s) barbatana(s) seja(m) menos defletida(s) no fluido de empuxo do que no trajeto de menor resistência, fazendo com que a(s) barbatana(s) atinja(m) um ângulo de ataque suficiente para

gerar empuxo. O módulo de flexão do travessão flexível pode ser ajustável, para alterar o ângulo de ataque atingido pela(s) barbatana(s). Apesar do travessão flexível ser, em geral, passivamente articulado, devido às forças experimentadas pela barbatana, quando a(s) barbatana(s) transladam através do fluido de empuxo (permitindo que as barbatanas achem o ângulo de ataque com base no módulo de flexibilidade), o travessão flexível pode compreender atuador(es) para fletir o travessão flexível ou para alterar o ângulo normal entre o travessão flexível e o casco, o que pode ser feito para fins de atingir um ângulo de ataque desejado, ou que pode ser feito para manobrar o barco pesqueiro.

[074] O barco pesqueiro também pode ser manobrado por reposicionamento do centro de gravidade do TRE em relação à barbatana e ao casco. Por exemplo, em um barco pesqueiro onde o TRE gira em volta do eixo geométrico vertical 225 para produzir empuxo e onde o TRE tem um centro de gravidade localizado abaixo do eixo geométrico horizontal 235, a cápsula pode ser reposicionada ao longo do eixo geométrico transversal 230, que faz com que o barco pesqueiro role a um ângulo afastado da horizontal e resulte em uma força direcional. Ver, por exemplo, as Figuras 8A e 8B. O barco pesqueiro também pode ser manobrado ao produzir mais torque com o TRE em um lado de seu ciclo (tal como por contra oscilar o TRE mais em uma direção do que na outra) ou ao relaxar o travessão flexível em um dos lados, o que pode resultar em uma diferença de empuxo entre os lados, o que produz uma força direcional.

[075] O barco pesqueiro compreende sensores para detectar a posição relativa e/ou absoluta de vários componentes e/ou a deformação experimentada por componentes. Por exemplo, sensores podem estar presentes para detectar uma flexão no travessão flexível, detectar a orientação da embarcação (em termos de rolagem, arfagem e guinada), a posição do corpo inercial e rotor em relação ao estator, a orientação do centro de gravidade do TRE em relação ao casco, a orientação e ângulo de ataque da(s) barbatana(s), o status do estator e rotor (tais como campos magnéticos, corrente elétrica, etc.), o status da fonte de força, e semelhantes.

[076] Os sensores podem fazer parte de circuitos eletrônicos, alguns deles podem formar circuitos de realimentação, tal como um circuito que controla a energia para o estator e gira o corpo inercial até que a embarcação guine, role, ou arfe (na direção oposta à rotação do corpo inercial) para uma posição escolhida em relação à direção normal de curso, ou até que um ângulo de flexão seja atingido no travessão flexível, ou até que um ângulo de ataque seja obtido na(s) barbatana(s), após o que o circuito de realimentação pode fazer com que a rotação do corpo inercial seja reduzida e revertida, até que a embarcação guine ou role na outra direção para uma posição equivalente, após o que a rotação do corpo inercial pode ser novamente reduzida e revertida etc. Quando o barco pesqueiro estiver parado, o módulo de flexão do travessão flexível pode ser iniciado em um ajuste flexível, com o módulo de flexão tornado mais rígido, conforme a velocidade aumenta.

[077] A embarcação com propulsão direta é uma modalidade com ainda menos partes móveis e sem massa inercial, mas que requer uma membrana flexível, tal como a membrana 285, uma vedação úmida, ou mancais à prova de água.

[078] O barco pesqueiro e a embarcação com propulsão direta são mecanicamente simples, fisicamente robustos, e oferecem maior eficiência do que uma embarcação movida a hélice.

[079] A Figura 1 ilustra uma vista em perspectiva de uma modalidade de um TRE vertical operado à distância para barco pesqueiro 100 ligado a uma barçaça 105, cuja barçaça 105 contém uma fonte de força 110. Nessa Figura são identificados o bico 130, parte traseira 135, cauda 215, mancal superior 160, tubo central 185, arnês simétrico 115 e corda 120. O bico 130 e a parte traseira 135 possuem aproximadamente o mesmo deslocamento. O deslocamento entre o bico 130 e a parte traseira 135 pode ser ajustável, para alterar a arfagem normal da embarcação. O deslocamento total de toda a embarcação pode ser aumentado ou reduzido, para alterar a profundidade normal da embarcação na água.

[080] A Figura 2 ilustra o barco pesqueiro da Figura 1 na mesma vista,

ainda ilustrando o eixo geométrico horizontal 235, eixo geométrico vertical 225, eixo geométrico transversal 230 e linha de água 240. Como aqui abordado, rolagem é a rotação em volta do eixo geométrico horizontal 235, guinada é a rotação em volta do eixo geométrico vertical 225, e arfagem é a rotação em volta do eixo geométrico transversal 230.

[081] A Figura 3A ilustra a vista em perspectiva do barco pesqueiro da Figura 1, com uma seção em corte ao longo do eixo geométrico horizontal 235 e um arnês simétrico 115 e catenária 120. As Figuras 1, 2 e 3A, e o TRE vertical para barco pesqueiro 100 podem ser comparados, uma página e figura com a outra. O ponto de fixação entre a catenária 120 e o arnês simétrico 115 pode ser movido para cima e para baixo ao longo do arco traseiro do arnês simétrico 115, tal como para alterar a arfagem do barco pesqueiro.

[082] A Figura 3B ilustra uma modalidade de TRE vertical para barco pesqueiro com a mesma vista e seção em corte da Figura 3A, mas com um arnês inferior assimétrico 140, geralmente formando uma curva catenária.

[083] A Figura 3C ilustra uma modalidade de TRE vertical para barco pesqueiro com a mesma vista e seção em corte da Figura 3A, mas com um arnês superior assimétrico 150 e catenária 151. Para alterar o peso do arnês inferior assimétrico 140 ou catenária 120 ou catenária 151, mais ou menos arnês pode ser liberado ou recolhido de volta à barcaça 105. Componentes podem ser incorporados ao ponto de fixação entre o arnês simétrico 115, arnês inferior assimétrico 140, ou arnês superior assimétrico 150, para alterar o ângulo normal entre o arnês e a embarcação, por exemplo, para fazer com que o barco pesqueiro arfe ou para permitir mais espaço entre a cauda e o arnês.

[084] A Figura 4A ilustra a modalidade de barco pesqueiro da Figura 3A, com a seção em corte, em uma vista de projeção paralela em elevação lateral.

[085] A Figura 4B ilustra a modalidade de barco pesqueiro da Figura 3B, com a seção em corte, em uma vista de projeção paralela em elevação lateral.

[086] A Figura 4C ilustra a modalidade de barco pesqueiro da Figura 3C, com a seção em corte, em uma vista de projeção paralela em elevação lateral.

[087] A Figura 5A ilustra uma vista em perspectiva aproximada de uma modalidade do TRE vertical 500, geralmente como encontrado nas modalidades ilustradas nas Figuras 1-4C, com uma seção em corte ao longo do eixo geométrico horizontal 235. São ilustrados o bico 130 e a parte traseira 135, que fazem contato com o mancal superior 160 e o mancal inferior 165. O mancal superior 160 e o mancal inferior 165 sustentam a massa inercial 155 e permitem que a massa inercial 155 gire em volta do eixo geométrico vertical 225. Os mancais podem ser localizados mais perto do tubo central 185. Nessa modalidade, a massa inercial 155 é colocada perante ímãs permanentes 156. Os ímãs 156 (que podem ser permanentes) interagem com eletroímãs 175 no estator 170. São ainda ilustrados o retificador 178, espaço 179, capacitor 180, tubo central 185 e um arnês, neste exemplo, o arnês simétrico 115. O tubo central 185 e o arnês podem ser intermediados por um mancal, tal como um conjunto de mancais de esferas à prova de água, apesar deles também poderem ser intermediados por uma interface de mancal entre os componentes, tal como uma interface de bronze sobre bronze. Em um exemplo ilustrado nas Figuras 27A e 27B, um poste de amarração 345 pode ser projetado através do tubo central 185 da Figura 7 e preso com o colar 250.

[088] Energia elétrica pode ser fornecida através do arnês ou das linhas de força que saem do arnês e, através do circuito de transferência de energia 415 (ver Figura 30), entrar no capacitor 180. O capacitor 180 é rotulado como um “capacitor”, mas pode ser outro reservatório de energia, como um capacitor, uma bateria ou semelhantes. Ultracapacitores podem ser submetidos a ciclos de 500.000 a 1 milhão de vezes, e demandam pouca a nenhuma manutenção. A energia sai do capacitor 180 e entra no circuito transferidor de energia 420, que pode incorporar ou ser conectado ao retificador 178, que pode fornecer energia, tal como energia trifásica, ao TRE ou motor 400. O retificador 178 pode utilizar amplificação CC-CC para extrair energia de frenagem em menores velocidades. Um diagrama de circuitos é apresentado na Figura 30. Todo ou parte do circuito transferidor de energia 415 pode ser localizado no espaço 179

e/ou na cavidade 168 ou cavidade 169 entre o mancal inferior 165 ou o mancal superior 160 na parede interna na armação do estator 170 e/ou na barcaça. O circuito transferidor de energia 420 pode estar presente no retificador 178 e/ou na cavidade 168 ou cavidade 169. O circuito de controle 425 pode controlar o motor 400, circuito transferidor de força 420, circuito transferidor de energia 415, e pode obter informações e/ou controlar sensores-atuadores 430.

[089] A Figura 5B ilustra uma vista em perspectiva de um mancal superior 160, uma massa inercial 155, um estator 170, e um mancal inferior 165, geralmente como encontrados nas modalidades ilustradas nas Figuras 1-4C, com uma seção em corte ao longo do eixo geométrico horizontal e com os componentes parcialmente explodidos (na Figura 5B, o mancal inferior 165 está em posição relativa ao estator 170). Um motor de torque elétrico “outrunner” convencional pode ser usado, com a massa inercial montada no rotor.

[090] A Figura 5C ilustra um ciclo completo de TRE, começando pelo topo, com aceleração de massa inercial em uma direção anti-horária, ilustrada no arco 181, que produz uma reação de torque no estator, que move o estator em uma direção horária ilustrada no arco 182, seguido por aceleração de massa inercial em uma direção horária ilustrada no arco 183, que produz uma reação de torque no estator, que move o estator em uma direção anti-horária ilustrada no arco 184.

[091] A Figura 6A ilustra uma vista de projeção paralela aproximada de uma parte do TRE vertical 500, geralmente similar às modalidades de TRE ilustradas nas Figuras 1-4C, com uma seção em corte ao longo do eixo geométrico horizontal 235. A Figura 6B ilustra a vista da parte do TRE vertical 500 da Figura 6A, não mostrando a massa inercial. Nessa Figura são também identificadas a parte superior de mancal 162 e a parte inferior de mancal 163. Os mancais 162 e 163 são ilustrados como mancais de esferas, apesar de mancais de outro formato poderem ser usados, tais como, por exemplo, mancais de rolos. A Figura 6C ilustra um detalhe da Figura 6A. Em conjunto, as

Figuras 6A-6C ilustram componentes que não se movem, em relação a um componente que se move, a massa inercial 155. A Figura 6C ainda ilustra o espaço de ar entre a massa inercial 155-ímã 156 e o estator 170. Conforme acima abordado, eletroímãs 175 no estator 170 giram os ímãs 156 na massa inercial 155, primeiro em um sentido, depois no outro, em volta do eixo geométrico vertical 225, causando uma reação de oposição ao torque nos eletroímãs 175 e estator 170. Devido aos eletroímãs 175 e estator 170 serem ancorados ou de outro modo presos ao casco (por exemplo, no bico 130 e parte traseira 135), a reação de oposição ao torque nos eletroímãs 175 e estator 170 é comunicada à(s) barbatana(s), como, por exemplo, à cauda 215.

[092] A Figura 7 ilustra uma vista de projeção paralela em elevação frontal de uma modalidade de um TRE vertical para barco pesqueiro, geralmente como encontrada nas modalidades ilustradas nas Figuras 1-4C, com uma seção em corte ao longo do eixo geométrico transversal e muitos dos elementos identificados por número. A Figura 7 ainda ilustra o corpo externo 136 e a cápsula 133

[093] A Figura 8A ilustra uma vista de projeção paralela em elevação frontal de uma modalidade esquemática de um TRE vertical em um barco pesqueiro, ainda ilustrando um ajustador de posição de TRE transversal 137. A Figura 8B ilustra uma vista de projeção paralela em elevação lateral de uma modalidade esquemática de um TRE vertical em um barco pesqueiro, ainda ilustrando um ajustador de posição de TRE horizontal 139. O ajustador de posição de TRE transversal 137 e o ajustador de posição de TRE horizontal 139 podem ser usados para ajustar a posição da cápsula 133 contendo o TRE. O ajuste da posição pode ser realizado para compensar a orientação da embarcação na água e/ou para propiciar uma força direcional. Conforme ilustrado, a cápsula 133 está localizada aproximadamente no centro de deslocamento e ligeiramente abaixo do eixo geométrico horizontal 235. Motor(es) (não ilustrado(s)) pode(m) fornecer potência para ativar o ajustador de posição do TRE transversal 137 e o ajustador de posição do TRE Horizontal 139.

[094] A Figura 9A ilustra uma vista de projeção paralela de certos componentes elétricos e magnéticos de uma modalidade de um TRE vertical 900, com uma seção em corte ao longo do eixo geométrico horizontal. A Figura 9B ilustra uma vista em perspectiva de certos componentes elétricos e magnéticos do TRE vertical da Figura 9A, em wireframe e sem a seção em corte. A Figura 9C ilustra a vista, componentes, e números de referência da Figura 9B, em linhas ocultas (o que ajuda a identificar, para onde as linhas numéricas na Figura 9B apontam). Nas Figuras 9A-9C são identificadas a massa inercial 155, mancal inferior 165, sensor(es) de efeito Hall e fios de sensores de efeito Hall 201, eletroímãs 175, retificador 178, capacitor 180 e fios conectores de enrolamento-retificador 195. Devido ao retificador poder ser dividido em dois componentes (o retificador pode ficar apenas no topo ou apenas no fundo), os fios conectores de enrolamento-retificador 195 são ilustrados de modo estendido para cima e para baixo. Sensor(es) de efeito Hall pode(m) ser sensores de efeito Hall, sensores ópticos de posição, ou outros sensores que detectam a posição da massa inercial 155 e/ou do(s) ímã(s) 156 (ou do rotor DD 280) em relação ao estator 170 e eletroímãs 175.

[095] Vários padrões de enrolamento podem ser adotados para eletroímãs no estator. Por exemplo, a configuração Wye oferece alto torque em baixa velocidade, mas não tão alto quanto a velocidade máxima, o que pode ser desejável neste contexto.

[096] A Figura 10 ilustra uma vista de projeção paralela plana de topo de uma modalidade de um TRE vertical para barco pesqueiro 1000. Um arco de seta indica oscilação da popa do TRE vertical para barco pesqueiro 1000, devido à reação de torque. Uma oscilação correspondente ocorre na proa do TRE vertical para barco pesqueiro 1000.

[097] A Figura 11A ilustra uma vista de projeção paralela de uma modalidade de componentes de ajuste do travessão flexível em uma primeira posição. A Figura 11B ilustra a vista e componentes da Figura 11A, com componentes de ajuste tipo Fluke-Flex em uma segunda posição. Na

modalidade ilustrada nessas Figuras, a cauda 215 é presa ao travessão flexível 217, que pode ser, por exemplo, uma haste feita de fibra de carbono ou outro material flexível. O travessão flexível pode se estender para dentro da parte traseira 135, dentro de um tubo com um diâmetro interno ligeiramente maior do que o diâmetro externo do travessão flexível 217, permitindo que o travessão flexível 217 deslize para trás e para frente dentro do tubo, dentro da parte traseira 135. O extensor de cauda 245 pode compreender componentes, como um motor, um sistema de cremalheira e pinhão, um sistema hidráulico ou semelhantes, para deslizar o travessão flexível 217 para trás e para frente dentro do tubo, no interior da parte traseira 135. Quando o travessão flexível 217 for estendido, como na Figura 11B, a cauda 215 será mais defletida quando o barco pesqueiro guinar em volta do eixo geométrico vertical 225, do que quando o travessão flexível 217 for recuado dentro do tubo, no interior da parte traseira 135. Essa é uma modalidade exemplar de componentes para alterar ou ajustar o módulo de flexão do travessão flexível, que irá alterar o ângulo de ataque atingido pela cauda 215, quando a embarcação guinar para trás e para frente, acionada pelo TRE.

[098] O extensor flexível 245 pode se conectar logicamente ao circuito de controle 425, através do conector do atuador-sensor de deflexão 247, fornecendo informações ao circuito de controle 425 sobre o comprimento de extensão do travessão flexível 217, sobre a deflexão do travessão flexível 217, sobre a orientação do travessão flexível 217 em relação ao casco, e semelhantes.

[099] O travessão flexível 217 pode girar sobre o plano horizontal em torno de sua conexão com a parte traseira 135, tal como por operação de um motor, que pode puxar o extensor flexível 245 para trás e para frente dentro da parte traseira 135, permitindo que o travessão flexível 217 e a cauda 215 sejam usados para fornecer uma força direcional (para uma modalidade alternativa, ver, por exemplo, as Figuras 11A e 11B no Pedido de Patente Provisória dos Estados Unidos, Número de Série 61/911.888, onde um disco direcionador está

localizado no ponto de conexão entre a cauda e a parte traseira).

[100] A Figura 12 ilustra uma vista em perspectiva de uma modalidade de um TRE vertical operado à distância para barco pesqueiro, ligado a um conjunto otimizado de baterias 205 contendo uma fonte de força, como uma bateria. A posição do conjunto otimizado de baterias 205 pode ser ajustada, tal como para cima e para baixo, ao longo do arco traseiro do arnês simétrico 115, para alterar a arfagem do barco pesqueiro. O conjunto otimizado de baterias 205 pode ser também usado para direcionar o barco pesqueiro 1200. O conjunto otimizado de baterias 205 pode ser usado com um arnês que não é simétrico.

