



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

(11) BR 112014032800-5 B1



(22) Data do Depósito: 01/07/2013

(45) Data de Concessão: 10/05/2022

(54) Título: CONJUNTO DE VELA DE AEROFÓLIO PARA A PROVISÃO DE POTÊNCIA MOTORA PARA UMA EMBARCAÇÃO DE CARGA

(51) Int.Cl.: B63H 9/06.

(30) Prioridade Unionista: 26/02/2013 GB 1303409.5; 29/06/2012 GB 1211536.6.

(73) Titular(es): WINDSHIP TECHNOLOGY LIMITED.

(72) Inventor(es): SIMON MARK ROGERS.

(86) Pedido PCT: PCT GB2013051744 de 01/07/2013

(87) Publicação PCT: WO 2014/001824 de 03/01/2014

(85) Data do Início da Fase Nacional: 29/12/2014

(57) Resumo: VELA DE AEROFÓLIO. Uma vela de aerofólio (30) de fornecimento de energia motriz para um vaso à base de água, a vela que compreende uma porção líder de aerofólio (35a) e uma porção de aerofólio de fuga (35b), e a vela que compreende um mastro (32), pelo menos um de velame porções rotativamente posicionável, e a vela que compreende um controlador para controlar individualmente a posição angular de, pelo menos, uma das porções de aerofólio relativos à longarina, e a longarina rotativamente posicionável sobre o seu eixo longitudinal.

**CONJUNTO DE VELA DE AEROFÓLIO PARA A PROVISÃO DE POTÊNCIA
MOTORA PARA UMA EMBARCAÇÃO DE CARGA**

Campo Técnico

[0001] A presente invenção refere-se geralmente à propulsão de embarcações marítimas. Em uma modalidade, é provida uma vela de aerofólio cujo controle é substancialmente automatizado.

Antecedentes

[0002] O nível atual de consumo de combustível e as emissões resultantes de CO₂, e outros subprodutos de hidrocarboneto, resultantes de remessa por navio comercial é extremamente alta. Nós percebemos que há uma necessidade de se dirigir a esta questão e nós divisamos um suprimento de potência auxiliar para remessa por navio comercial para ajudar na redução de consumo de combustível e de emissões.

Sumário

[0003] De acordo com um primeiro aspecto da invenção, é provida uma vela de aerofólio para a provisão de potência motriz para uma embarcação marítima, a vela compreendendo uma porção de ataque de aerofólio e uma porção de fuga de aerofólio, e a vela compreendendo uma estrutura de mastro, pelo menos uma das porções de aerofólio posicionável de forma rotativa, e a vela compreendendo um controlador para controle individualmente da posição angular pelo menos das porções de aerofólio em relação à estrutura de mastro, e a estrutura de mastro posicionável de forma rotativa em torno de seu eixo geométrico longitudinal.

[0004] O controlador preferencialmente executa um controle automatizado de pelo menos um dentre uma porção de

aerofólio e o mastro, preferencialmente sem intervenção manual ou com uma intervenção mínima. O controlador pode usar sinais de retorno a partir de um ou mais sensores (incorporados, associados à ou afetando a vela), de modo a determinar um sinal de controle adequado.

[0005] Uma das porções de aerofólio pode ser rígida com o mastro, e a outra porção de aerofólio pode ser posicionável de forma rotativa em torno do mastro.

[0006] O mastro pode ser capaz de ser posicionável de forma rotativa, em torno de seu eixo geométrico longitudinal, para uma posição (angular) requerida.

[0007] Ambas as porções de aerofólio podem ser posicionáveis de forma pivotante em torno do mastro.

[0008] Quando alinhadas, a porção de ataque e a porção de fuga podem formar um perfil de aerofólio.

[0009] Um espaço ou uma folga entre a porção de ataque e a porção de fuga é provido, para se permitir o fluxo de ar através dali, preferencialmente de forma substancialmente desimpedida.

[0010] A porção de fuga preferencialmente é mais longa do que a porção de ataque, quando vistas em um plano. A porção de ataque pode ser mais longa do que a porção de fuga, quando vistas em um plano.

[0011] A porção de ataque pode ter uma largura maior em seu ponto mais largo, se comparada com a maior largura da porção de fuga, quando vistas em um plano.

[0012] A vela asa preferencialmente compreende múltiplos conjuntos de porções de ataque e porções de fuga, cada conjunto de uma porção de ataque e uma porção de fuga disposto um acima do outro.