[101] A Figura 13 ilustra uma vista em perspectiva de uma modalidade de um TRE horizontal para barco pesqueiro 1300. São identificados o casco de rotador 300, barbatana de boreste 305A, barbatana de bombordo 305B, e orifício de sensor 301. Nessas figuras, linhas espirais são traçadas no casco de rotador 300, para fornecer uma referência visual.

[102] A Figura 14 ilustra o barco pesqueiro da Figura 13 na mesma vista, ainda ilustrando o eixo geométrico horizontal 320, eixo geométrico vertical 310, e eixo geométrico transversal 315. A linha de água está geralmente acima do nível do barco pesqueiro 1300, que pode geralmente operar inteiramente submerso e a grandes profundidades, porque nenhum eixo propulsor penetra no casco de rotador 300.

[103] A Figura 15 ilustra o barco pesqueiro 1300, com uma seção em corte ao longo do eixo geométrico horizontal 320, fornecendo uma vista, por exemplo, da massa inercial de rotador 330, motor de rotador 325, mancal de proa 331 e mancal de popa 332. Similar ao TRE orientado ao longo do eixo geométrico vertical, com o TRE orientado ao longo do eixo geométrico horizontal 320, o motor de rotador 325 permanece estacionário e fixado ao casco de rotador 300. O motor de rotador 325 interage com a massa inercial de rotador 330, girando a massa inercial de rotador 330, primeiro em uma direção, e depois na outra, em volta do eixo geométrico horizontal 320, causando uma

reação de torque alternado contra o motor de rotador 325, que é fixado ao casco de rotador 300, que é preso às barbatanas 305A e 305B. A massa inercial de rotador 330 pode não tocar diretamente no motor de rotador 325, mas, ao invés disso, pode ser sustentada no motor de rotador 325 pelo mancal de proa 331 e o mancal de popa 332.

[104] Além de permitir que a massa inercial 330 gire em volta do eixo geométrico horizontal 320, o mancal de proa 331 e o mancal de popa 332 também podem conduzir energia elétrica entre a massa inercial de rotador 330, que pode conter uma bateria, e o motor de rotador 325, bem como componentes, que podem controlar o motor de rotador 325 (equivalente a componentes ilustrados na Figura 30). Contatos elétricos podem ser previstos, por exemplo, na extremidade traseira ou dianteira do motor de rotador 325, cujos contatos elétricos podem ser usados para carregar uma bateria na massa inercial de rotador 330 e/ou fornecer ou obter energia elétrica ao/do barco pesqueiro 1300.

[105] Qualquer uma das modalidades de barco pesqueiro aqui ilustradas pode ser posicionada em uma corrente de água em movimento, presa a uma linha ou semelhante, e pode gerar força a partir do movimento do fluido de empuxo sobre a(s) barbatana(s), em cujo caso, o travessão flexível prendendo a(s) barbatana(s) pode ser inclinado, para fornecer à(s) barbatana(s) um ângulo de ataque alternado ao fluido de empuxo, de forma que o barco pesqueiro oscile mais do que quando energia líquida for alimentada ao (ao invés de gerada pelo) TRE.

[106] Princípios de indução podem ser usados em qualquer TRE, para induzir uma corrente e/ou campo magnético em componentes, que de outra forma podem não ter uma conexão elétrica direta. Por exemplo, ímãs permanentes ou eletroímãs podem estar presentes em um ou ambos dentro a massa inercial de rotador e o motor de rotador 325. O TRE pode ser ou incorporar um motor CA polifásico de indução em gaiola dupla com acionamento de frequência variável.

[107] A Figura 16 ilustra o barco pesqueiro 1300, ainda ilustrando o TRE

dentro do barco pesqueiro 1300 com uma seção em corte ao longo do eixo geométrico transversal 315 do TRE. São mostrados a massa inercial de rotador 330, motor de rotador 325, e orifício de sensor 301, que podem se estender para dentro e mesmo através do barco pesqueiro 1300. Sensores, câmeras e semelhantes podem estar localizados no orifício de sensor 301.

[108] A Figura 17 ilustra o barco pesqueiro 1300 em uma vista de projeção paralela em elevação lateral, com o casco de rotador 300 e barbatana de bombordo 305B sendo mostrados.

[109] A Figura 18 ilustra uma modalidade de casco 300 na vista de projeção paralela em elevação lateral da Figura 17, com uma seção em corte ao longo do eixo geométrico horizontal 320, ilustrando o interior do casco 300. Note que as linhas gráficas em espiral no exterior continuam no interior.

[110] A Figura 19 ilustra uma modalidade de um motor de rotador 325, mancal de proa 331, e mancal de popa 332, dentro do barco pesqueiro da Figura 13 na vista de projeção paralela em elevação lateral da Figura 17.

[111] A Figura 20 ilustra uma modalidade de uma massa inercial 330 de barco pesqueiro, na vista de projeção paralela em elevação lateral da Figura 17, com uma seção em corte ao longo do eixo geométrico horizontal. O mancal de proa 331 e o mancal de popa 332 são ilustrados e rotulados para fins de continuidade.

[112] A Figura 21 ilustra o barco pesqueiro 1300 na vista de projeção paralela em elevação lateral da Figura 17, com uma seção em corte ao longo do eixo geométrico horizontal, ilustrando e rotulando componentes abordados em outro segmento. O vão de ar entre o motor de rotador 325 e a massa inercial de rotador 330 é visível.

[113] A Figura 22 ilustra o barco pesqueiro 1300 em vista de projeção paralela em elevação frontal.

[114] A Figura 23 ilustra o barco pesqueiro 1300 em vista de projeção paralela em elevação frontal, com uma seção em corte ao longo do eixo geométrico transversal 315.

[115] A Figura 24A ilustra uma vista em perspectiva aproximada de uma modalidade de barbatana 305B. A Figura 24B ilustra a vista em perspectiva aproximada da Figura 24A, com a barbatana 305B não mostrada para ilustrar uma modalidade dos componentes de ajuste Fin-Flex. Similar ao travessão flexível, componentes de ajuste Fin-Flex permitem que a barbatana atinja um ângulo de ataque, que produz empuxo. Na modalidade ilustrada nas Figuras 24A e 24B, uma haste de barbatana do rotador 335 é fixada ao casco de rotador 300, em geral no centro de deslocamento do casco de rotador 300. A haste de barbatana do rotador 335 penetra na barbatana 305B, em geral no centro de deslocamento da barbatana 305B. Nessa ilustração, a barbatana 305B gira em volta da haste de barbatana do rotador 335, em geral com baixa resistência, geralmente ao longo da seta 342. Isto pode ser facilitado por mancais, que podem incluir uma simples superfície de mancal de bronze sobre bronze entre a barbatana 305B e a haste de barbatana do rotador 335. Conforme o casco de rotador 300 rola em volta do eixo geométrico horizontal 320, primeiro de um lado e depois do outro (em reação ao torque produzido pelo motor de rotador 325, quando o motor de rotador 325 gira a massa inercial de rotador 330), a barbatana 305B irá girar em volta da haste de barbatana do rotador 335 e irá encontrar um trajeto de menor resistência através do fluido de empuxo (água) e não irá produzir empuxo. Contudo, se a barbatana 305B também estiver presa à mola da barbatana do rotador 340, a mola da barbatana do rotador 340 retarda a deflexão, impede a barbatana 305B de seguir o trajeto de menor resistência, e faz com que a barbatana 305B gere empuxo. O módulo de flexão da mola da barbatana do rotador 340 pode ser ajustável. O local de fixação da barbatana 305B na haste de barbatana do rotador 335 pode ser ajustável, de modo a mover a barbatana 305B para frente e para trás com relação à haste de barbatana do rotador 335, o que pode ser feito para alterar o ângulo de ataque atingido pela barbatana 305B.

[116] A Figura 25A ilustra uma vista em perspectiva de uma modalidade de barbatana 2500. A Figura 25B ilustra a vista em perspectiva da Figura 25A,

com a barbatana 2500 não mostrada, para ilustrar outro exemplo de componentes de ajuste de barbatana flexível, que não envolve uma superfície de mancal (entre a barbatana e a haste de barbatana do rotador). Na modalidade ilustrada nas Figuras 25A e 25B, a barbatana 2500 pode ser fixada ao casco de rotador à frente do centro de deslocamento da barbatana, tal como na haste de mola da barbatana do rotador 341. A haste de mola da barbatana do rotador 341 compreende um módulo de flexão. A barbatana segue um trajeto similar àquele acima descrito (ela será impedida de seguir o trajeto de menor resistência pela haste de mola da barbatana do rotador 341) e gera empuxo, geralmente ao longo da seta 342. O módulo de flexão da haste de mola da barbatana do rotador 341 pode ser ajustável, a fim de que a quantidade de empuxo possa ser variada.

[117] Figura 26A ilustra o barco pesqueiro da Figura 13 ligado a uma barça, através de um pau de vela. A fixação entre o barco pesqueiro e a espia pode compreender um mancal, para permitir que o barco pesqueiro oscile com menor resistência. A Figura 26B ilustra o barco pesqueiro da Figura 13 ligado a uma barça, através de um pau de vela. A espia ou pau de vela pode fornecer energia ao barco pesqueiro.

[118] A Figura 27A ilustra uma modalidade de um poste de amarração 345 projetado através do centro de deslocamento proximal de uma modalidade de barco pesqueiro. A Figura 27B ilustra uma modalidade de colar 350 sobre um arnês 355 fixado ao poste de amarração 345. O módulo de flexão do arnês 355 pode ser suficiente para acomodar contra rotação (“oscilação”) cíclica do barco pesqueiro, durante a fixação do barco pesqueiro a um arnês. Para facilitar isso, o arnês pode compreender uma parte, como um cabo flexível, cordão, corrente ou semelhante, cuja parte é fixada ao poste de amarração 345 ou a uma estrutura equivalente.

[119] A Figura 28A ilustra uma modalidade de uma embarcação com propulsão direta 270. A Figura 28B ilustra a embarcação com propulsão direta 270 da Figura 28A, com uma seção em corte através do eixo geométrico

horizontal. A Figura 29 ilustra um detalhe da embarcação com propulsão direta da Figura 28A, com uma seção em corte através do eixo geométrico horizontal. Os seguintes componentes na embarcação com propulsão direta 270 são identificados: estator com propulsão direta (“DD”) 275, rotor com DD 280, membrana 285 e arnês 288. O estator com DD 275 e o rotor com DD 280 são separados por um vão. Um mancal não ilustrado sustenta componentes, que fazem parte do rotor com DD 280 em relação ao estator com DD 275. A membrana 285 pode proteger o vão entre o estator com DD 275 e o rotor com DD 280. A membrana 285 deve ser flexível para tolerar oscilação do rotor com DD 280 em relação ao arnês 288.

[120] A Figura 30 ilustra uma modalidade de um circuito ou conjunto de circuitos, que podem ser usados para controlar um TRE e um barco pesqueiro ou uma embarcação com propulsão direta. O motor 400 compreende um TRE ou, por exemplo, o estator com DD 275 e o rotor com DD 280. A fonte de força 110 é equivalente à fonte de força abordada em outro trecho deste documento e pode ser, por exemplo, um gerador, bateria e semelhantes.

[121] A energia elétrica da fonte de força 110 pode ser conectada ao circuito transferidor de energia 415, através do arnês ou através de linhas de força, que saem do arnês ou, quando a massa inercial compreender uma fonte de força ou capacitor, através, por exemplo, do mancal de proa 331 e do mancal de popa 332, ou através de um contato previsto para este fim. Entre o circuito transferidor de energia 415 e o circuito transferidor de força 420 pode ser encontrado o capacitor 180, que, conforme citado em outra ocasião, pode ser um capacitor, uma bateria ou outro reservatório de força. A energia sai do capacitor 180 e entra no circuito transferidor de força 420, que pode incorporar ou ser conectado ao retificador 178, que pode comunicar energia, tal como energia trifásica, ao TRE ou motor 400. Três linhas são ilustradas na Figura 30, para ilustrar energia trifásica. Energia trifásica pode ser fornecida na forma de um sinal modulado por código de pulso, regulado pelo circuito de controle 425 e emitido pelo circuito transferidor de energia 420. Sensores-atuadores 430

podem compreender, por exemplo, sensores de Hall 201, sensor-atuador de deflexão 247, sensores de deformação, flexão ou deflexão na haste de barbatana do rotador 341 (e semelhantes), sensores de posição-orientação e sensores e atuadores na fonte de força, em mecanismos direcionadores, e semelhantes.

[122] O motor 400, circuito transferidor de força 420, circuito transferidor de energia 415, fonte de força 110, capacitor 180, e sensores-atuadores 430 podem se comunicar com, ou formar entre eles, o circuito de controle 425. O circuito de controle 425 pode fornecer energia ao motor 400, girando a massa inercial primeiro em uma direção, depois na outra.

[123] O circuito de controle 425 pode controlar o motor 400 através de uma fase acionadora e uma fase de frenagem, cujas fases são repetidas para produzir empuxo. O circuito de controle 425 pode, por exemplo, detectar o ângulo de ataque ou um indicador do ângulo de ataque de uma barbatana (tal como uma flexão em um travessão flexível) e, baseado no ângulo de ataque, pode instruir o circuito transferidor de energia 420 a acionar o motor 400 para acelerar a massa inercial em uma fase acionadora, provocando uma reação de torque contra um estator, cujo torque é comunicado à barbatana (tal como através do casco), o que pode causar um aumento no ângulo de ataque da barbatana (ou um aumento na flexão do travessão flexível), até que um ângulo de ataque desejado da barbatana seja atingido, em cujo ponto, o circuito de controle 425 pode instruir o circuito transferidor de força 420 a aplicar um freio eletrônico na massa inercial em uma fase de frenagem, causando uma reação de torque contra o estator oposta ao torque experimentado durante a fase de acionamento, cujo torque é comunicado à barbatana, o que pode fazer com que o ângulo de ataque da barbatana diminua. Quando o ângulo de ataque retornar, por exemplo, ao normal em relação à direção de curso desejada da embarcação, a fase acionadora pode ser ativada, com o processo retornando ao processo destacado no início deste parágrafo. O circuito transferidor de força 420 e o motor 400 podem gerar força durante a aplicação do freio

eletrônico, cuja força pode ser transferida ao capacitor 180 para armazenamento. A força do capacitor 180 e da fonte de força 110 pode ser usada durante a fase acionadora. Outros circuitos de realimentação adicionais podem ser empregados, tal como um circuito de realimentação baseado em força disponível no capacitor 180, que pode controlar, através do circuito de controle 425, o circuito transferidor de energia 415 e a força produzida ou alimentada pela fonte de força 110.

[124] Existem quatro modos ou quadrantes possíveis de operação usando um motor CC, sem escovas ou outros. Em um gráfico X-Y de velocidade versus torque, o quadrante I é velocidade para frente e torque para frente. O torque está impulsionando o motor na direção para frente. Ao contrário, o quadrante III é velocidade reversa e torque reverso. Agora, o motor está “circulando” na direção reversa, girando para trás com o torque reverso. O quadrante II é onde o motor está girando na direção para frente, mas o torque está sendo aplicado em reverso. O torque está sendo usado para “frenar” o motor, e o motor está agora gerando força como resultado. Finalmente, o quadrante IV é exatamente o oposto. O motor está girando na direção reversa, mas o torque está sendo aplicado na direção para frente. De novo, torque está sendo aplicado para tentar retardar o motor e alterar sua direção para frente novamente. Uma vez mais, o motor está gerando força.

REIVINDICAÇÕES

1. Embarcação compreendendo uma barbatana [215, 305], um motor montado em um casco [325, 500], e uma massa inercial [155, 170, 175, 330], em que as barbatanas são presas ao casco, opcionalmente usando um elemento transmissor de força, e o motor é um motor de reação de torque (TRE) dentro em uma cápsula, em que o motor de reação de torque (TRE) compreende um rotor e um estator, em que o estator é preso ou forma o interior da cápsula, em que o casco ou a outro elemento transmissor de força é preso e geralmente envolve a cápsula, em que a massa inercial é presa ao rotor de modo que o rotor e a massa inercial, juntos são girados no sentido contrário e de modo cíclico pelo estator, em uma direção e depois na outra, em volta de um eixo geométrico de rotação, a massa inercial pode ser simétrica em volta de um eixo geométrico central compartilhado com o motor, em que a embarcação está disposta de tal modo que, onde o motor acelera ciclicamente no sentido contrário a massa inercial e é submetido a uma reação de torque por ela causada [181, 182, 183, 184], onde a reação de torque sobre o motor da aceleração cíclica no sentido contrário da massa inercial é comunicada à barbatana através do casco, resultando na translação da barbatana através de um fluido de empuxo envolvente [1000, 342], **caracterizada por** a translação da barbatana através do fluido de empuxo envolvente produz empuxo.

2. Embarcação, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo** fato do motor girar a massa inercial em volta de um dentre um eixo geométrico horizontal [235], um eixo geométrico vertical [225], e um eixo geométrico transversal [320].

3. Embarcação, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo** fato do motor e a massa inercial estarem dentro do casco [100, 200, 300, 133, 325, 1300].

4. Embarcação, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo** fato da massa inercial ser sustentada em volta de um eixo geométrico por um mancal, onde o eixo é comum a um eixo central do motor [235, 225, 230].

5. Embarcação, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo** fato do motor ser um motor elétrico [325, 400, 900].

6. Embarcação, de acordo com a reivindicação 5, onde o motor elétrico é controlado por um circuito para acelerar ciclicamente no sentido contrário a massa inercial, **caracterizada pelo** fato de que, para acelerar ciclicamente no sentido contrário a massa inercial, o circuito aplica alternadamente força para acelerar a massa inercial, e aplica um freio eletrônico para desacelerar a massa inercial.

7. Embarcação, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizada pelo** fato do freio eletrônico gerar força.

8. Embarcação, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizada pelo** fato do circuito ainda compreender um reservatório de força, e da força gerada pelo freio eletrônico ser armazenada no reservatório de força [180].

9. Embarcação, de acordo com a reivindicação 6, onde o circuito ainda recebe informações de sensor e **caracterizada por** o circuito acelerar ciclicamente no sentido contrário a massa inercial, pelo menos parcialmente, em resposta às informações do sensor.

10. Embarcação, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo** fato do motor compreender um estator e um rotor, da massa inercial ser fixada ao rotor e do estator ser fixado ao casco [130,300].

11. Embarcação, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo** fato da barbatana ser presa ao motor por um travessão flexível [217, 340, 341].

12. Embarcação, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizada pelo** fato de que um módulo de flexão do travessão flexível poder ser ajustado [217, 245, 340, 341, 342].

13. Embarcação, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo** fato da massa inercial compreender uma bateria [330].

14. Embarcação, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo** fato de ainda compreender uma fonte de força para o motor, onde a fonte

de força é rebocada pela embarcação [100,1300].

15. Embarcação, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizada pelo** fato da fonte de força ser um gerador [110].

16. Embarcação, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizada pelo** fato da fonte de força ser rebocada sobre uma barcaça de superfície [105] ou em uma embarcação submersível.

17. Embarcação, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizada pelo** fato de ainda compreender uma espia, onde a espia prende a embarcação e a fonte de força [110,205].

18. Embarcação, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo** fato de ainda compreender um mecanismo direcionador e um mecanismo de ajuste de lastro.

19. Embarcação, de acordo com a reivindicação 18, **caracterizada pelo** fato do mecanismo direcionador inclinar o ângulo da barbatana em relação à embarcação [100,1300].

20. Embarcação, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo** fato de ainda compreender uma segunda barbatana [305A, 305B].

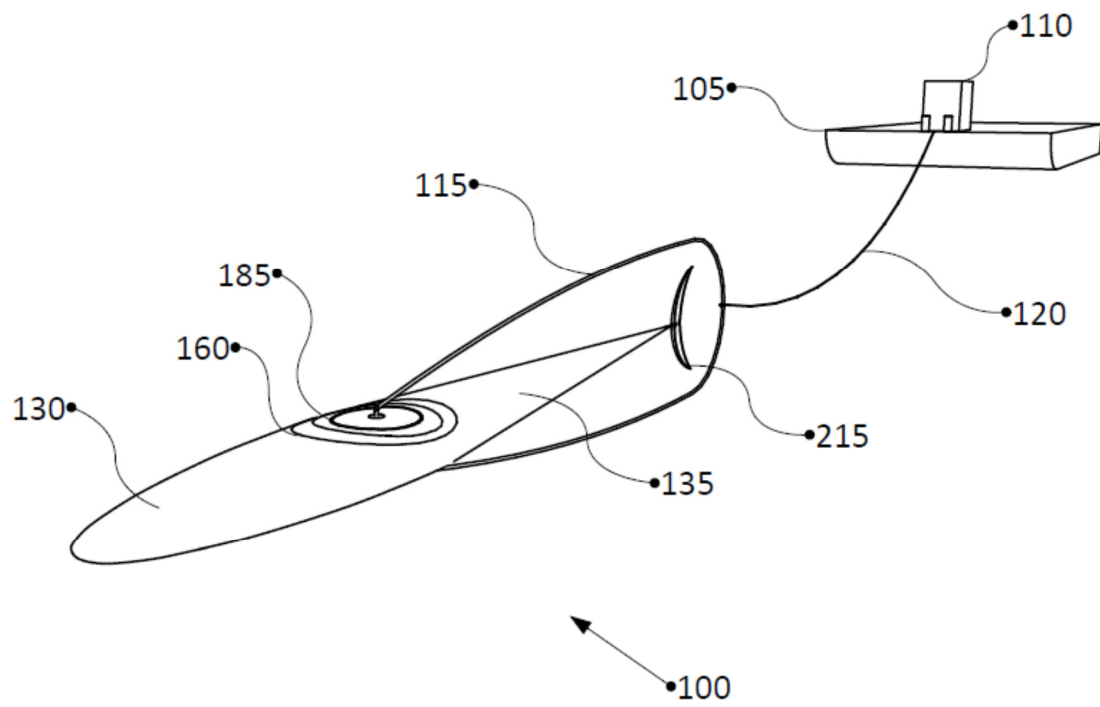


Figura 1

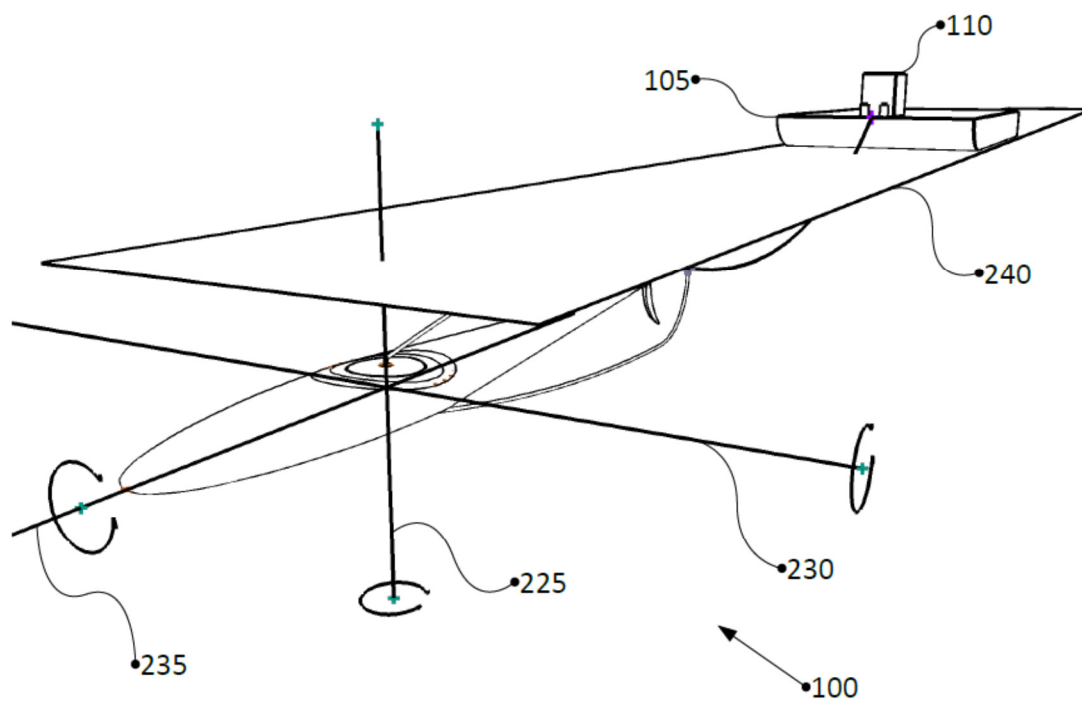
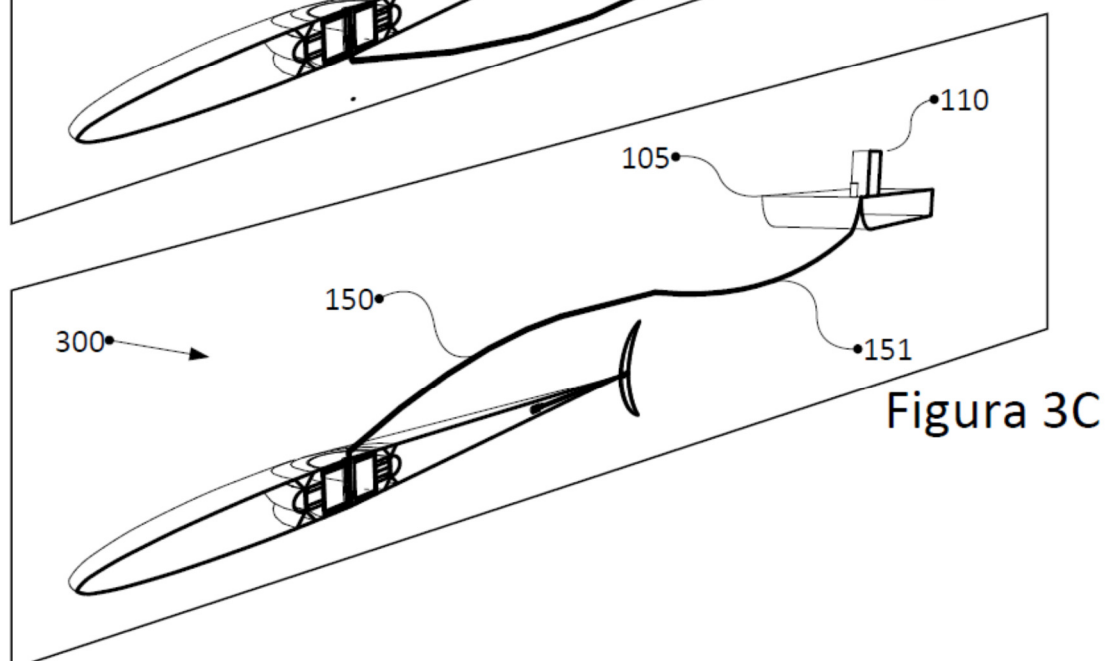
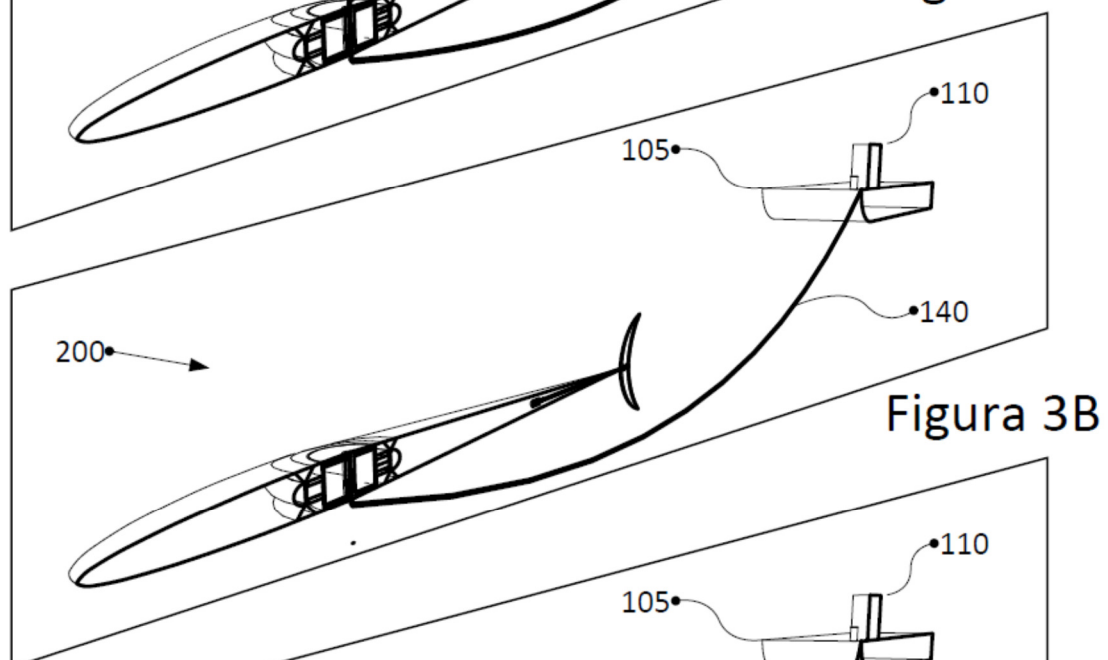
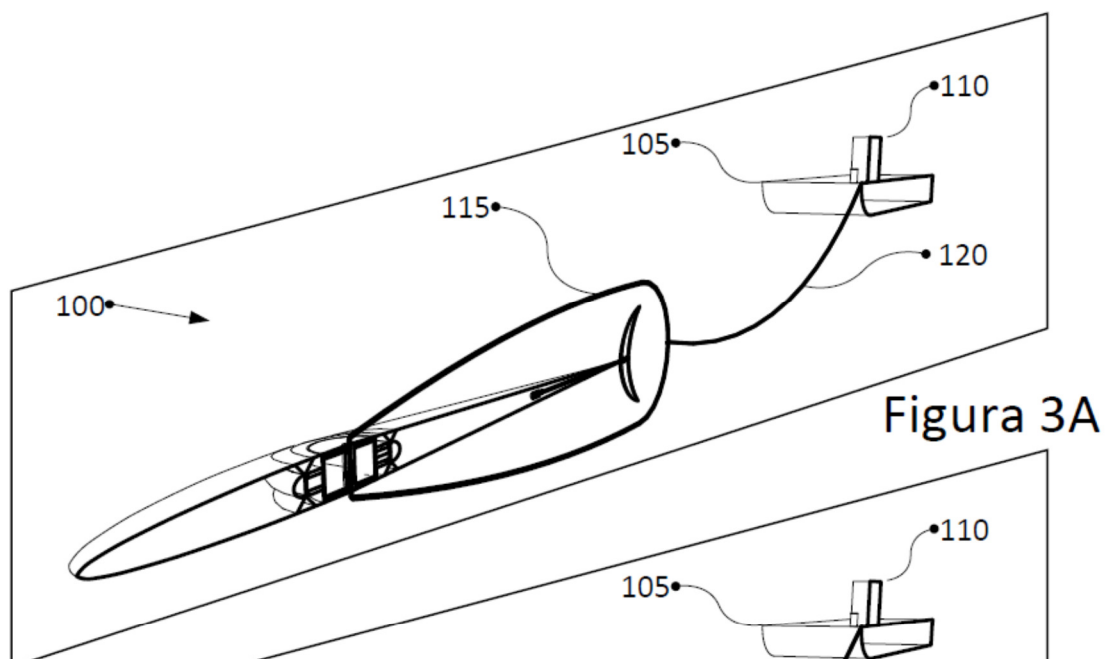