[0013] Cada conjunto de uma porção de ataque e uma porção de fuga está substancialmente na mesma posição vertical.

[0014] Cada uma das porções de fuga e das porções de ataque compreende um flap de ataque e um flap de fuga.

[0015] Preferencialmente, pelo menos uma das porções de ataque e de fuga é pivotante através de em torno de sessenta graus.

[0016] Cada uma das porções de ataque e de fuga pode ser acionável em um trilho curvado.

[0017] As porções de ataque e de fuga podem ser vistas como flaps.

[0018] Preferencialmente, cada uma das porções de ataque e de fuga é pivotante por meio de arranjos de engrenagem dentada. Preferencialmente, cada um dos arranjos de engrenagem dentada compreende uma cremalheira e um pinhão.

[0019] Preferencialmente, um centro de esforço da vela está localizado anterior a uma linha de centro do mastro.

[0020] O volume interno do mastro é dimensionado de modo a permitir um acesso operativo ali. O mastro preferencialmente é dimensionado de modo a se permitir um acesso operativo com o mastro para uma porção maior do comprimento do mastro. O espaço interno do mastro preferencialmente compreende pelo menos uma escada para se permitir acesso a partes diferentes do mastro.

[0021] Em uma modalidade da invenção, a manutenção da marcha da vela é completada no nível de convés ou internamente no mastro principal. Uma escotilha de tamanho

humano pode ser posicionada acima do mancal de topo perto do nível de convés de trabalho para permitir o acesso à área interna do mastro. Uma série de escadas alternadas é posicionada para redução do perigo de cair de uma altura muito grande no espaço interno. Todos os sistemas e motores que precisam de manutenção enquanto no mar ou ao longo da costa podem ser acessados a partir das escadas internas. Linhas de arnês e sistemas de trilho podem ser supridos para saúde e segurança.

[0022] Um outro aspecto da invenção se refere a um conjunto de vela / sonda compreendendo múltiplas velas do primeiro aspecto da invenção.

[0023] Em uma modalidade, o mastro roda em dois mancais no navio e pode ser rodado por um motor com redução no nível de convés. Os flaps de borda de ataque (LE) e de borda de fuga (TE) preferencialmente são montados em dois trilhos por flap, os quais são afixados ao mastro principal. Os flaps são elevados para uma posição a aproximadamente noventa graus com a linha de centro do mastro principal e as corrediças na aba encaixadas com os trilhos no mastro principal. Uma vez localizado, o flap é rodado, de modo que as linhas de centro se alinhem.

[0024] A vela de preferência é uma estrutura substancialmente rígida. As porções de ataque e de fuga preferencialmente são estruturas rígidas.

[0025] Em uma modalidade da invenção, a vela compreende um mastro central principal que roda em dois mancais regulados no convés principal de navios e na estrutura interna e pode ser rodada com um motor com redução. A vela tem múltiplos flaps de borda de ataque (LE)

e de borda de fuga (TE) que são rotativos em torno do mastro principal, de novo acionados por motores com redução. Os flaps de borda de ataque (LE) e de borda de fuga (TE) podem ser acionados para a produção de uma superfície de sustentação assimétrica a partir do lado de bombordo ou de estibordo da embarcação. Os flaps também podem ser dispostos, de modo que, enquanto for uma superfície de sustentação eficiente, eles também possam mover o centro de esforço da vela para alinhamento com o eixo geométrico central do mastro principal e um "autoequilíbrio". O centro de esforço da vela com os flaps de borda de ataque (LE) e de borda de fuga (TE) na linha de centro de preferência é suficientemente distante atrás da linha de centro do mastro principal e, daí, sempre se move como uma biruta / se alinha com o vento como uma posição à prova de falhas.

[0026] A vela pode incluir um ou mais recursos, conforme mostrado na descrição detalhada e/ou nos desenhos.

[0027] De acordo com um terceiro aspecto da invenção, é provida uma embarcação marítima compreendendo pelo menos uma vela do primeiro aspecto da invenção.

[0028] A embarcação pode ser uma embarcação de carga.

[0029] Os aspectos acima e outros da invenção podem incluir uma combinação dos recursos acima e/ou de qualquer um dos recursos mencionados na descrição detalhada e/ou nos desenhos.