Figura 2



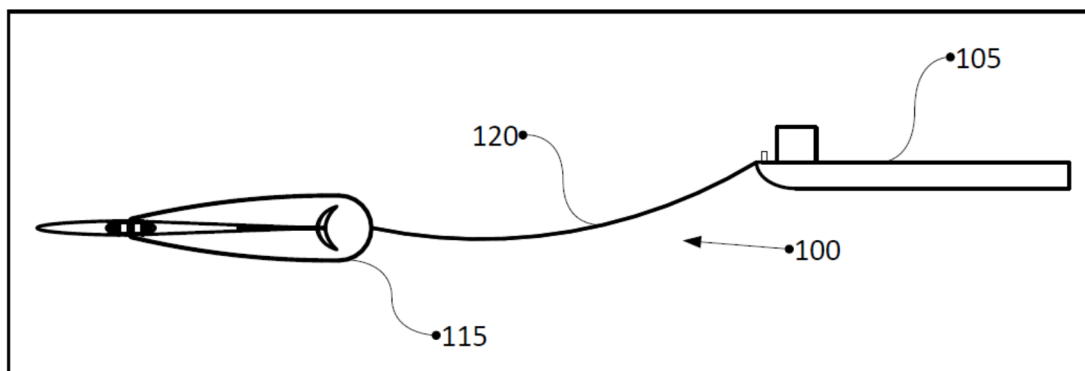


Figura 4A

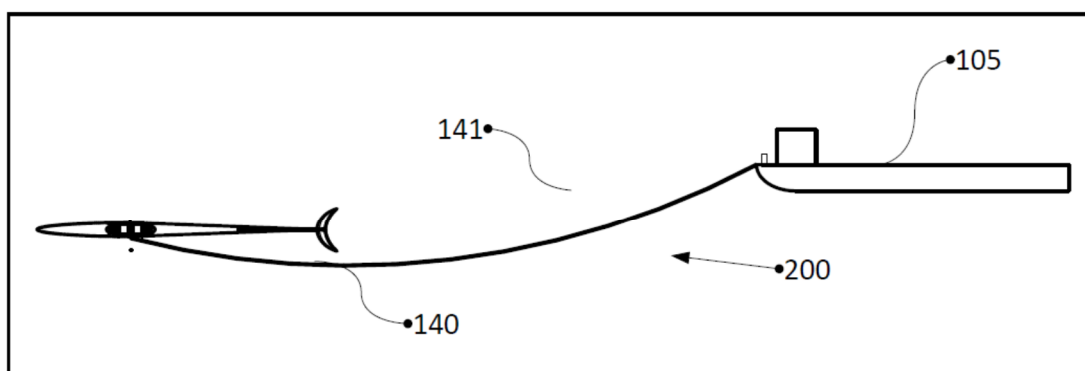


Figura 4B

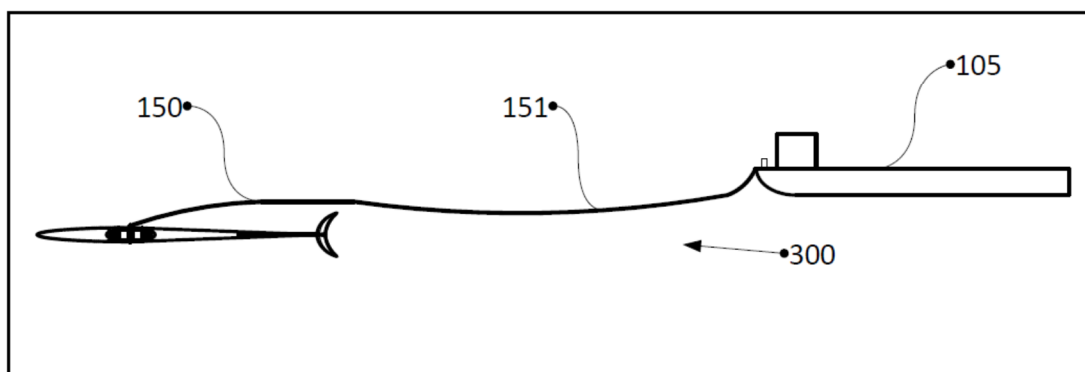


Figura 4C

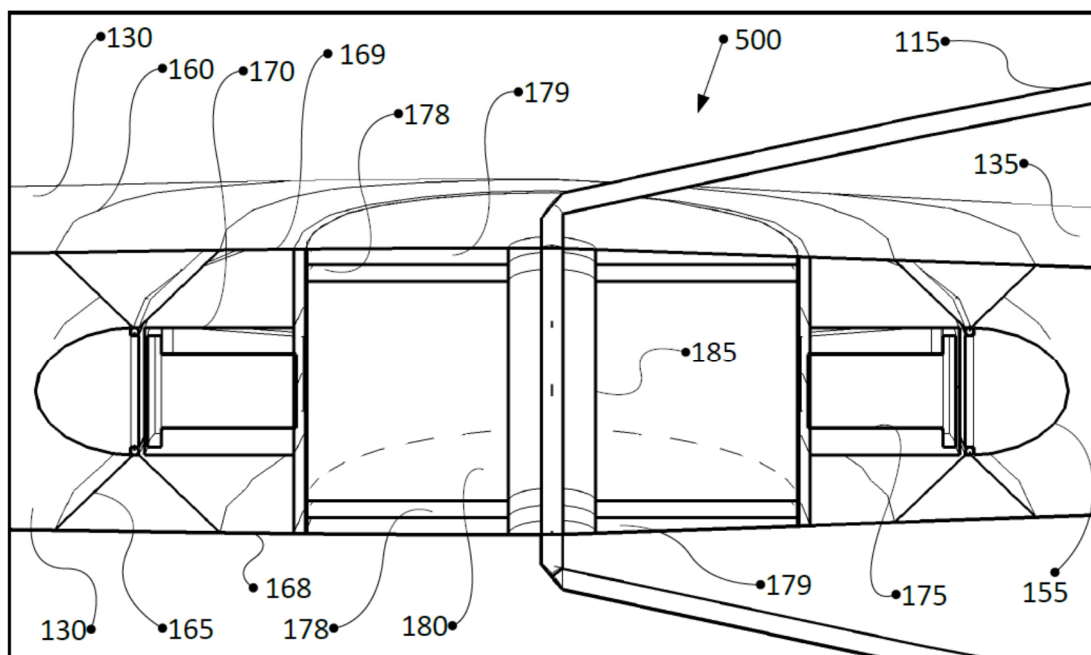


Figura 5A

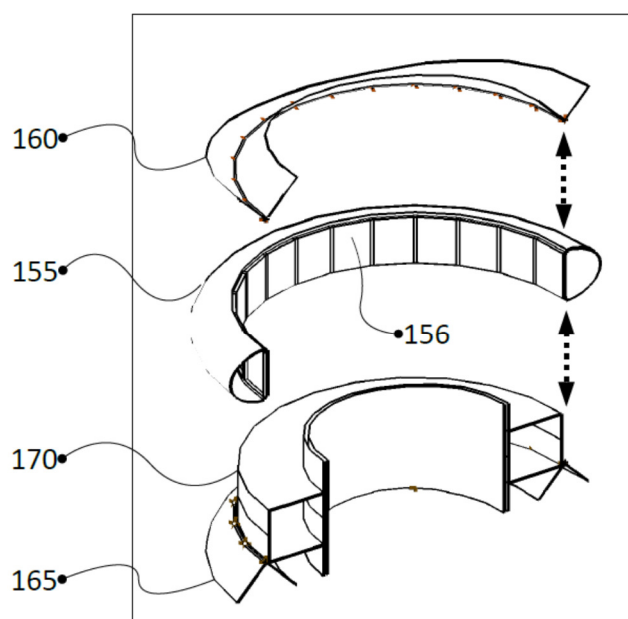


Figura 5B

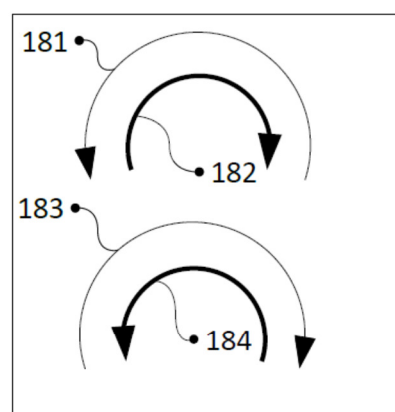


Figura 5C

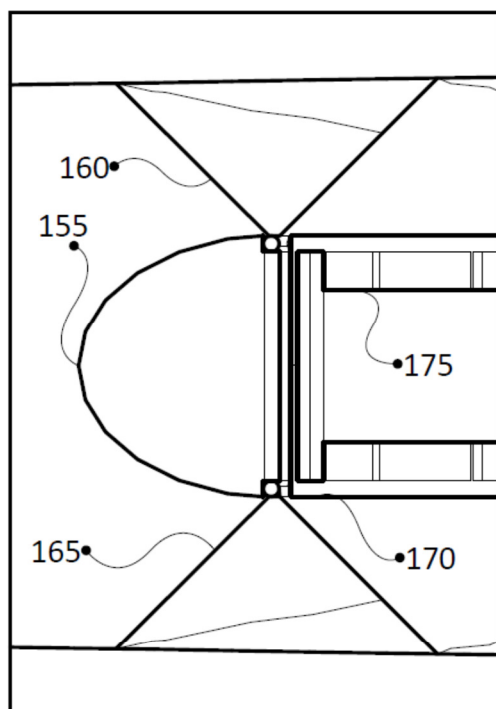


Figura 6A

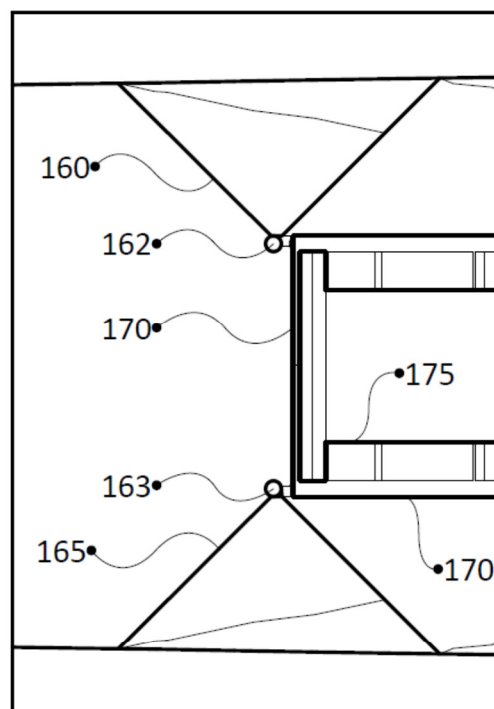


Figura 6B

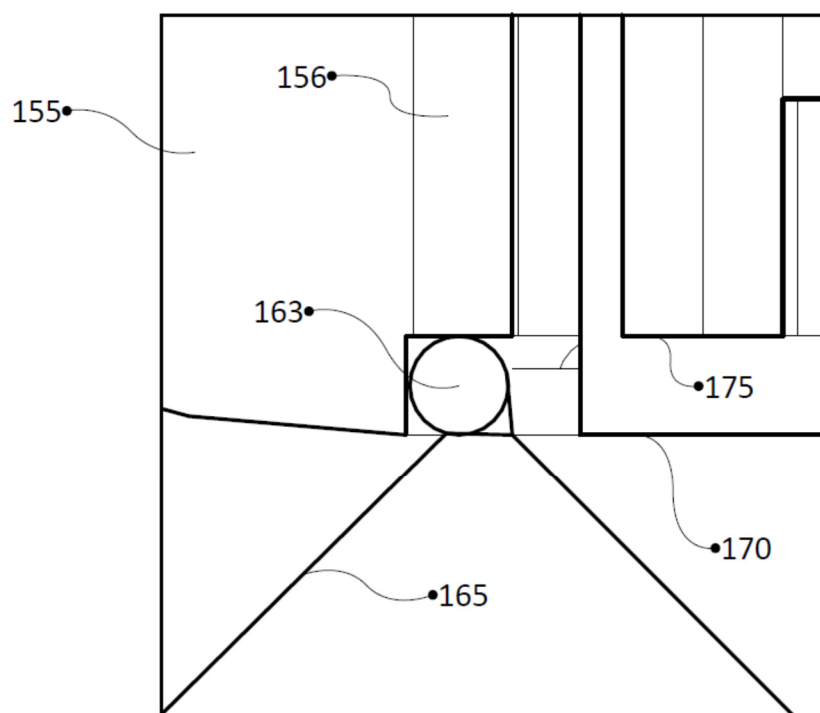


Figura 6C

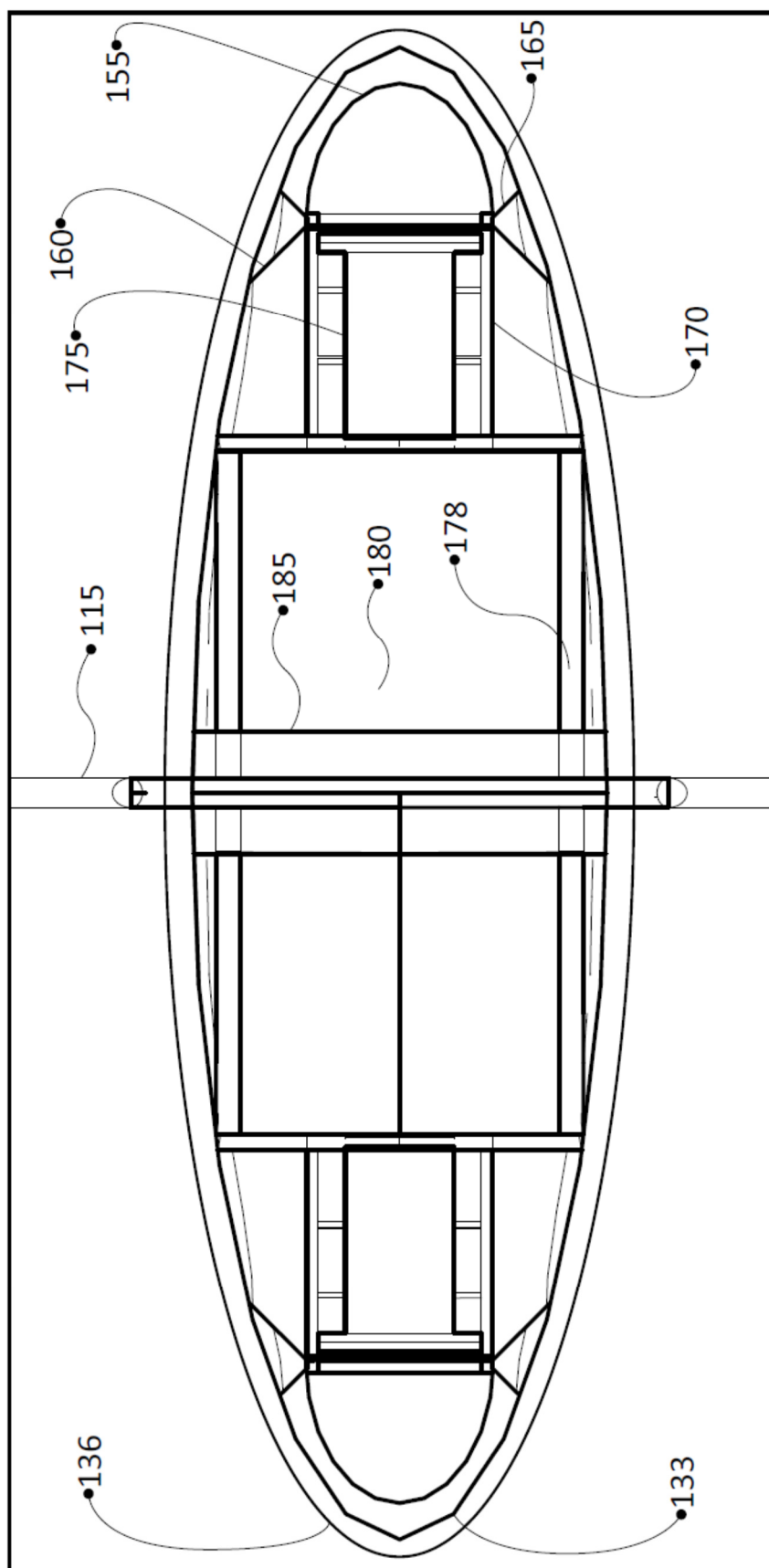


Figura 7

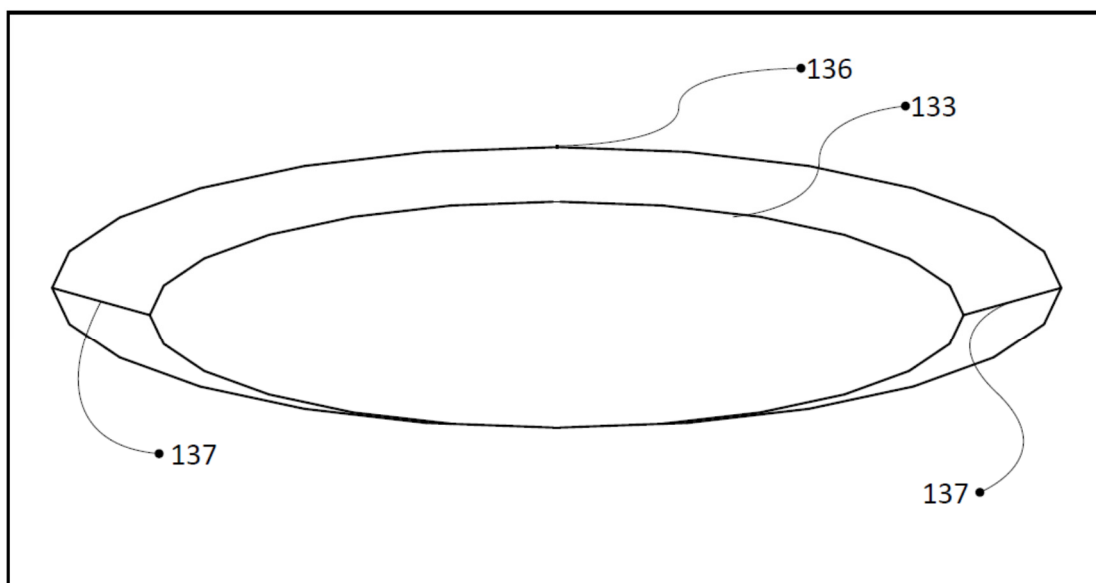


Figura 8A

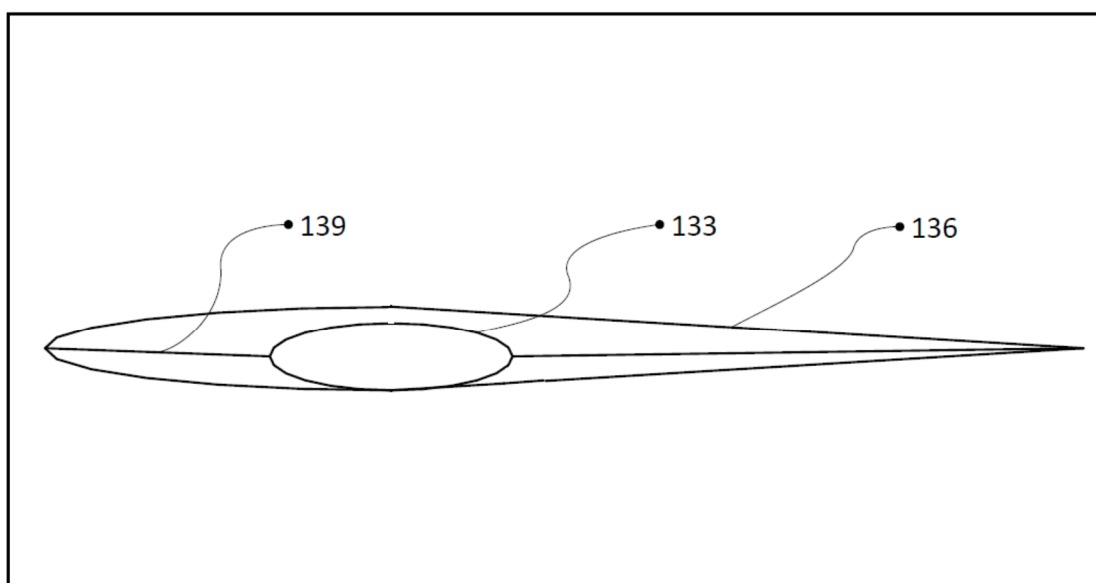


Figura 8B

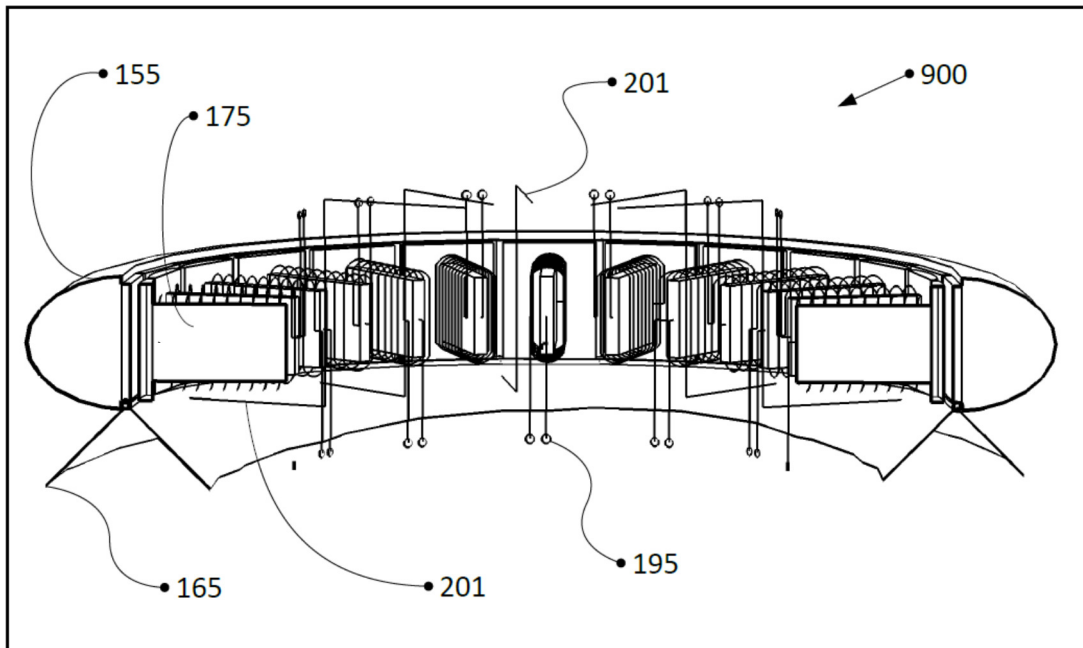


Figura 9A

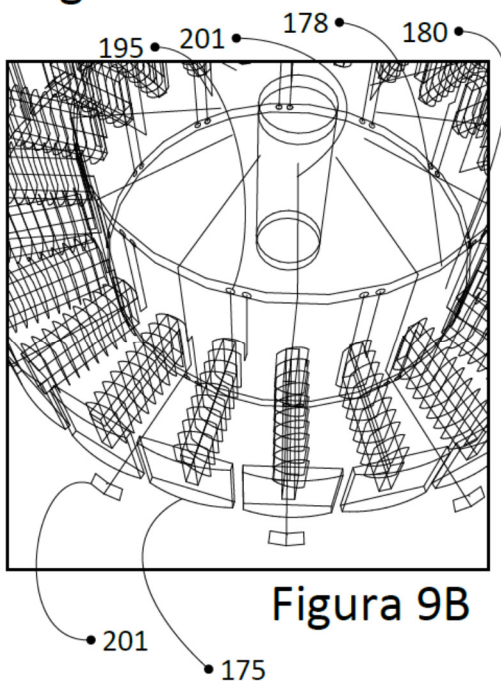


Figura 9B

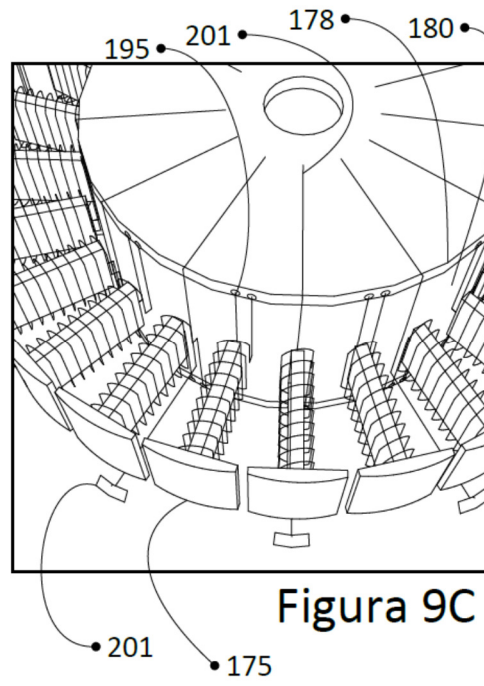


Figura 9C