Breve Descrição dos Desenhos

[0030] Várias modalidades da invenção serão descritas, agora, a título de exemplo apenas, com

referência aos desenhos a seguir, nos quais:

[0031] a figura 1 é uma vista lateral de uma vela de aerofólio,

[0032] a figura 2 é uma seção transversal lateral da vela da figura 1 em uma primeira condição,

[0033] a figura 3 é uma seção transversal lateral da vela da figura 1 em uma segunda condição, e

[0034] a figura 4 é uma vista em perspectiva da vela da figura 1,

[0035] a figura 5 é uma vista lateral de uma embarcação provida com a vela de aerofólio da figura 1,

[0036] a figura 6 é uma vista em perspectiva dianteira de um conjunto de vela,

[0037] a figura 7 é uma vista em perspectiva posterior de um conjunto de vela,

[0038] a figura 8 é uma vista plana de uma borda de ataque e de uma borda de fuga de uma primeira posição de uma vela do conjunto de vela da figura 7,

[0039] a figura 9 é uma vista plana de uma borda de ataque e de uma borda de fuga de uma segunda posição de uma vela do conjunto de vela da figura 7,

[0040] a figura 10 é uma vista plana de uma borda de ataque e de uma borda de fuga de uma terceira posição de uma vela do conjunto de vela da figura 7,

[0041] a figura 11 é uma vista lateral de uma embarcação provida com conjuntos de vela da figura 7, e

[0042] a figura 12 é um gráfico de curva de potência.

Descrição Detalhada

[0043] Com referência inicialmente à figura 1, é

mostrado uma vela de aerofólio ou 'asa' 1 para um navio ou uma embarcação marítima e, em particular, para uma embarcação de carga. Conforme será explicado abaixo, a vela provê potência auxiliar para uma embarcação acionada com propulsor e, desse modo, reduz o combustível requerido para acionamento do propulsor. Amplamente, o princípio de operação é aproveitar a potência do vento usando uma sonda de asa altamente eficiente a qual pode ser simplesmente controlada, largamente de forma automática, a partir da ponte do navio e ser mantida em marcha.

[0044] A vela 1 compreende um mastro 2, no qual são montados conjuntos de porções de ataque e de fuga, cada porção de ataque e cada porção de fuga formando um respectivo par, localizado em uma respectiva altura do mastro 2. Cada uma das porções de ataque e de fuga é formada por um material rígido, e pode ser oca ou sólida. São providas as porções de borda de ataque e de fuga 3a e 3b, as porções de borda de ataque e de fuga 4a e 4b e as porções de borda de ataque e de fuga 5a e 5b. Conforme pode ser visto na figura 1, os conjuntos mais inferiores de porções de borda de ataque e de fuga 3a, 3b, 4a e 4b são de um perfil paralelo, ao passo que o conjunto mais superior 5a e 5b é de perfil afunilado.

[0045] A parte mais superior da porção de fuga 5b é provida com um winglet 14.

[0046] As porções de borda de ataque e de fuga são montadas para um movimento pivotante ou rotativo em torno do mastro por meio de arranjos de cremalheira e pinhão, mostrados geralmente em 10, de modo que a posição angular de cada uma das porções possa ser controlada. Cada um

desses arranjos pode ser na forma de uma cremalheira e uma corrediça. Cada porção de borda de ataque e de fuga compreende um dispositivo de cremalheira e pinhão superior e um dispositivo de cremalheira e pinhão inferior. Cada par de dispositivos de cremalheira e de pinhão disposto para controle da posição angular da porção em relação ao mastro 2. Para cada dispositivo de cremalheira e pinhão, um dentre o componente de cremalheira e o componente de pinhão é afixado à porção de ataque / fuga e o outro dentre o componente de cremalheira e o componente de pinhão é afixado ao mastro.

[0047] A posição angular de cada uma das porções de borda de ataque e de fuga é individualmente controlável por meio do respectivo arranjo de cremalheira e pinhão, ou outro atuador. Um acionador para cada par dos arranjos de cremalheira e pinhão é provido por uma fonte de pressão hidráulica ou uma fonte de pressão elétrica, o que provê uma força de acionamento direcional.

[0048] Com referência às figuras 2 e 3, a extensão angular de movimento para cada porção é mostrada, neste caso, cada porção de borda de ataque e de fuga é capaz de se mover através de sessenta graus, trinta graus para cada lado de uma linha de centro. Conforme pode ser visto, as porções de borda de fuga são mais longas do que as porções de borda de ataque. Quando as porções são alinhadas, um formato de aerofólio geral é formado.