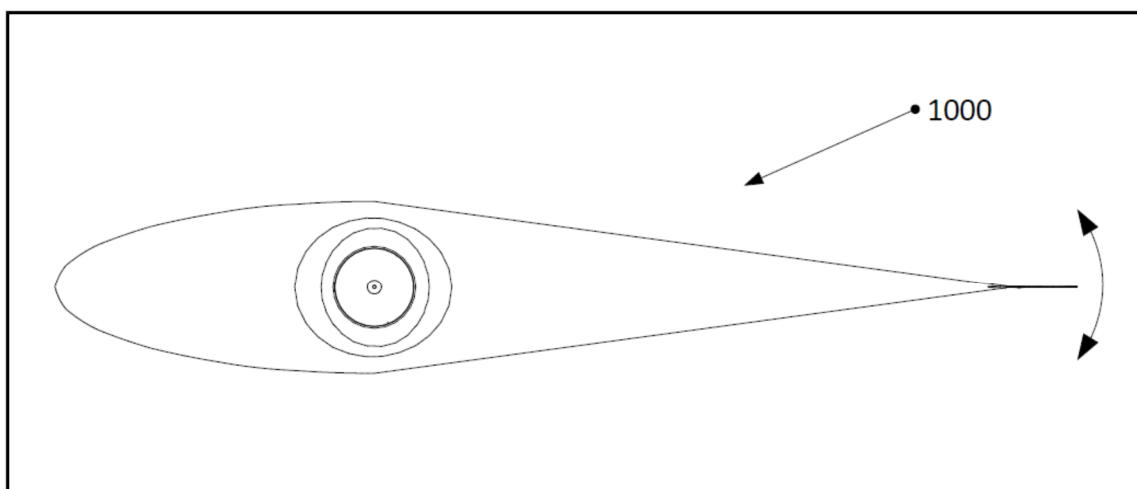


Figura 10

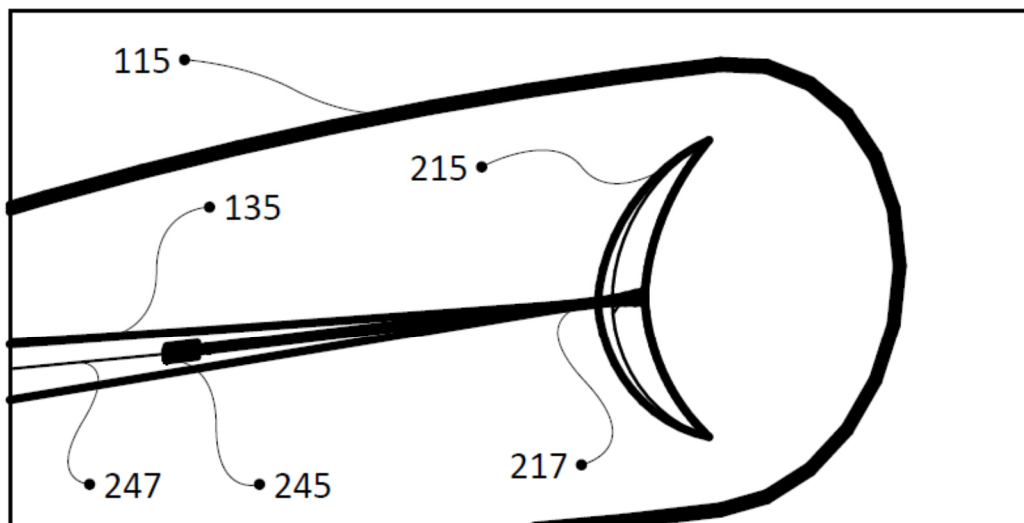


Figura 11A

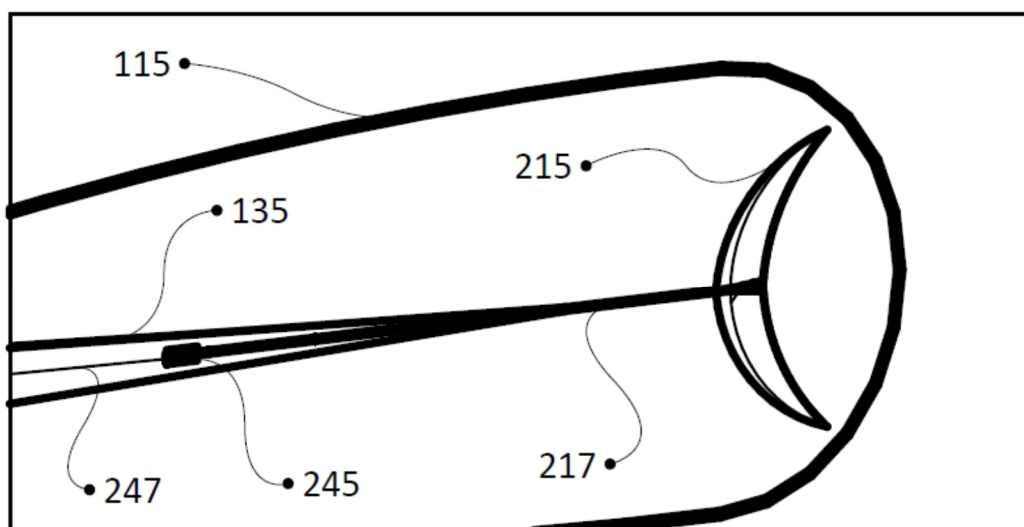


Figura 11B

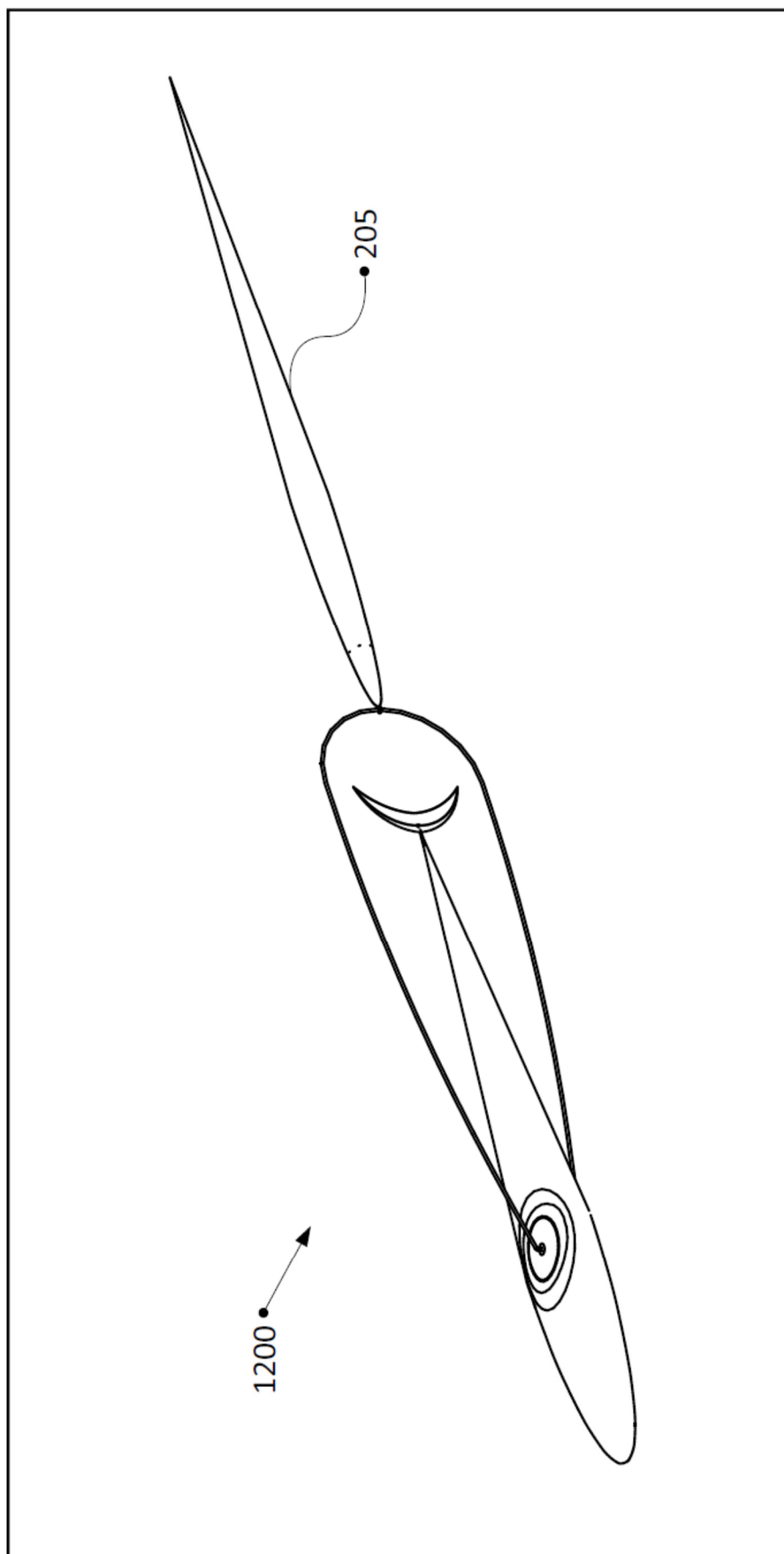


Figura 12

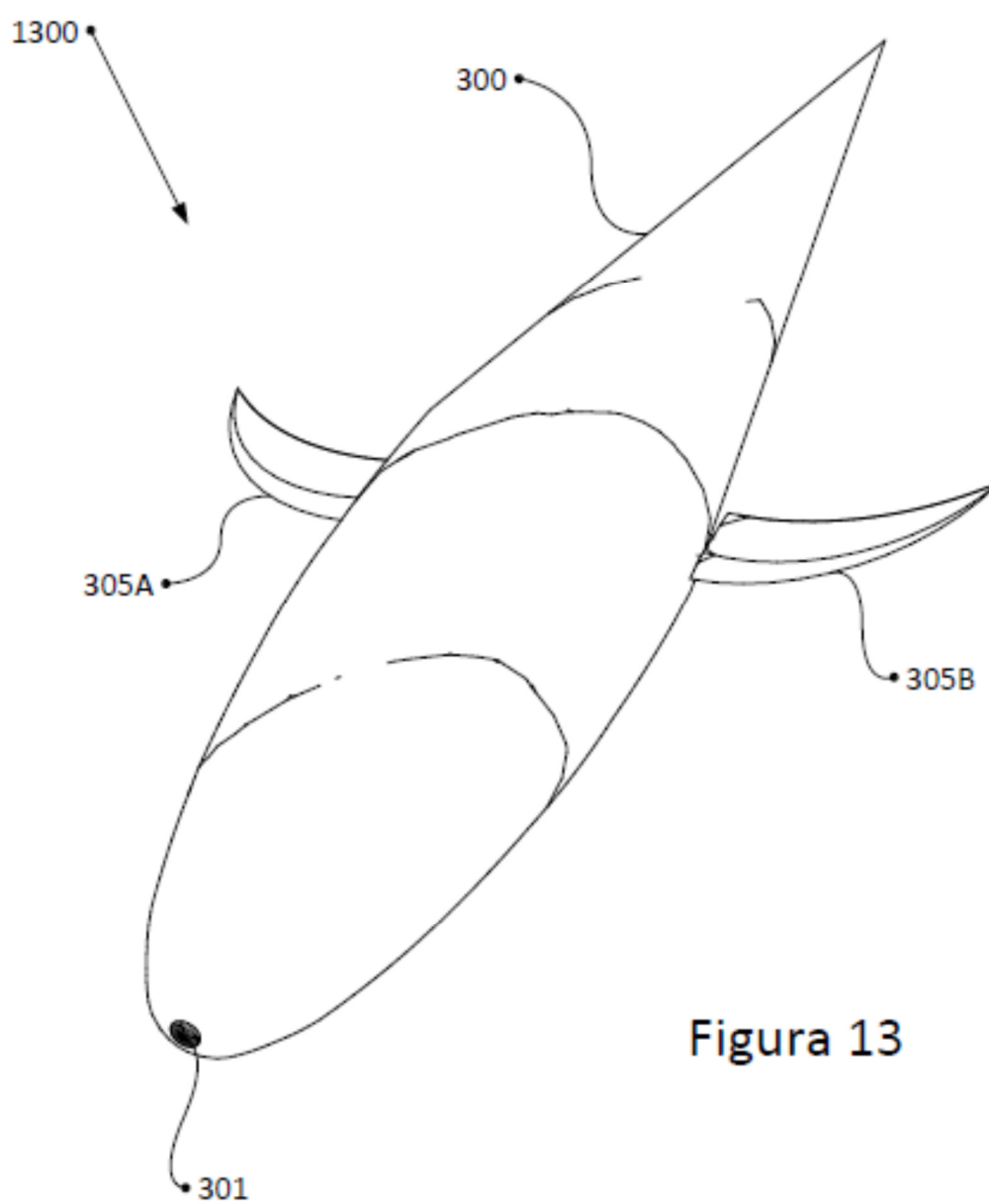


Figura 13

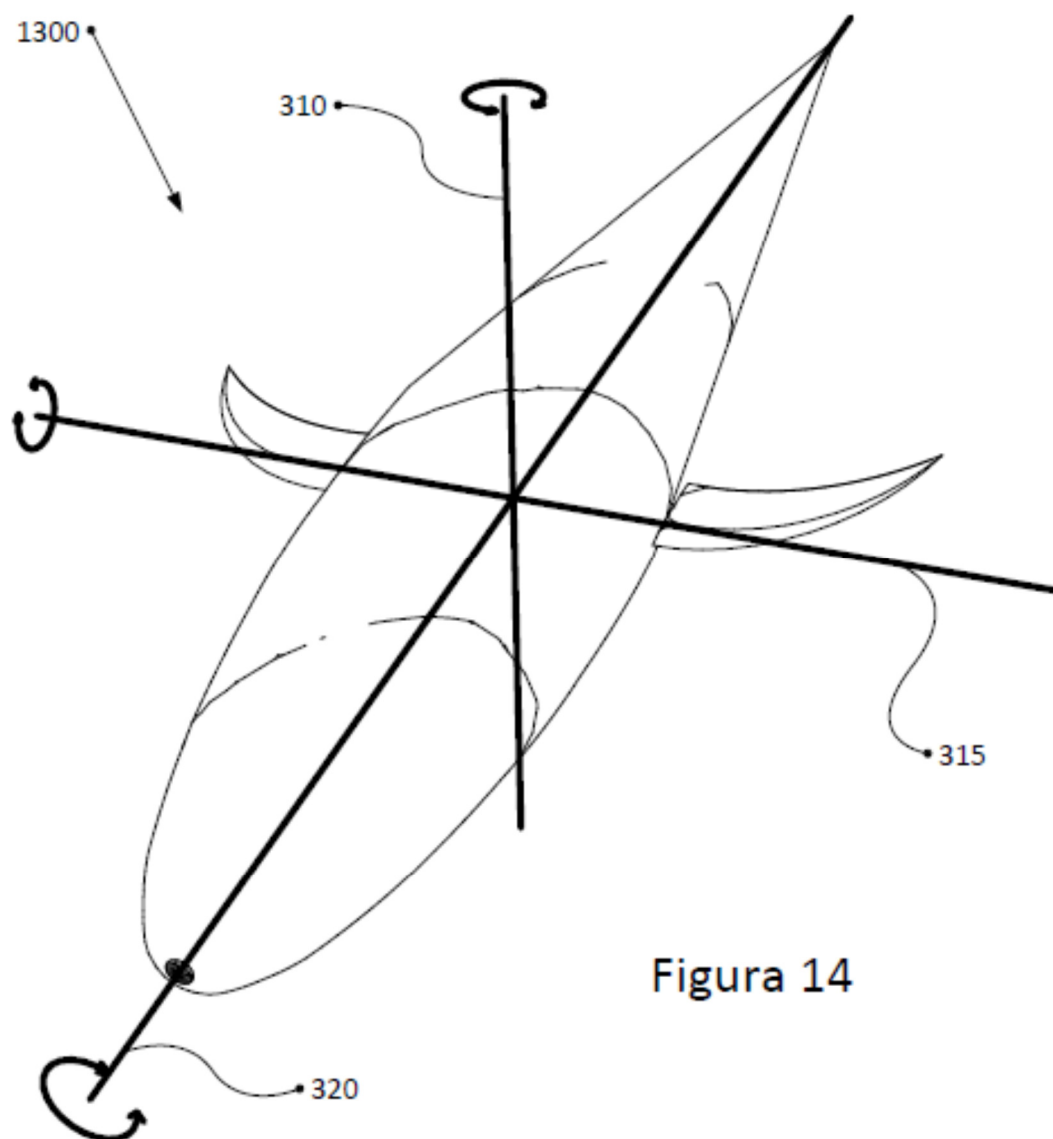


Figura 14

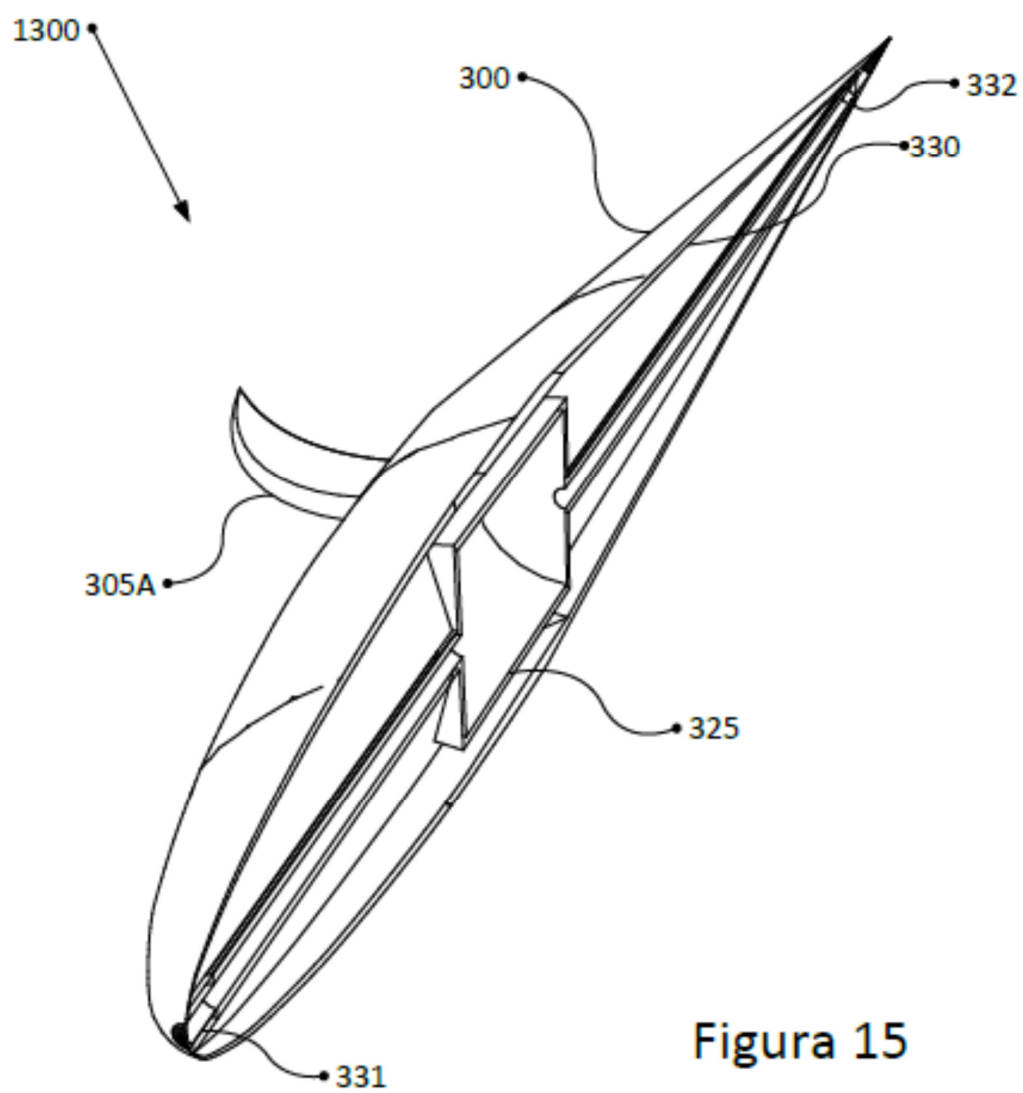
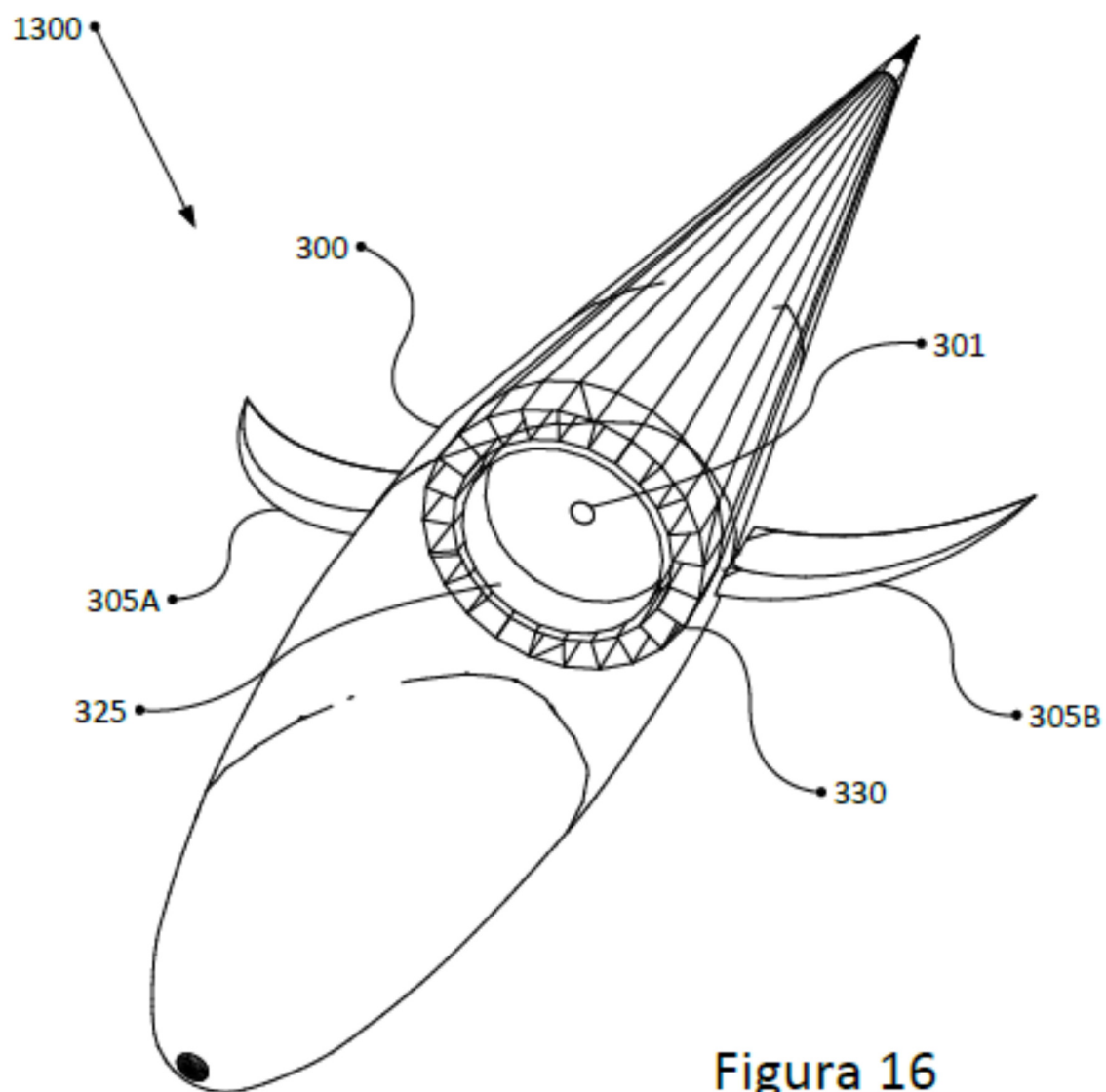


Figura 15



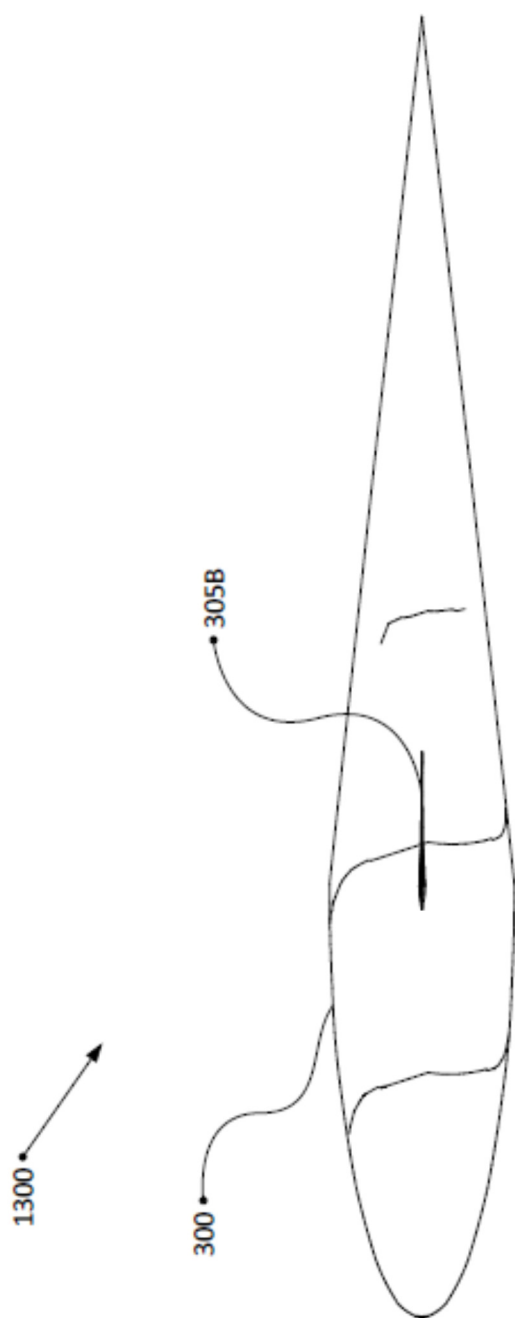


Figura 17

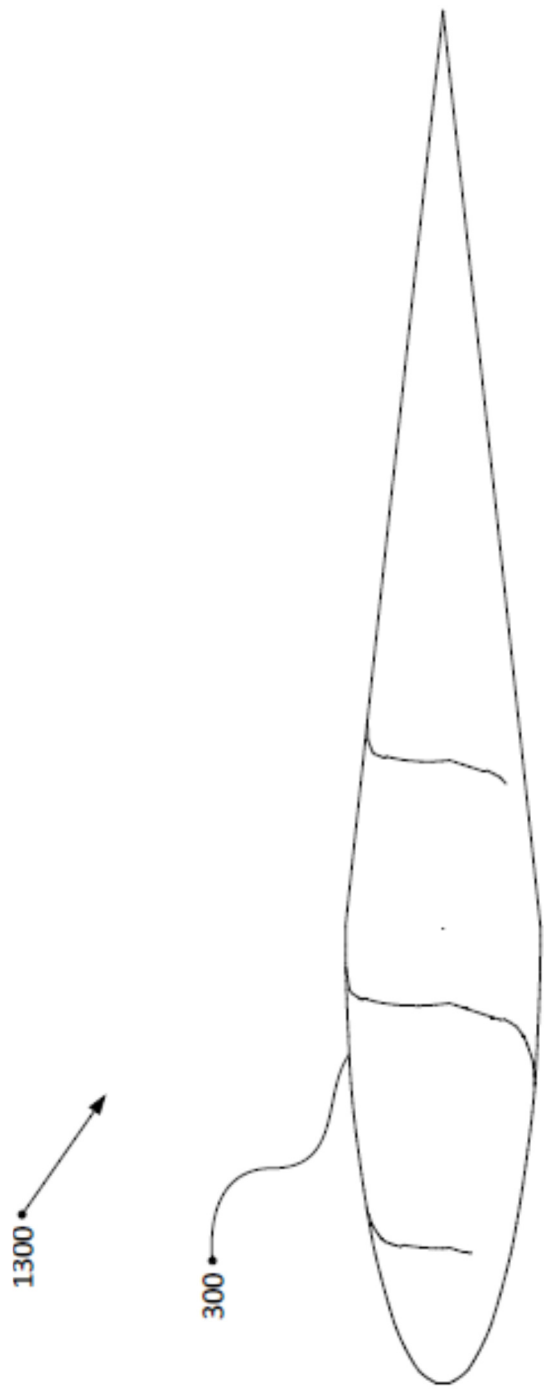


Figura 18

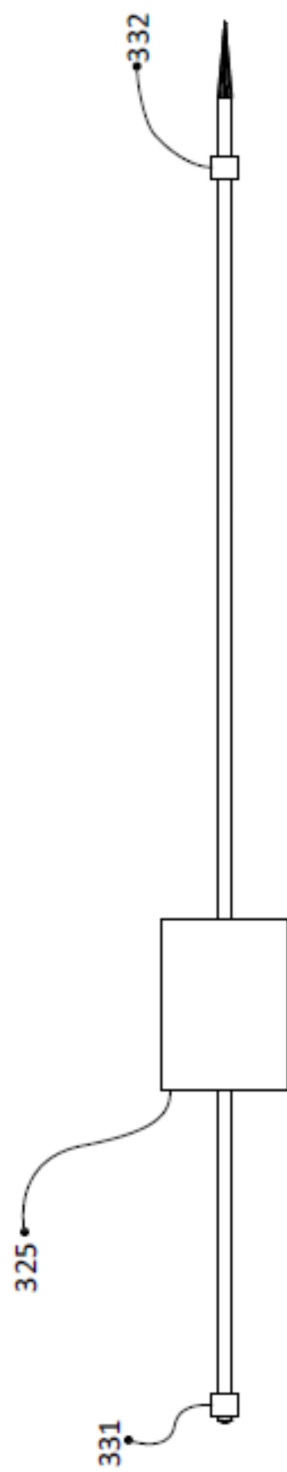


Figura 19

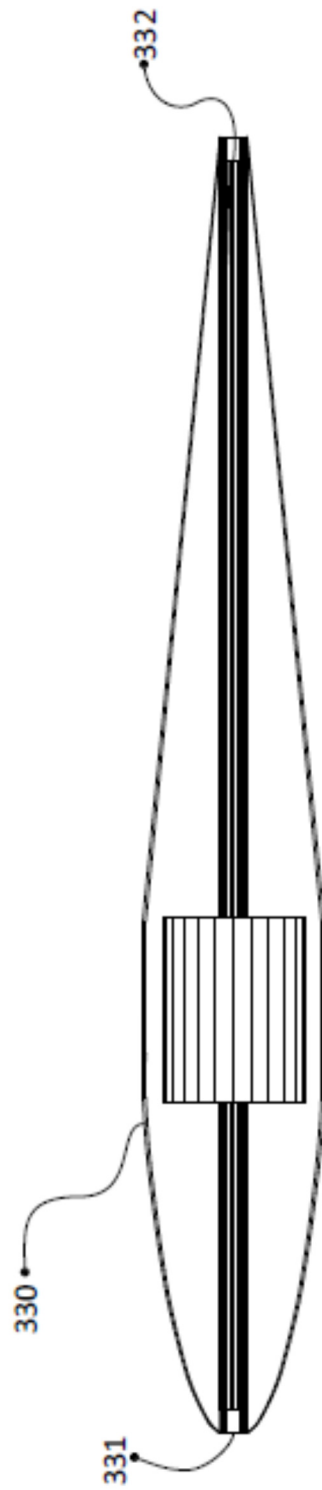


Figura 20

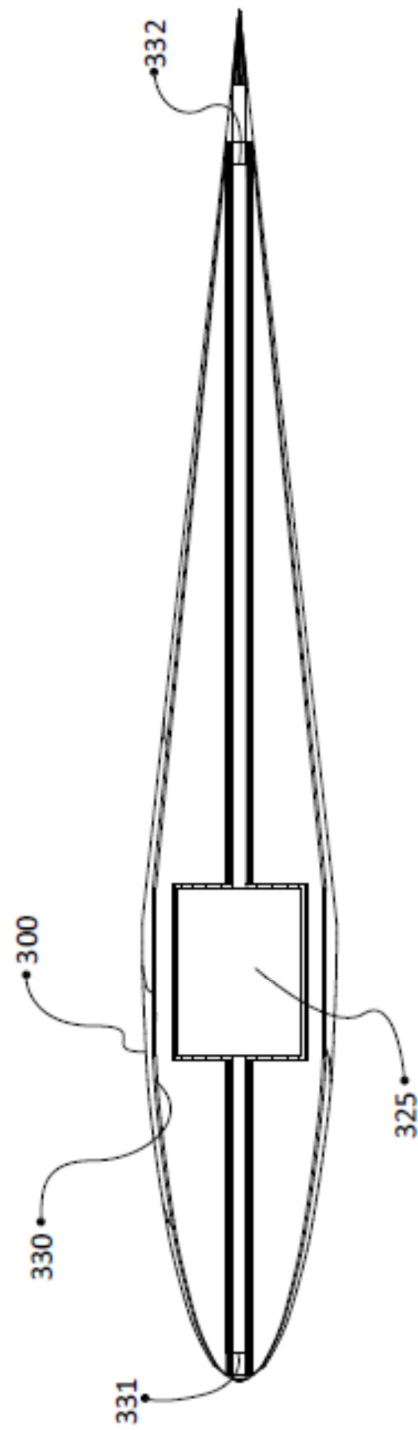


Figura 21

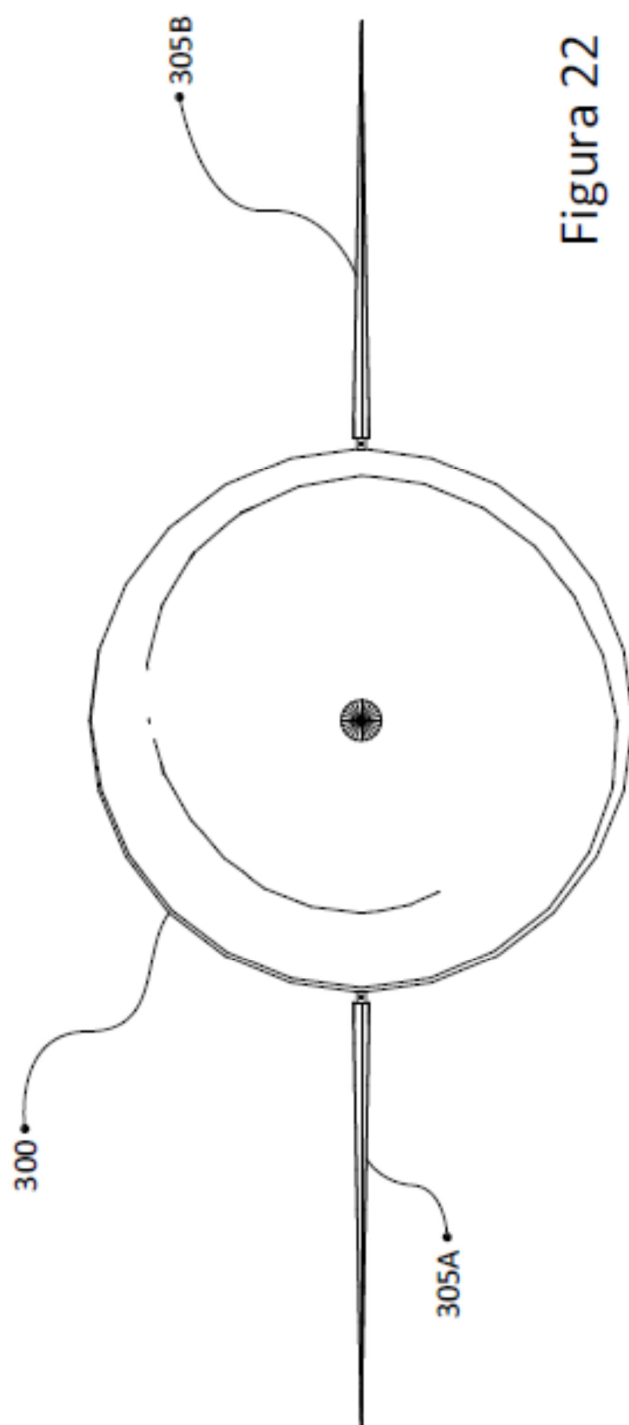


Figura 22

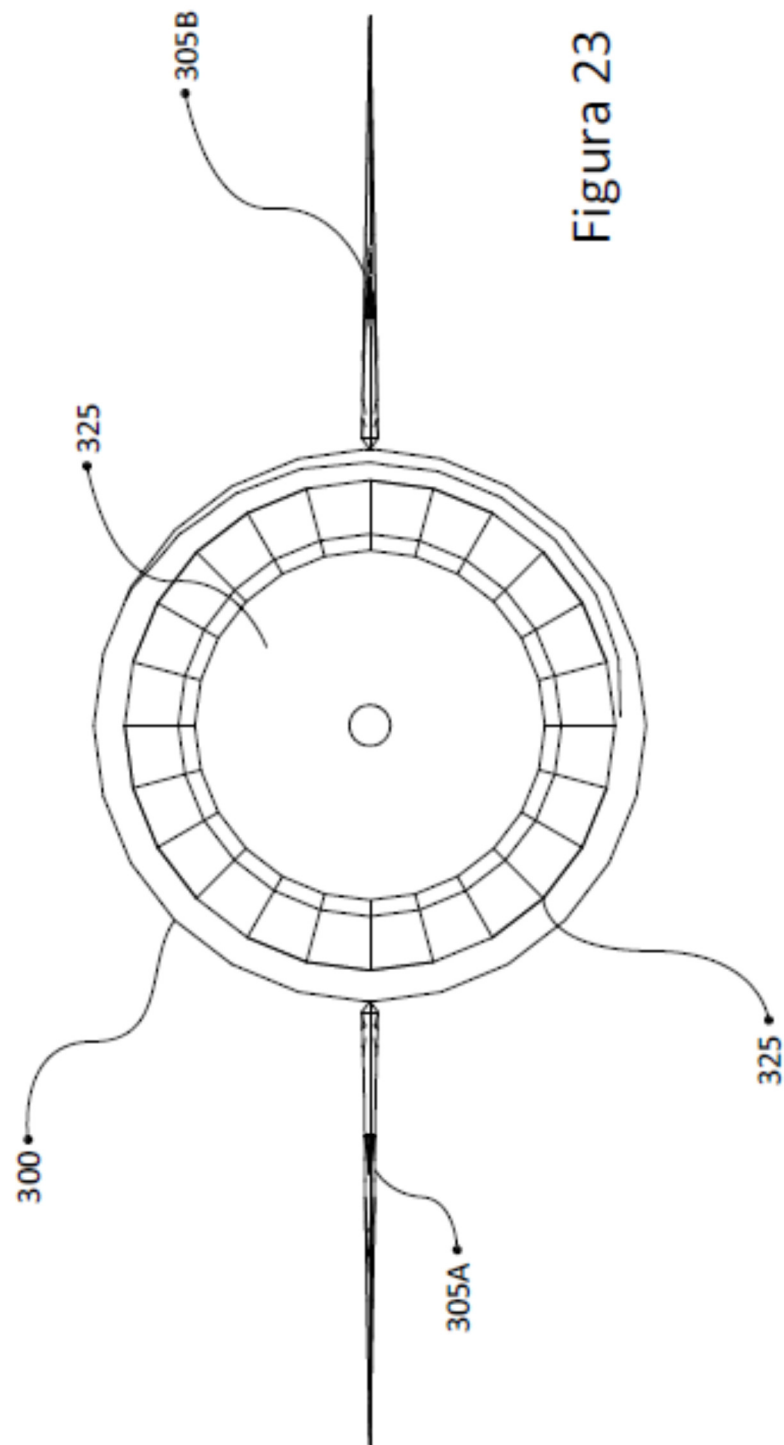


Figura 23

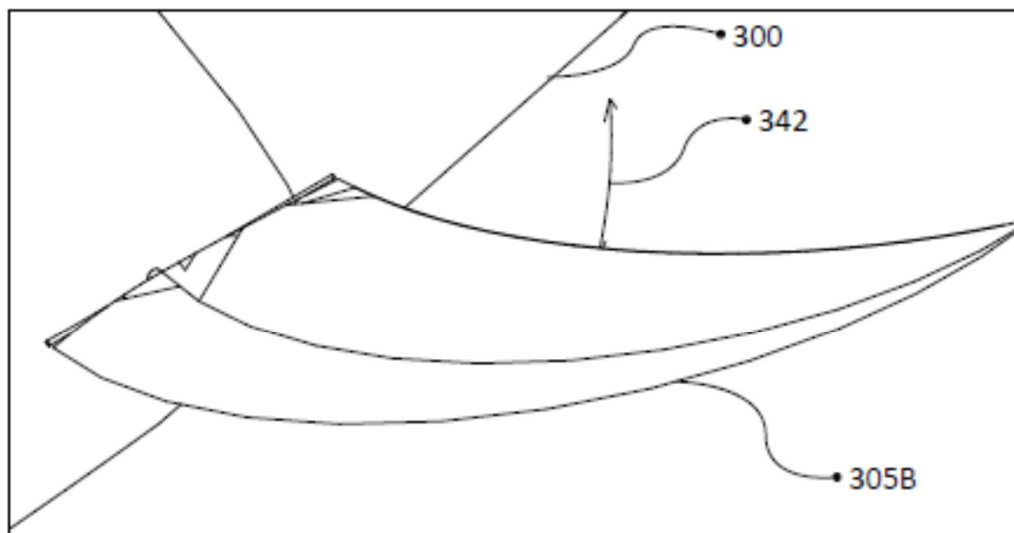


Figura 24A

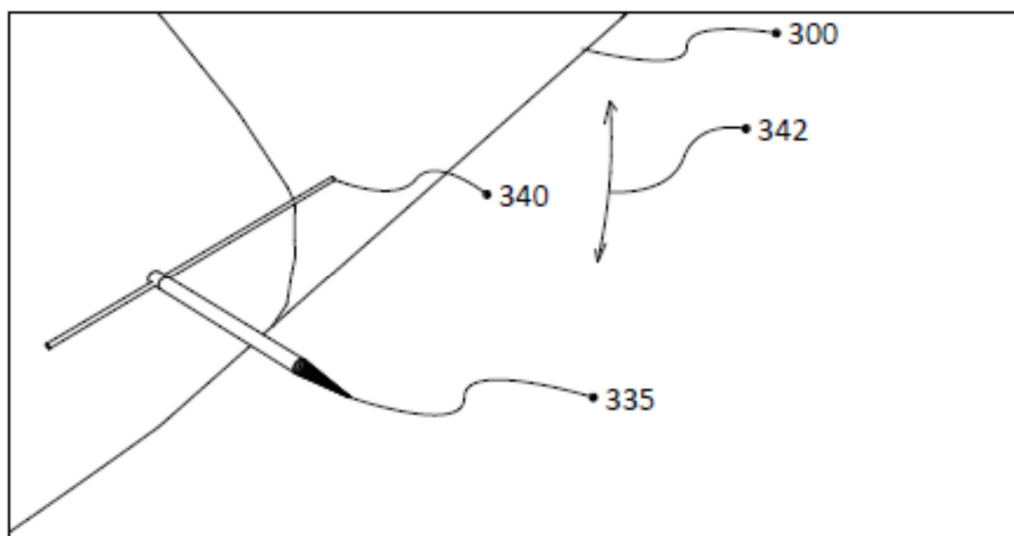


Figura 24B

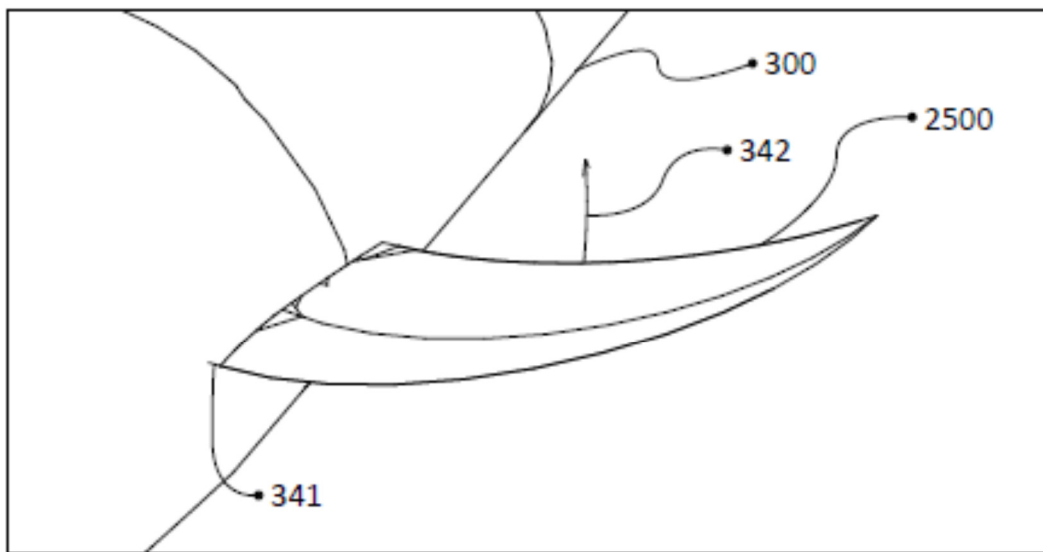


Figura 25A

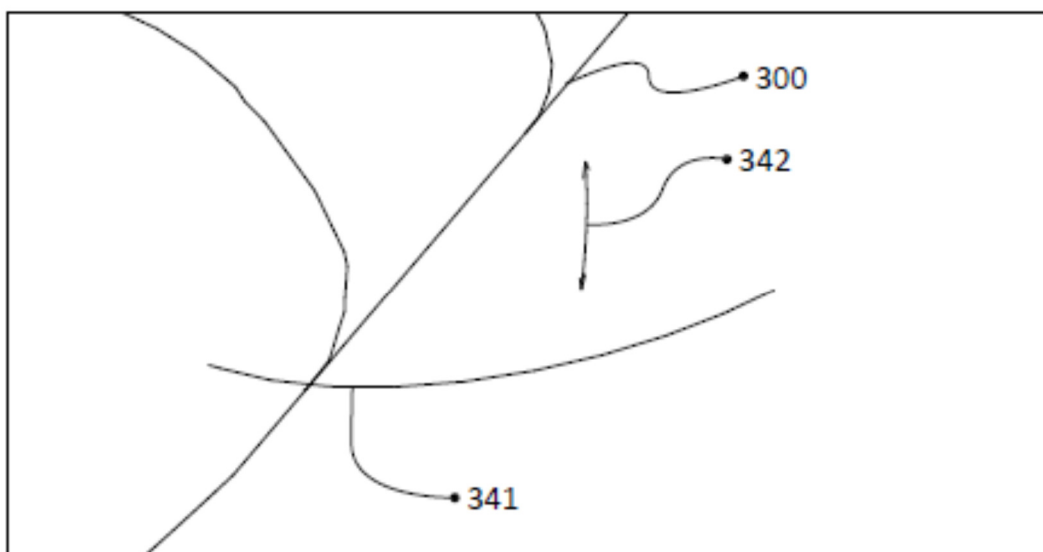


Figura 25B

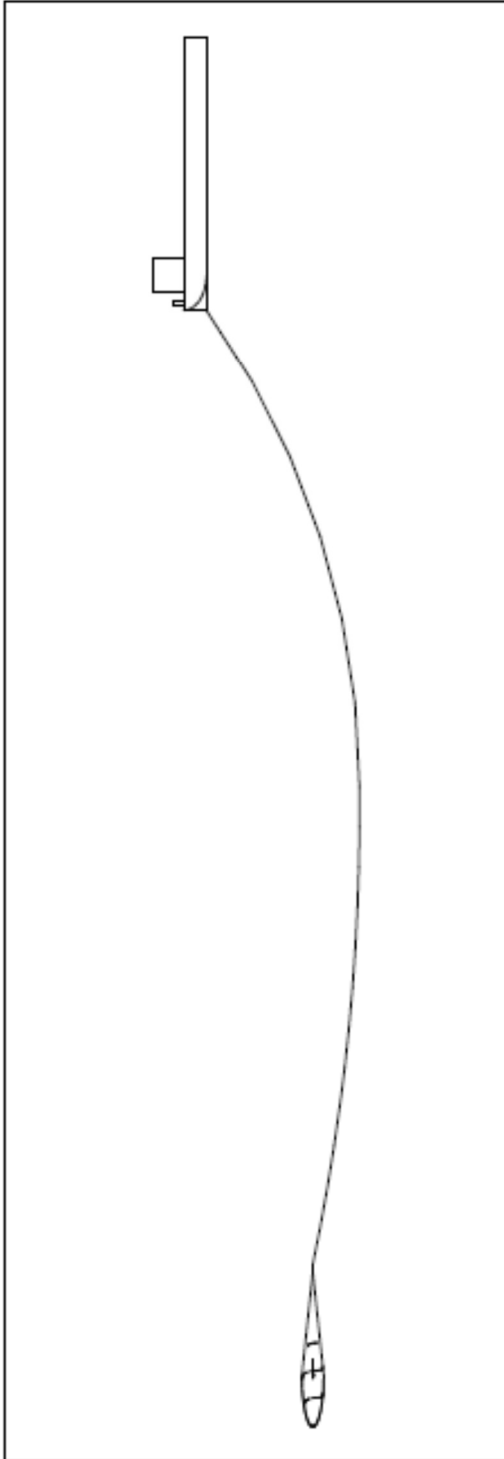


Figura 26A

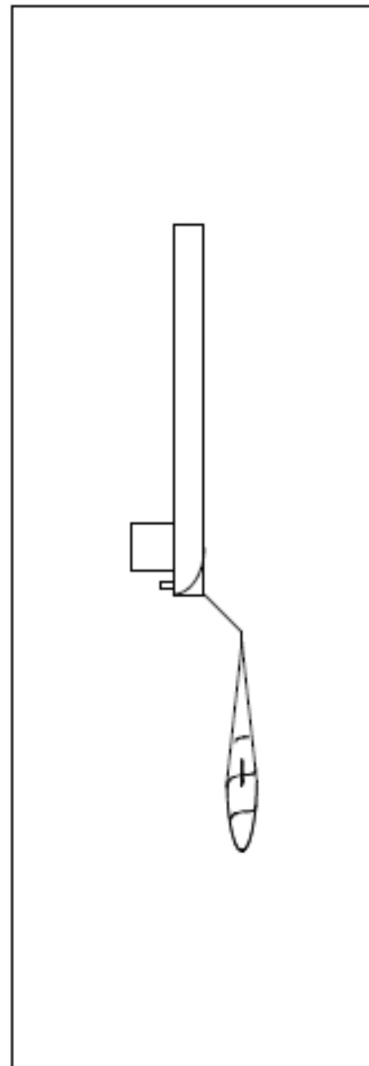