[0049] O mastro 2 é de construção substancialmente oca, e compreende uma porção basal 2a, a qual é de formato afunilado. A porção basal 2a é recebida em uma abertura no convés 20 e é disposta para um movimento rotativo em torno

de seu eixo geométrico longitudinal. É provido um mancal 15, o que permite o movimento rotativo. O arranjo de acionamento (não mostrado) pode compreender um colar dentado provido em torno do mastro, o qual é acionado por uma roda dentada de acionamento ou similar. O arranjo de acionamento provê um motor com redução.

[0050] De modo a se permitir a manutenção da vela, o mastro compreende uma abertura, a qual permite que um operador entre no mastro 2. O volume interno do mastro 2 é tal que um operador possa se mover dentro do espaço interno e ter acesso a alturas diferentes ali por meio de escadas alternadas (não mostradas) afixadas às paredes internas do mastro. Vantajosamente, desta forma, um operador pode realizar um trabalho de manutenção de forma mais segura do que se tivesse que ter acesso à vela externamente. Por exemplo, ao permitir esse acesso interno, o operador pode trabalhar em reparos, substituição ou checagem dos dispositivos de cremalheira e pinhão a partir da segurança relativa de dentro do mastro 2.

[0051] Para instalação de cada porção de ataque e fuga da vela 2, uma vez que a porção esteja posicionada na linha de centro, a engrenagem de motor é adaptada a partir do interior do mastro e engranzada com a engrenagem de cremalheira horizontal semicircular na superfície traseira do flap. Conforme a engrenagem do motor roda, o flap desliza no trilho para a posição desejada. Os trilhos e as corrediças são usinados para serem de autoalinhamento, para se permitir, vantajosamente, que o mastro se flexione e ainda opere sob carga.

[0052] Uma modalidade adicional da invenção é

descrita, agora, a qual compreende um conjunto de vela 30.

[0053] O conjunto de vela 30 compreende três velas espaçadas (dispostas em um arranjo lado a lado) 31a, 31b e 31c. Cada vela compreende conjuntos de porções de ataque e de fuga, cada porção de ataque 35a e cada porção de fuga 35b formando um respectivo par, localizado em uma respectiva altura do mastro 2. Cada uma das porções de ataque e de fuga é formada por um material rígido, e pode ser oca ou sólida.

[0054] A vela 31b é uma vela central, e é suportada por um mastro 32. Os membros de suporte 32a, os quais se estendem a partir do mastro 32, suportam as velas 31a e 31c. O mastro 32 se estende através da veia 31b, e os membros de suporte 32a suportam mastros (não ilustrados), os quais se estendem através das porções de ataque das velas externas 31a e 31c. As velas são mantidas em uma relação espaçada por meio de porções de conexão 37, as quais conectam as porções de fuga das velas externas às porções de ataque da vela central.

[0055] As porções de borda de fuga são montadas para um movimento pivotante ou rotativo (por exemplo, por meio de arranjos de cremalheira e pinhão), de modo que a posição angular de cada uma das porções possa ser controlada. Cada arranjo como esse pode ser na forma de uma cremalheira e uma corrediça.

[0056] A posição angular de cada uma das porções de fuga é individualmente controlável por meio de um respectivo atuador. Um acionador para cada porção de fuga pode ser provido por uma fonte de pressão hidráulica ou potência elétrica, o que provê uma força de acionamento

direcional.

[0057] Com referência às figuras 8, 9 e 10, a extensão angular de movimento para cada porção de fuga é mostrada, neste caso, cada porção de borda de fuga é capaz de um movimento através de sessenta graus, trinta graus para cada lado de uma linha de centro. Conforme pode ser visto, as porções de fuga são mais longas do que as porções de fuga. O atuador 36 pode compreender uma haste alternável, por exemplo, compreendendo um êmbolo.

[0058] Cada uma das porções de ataque e de fuga forma um formato de aerofólio. Cada porção de fuga é conectada a sua respectiva borda de fuga por meio de dois braços 35c. Uma extremidade distal de cada braço 35c é conectada a um pivô 37, e o braço sendo capaz de ser acionado de forma controlável em torno do pivô. Com a porção de fuga e a porção de ataque em uma posição alinhada (conforme mostrado na figura 10), as referidas porções são espaçadas uma da outra. A posição da conexão de pivô 37 preferencialmente está em uma posição de dez a trinta por cento ao longo do comprimento geral da vela (isto é, a partir da extremidade distal da porção de fuga até a extremidade distal da porção de ataque).