Figura 26B

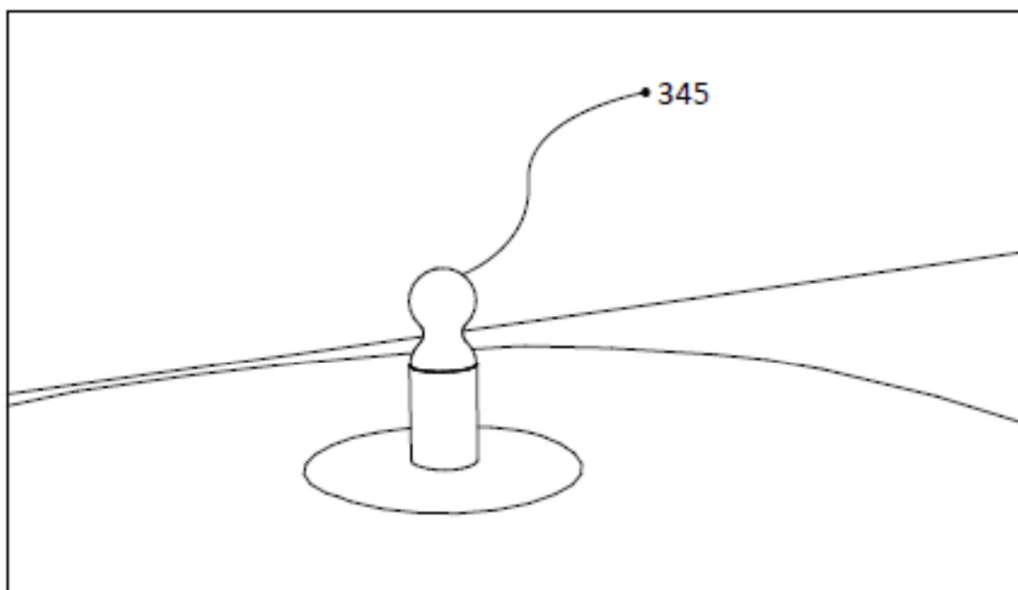


Figura 27A

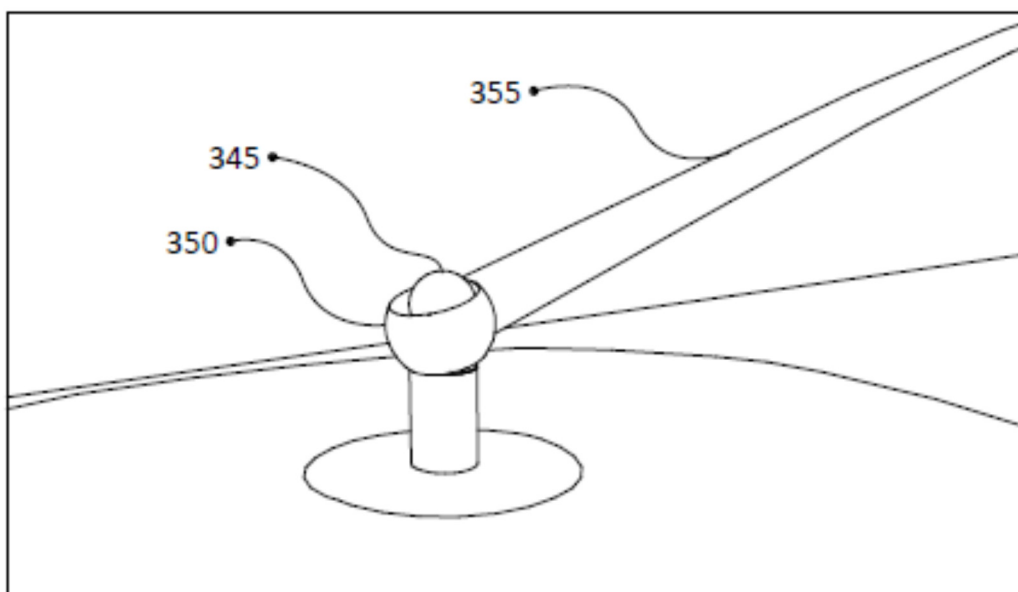


Figura 27B

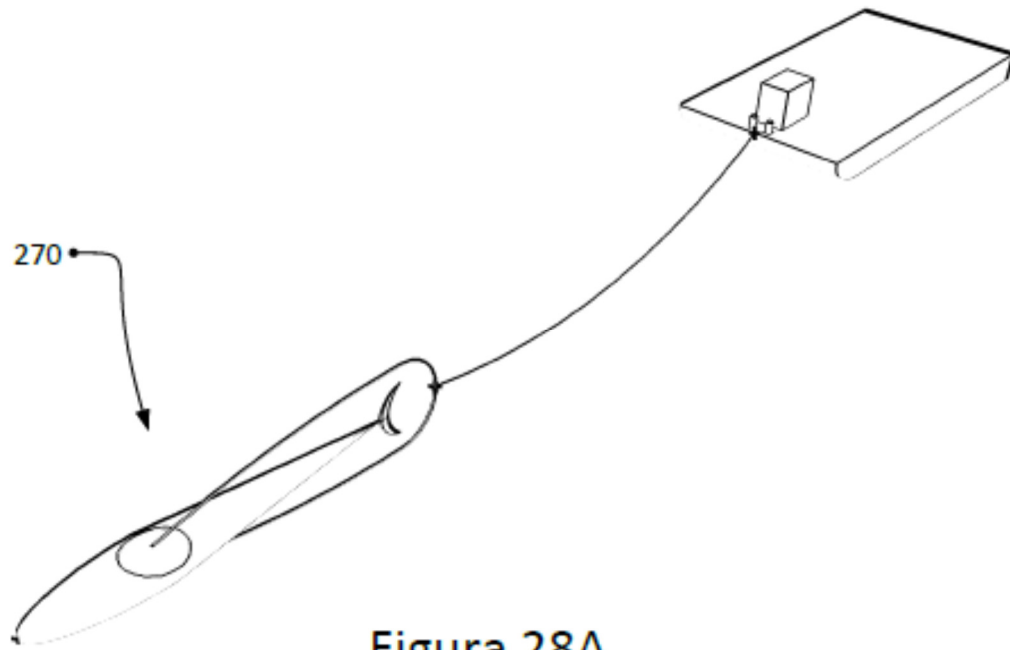


Figura 28A

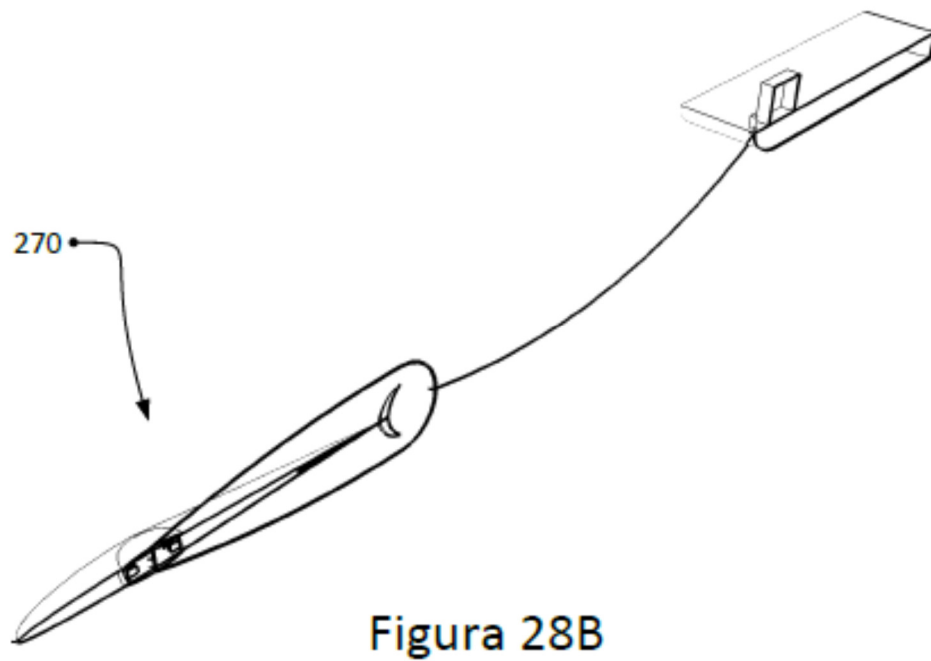


Figura 28B

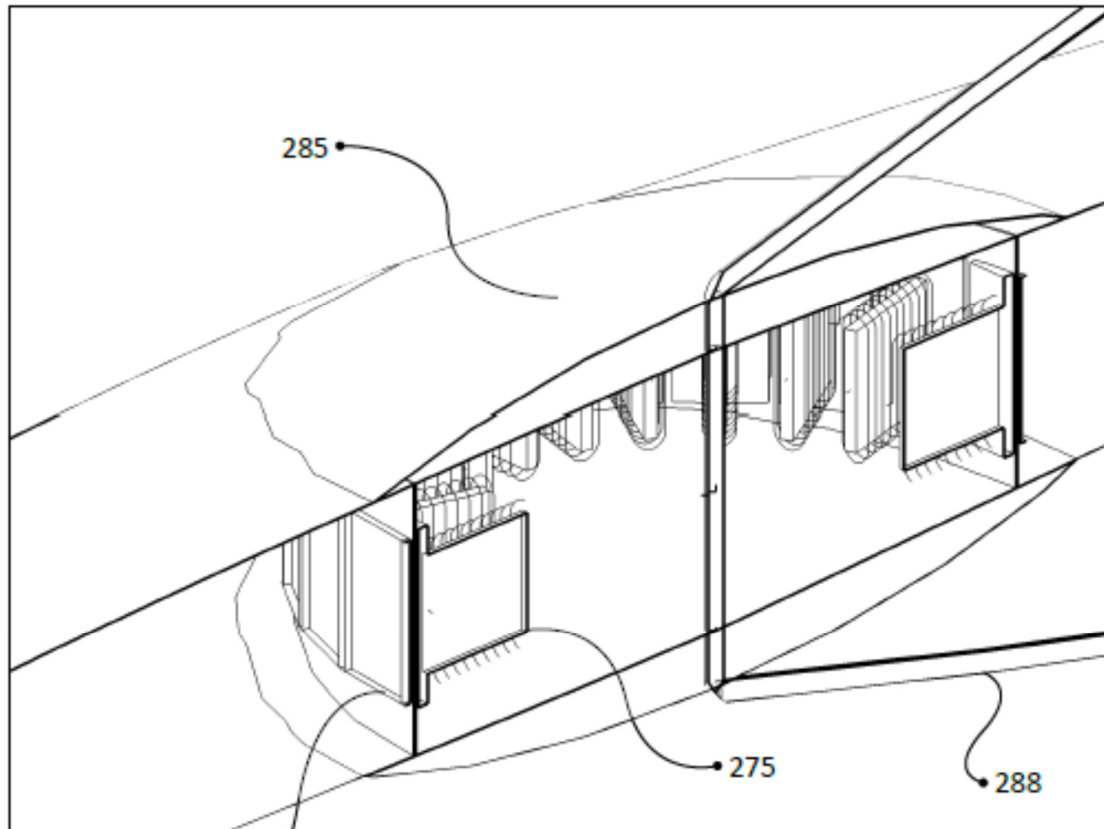


Figura 29

280

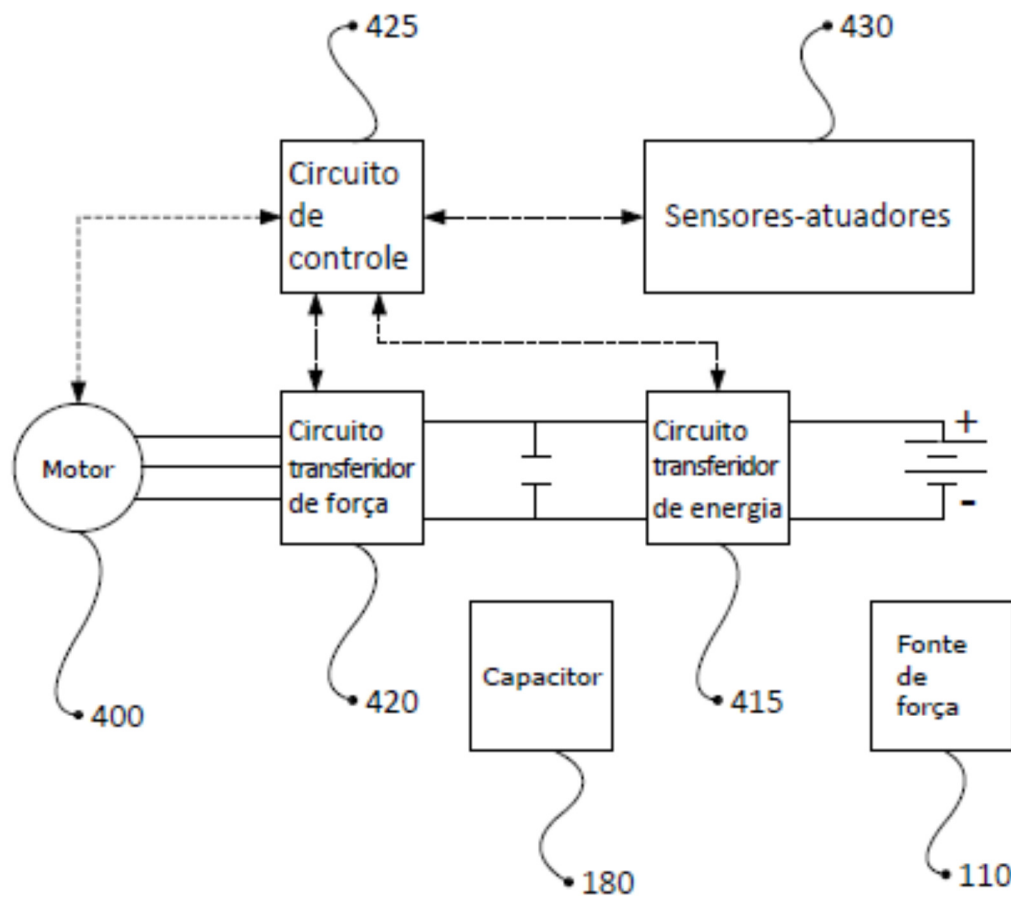


Figura 30

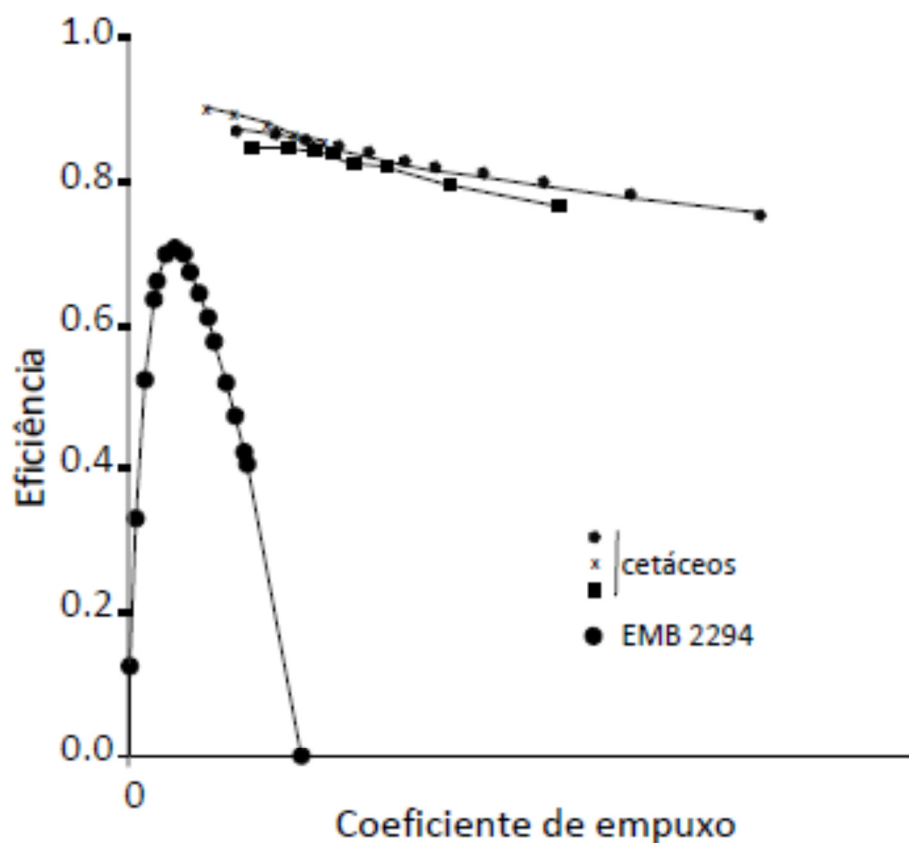


Fig. 1 Comparação de relações de eficiência propulsora e coeficiente de empuxo para quatro espécies de pequenos cetáceos e uma típica hélice marinha. Dados sobre baleias foram obtidos de Fish (1998a, b) e dados sobre a hélice (EMB 2294) foram obtidos de Saunders (1957)

Figura 31