[0059] O mastro 32 é de construção substancialmente oca, e compreende uma porção basal (similar à porção basal 2a), a qual é de um formato afunilado. A porção basal é recebida em uma abertura no convés 20 e é disposta para um movimento rotativo em torno de seu eixo geométrico longitudinal. É provido um mancal superior no nível de convés e um mancal inferior em um nível abaixo do convés, o que permite um movimento rotativo do mastro. O movimento

rotativo é criado por meio de um arranjo de acionamento, o qual pode ser acionado hidraulicamente. O arranjo de acionamento (não mostrado) pode compreender um colar dentado provido em torno do mastro, o qual é acionado por uma roda dentada de acionamento, ou similar. O arranjo de acionamento provê um motor com redução. Isto permite que o conjunto de vela inteiro seja rodado de forma controlável.

[0060] O conjunto de vela é provido em mancais esféricos, os quais preferencialmente são providos com uma bomba de lubrificação de recirculação constante para se manterem os mancais lubrificados.

[0061] Uma escotilha de manutenção 40 é provida no topo do mastro, para se permitir a afixação ou a liberação de estropos de sustentação.

[0062] O conjunto de vela 30 vantajosamente provê um aumento na eficiência com um fluxo acelerado sobre a porção de fuga permitindo que o coeficiente de sustentação seja aumentado significativamente. Nós descobrimos que o coeficiente de sustentação do conjunto de vela 30 é de 2,5 em comparação com 1,4 para a vela 1.

[0063] A ou cada vela pode ser feita a parti de uma combinação de metais ferrosos e não ferrosos e também a partir de compósitos, tais como plásticos reforçados com fibra. É divisado que, devido à força que a vela experimentará no mar, velas de alta resistência serão mais bem adequadas.

[0064] Será apreciado que, embora três pares de porções de ataque e de fuga sejam mostrados para a / cada vela, em outras modalidades, mais ou menos pares podem ser providos.

[0065] Em uso, uma ou mais das velas ou um ou mais dos conjuntos de vela são montados no convés de um navio. As velas / os conjuntos de vela poderiam ser providos alinhados com a linha de centro da embarcação, deslocados da linha de centro (isto é, em direção ao lado de estibordo ou de bombordo), ou uma combinação dos mesmos. Um sistema de controle é provido, para se permitir o controle de cada porção de ataque e/ou de fuga de cada vela. Um sistema de retorno usando sensores de carga incorporados com o ou cada mastro poderia ser usado para controle da posição angular de cada porção de ataque e de fuga, em conjunto com a posição de rotação do mastro. Um retorno usando uma informação a partir de outros sensores, e, de fato, outros tipos de sensores poderiam ser usados de forma adicional ou alternativa. O sistema de controle, o qual compreende um processador de dados provido com instruções executáveis, processa sinais a partir dos sensores e é disposto para a extração de sinais de controle para cada uma das porções de borda de ataque e de fuga, bem como sinais de controle para a posição de rotação do mastro, usando uma informação de retorno a partir dos sensores. Desta forma, o controle da(s) vela(s) pode ser largamente controlado de forma automática. Será apreciado, contudo, que o sistema de controle permite uma intervenção manual, conforme e quando requerido. Nesse sentido, um controle pode ser a partir da ponte da embarcação, e a partir de um segundo ponto de controle próximo da(o) ou de cada vela / conjunto de vela.

[0066] Uma referência é feita à figura 5, a qual mostra uma embarcação de carga 100, a qual é provida com quatro velas 1 ao longo da linha de centro da embarcação, e

à figura 11, a qual mostra uma embarcação 200.

[0067] Devido ao fato de cada uma das porções de ataque e de fuga ser controlável individualmente, a configuração de cada vela pode ser talhada para a maximização das condições de vento disponíveis (conforme indicado pelos sensores de bordo), e, desse modo, maximizar a potência de propulsão provida pela(s) vela(s). Em certa circunstância, contudo, as velas podem precisar ser configuradas para a minimização da potência de propulsão, por exemplo, quando a embarcação precisar de uma potência reduzida ou substancialmente de nenhuma potência motora.

[0068] Com as velas em cada extremidade do navio, vantajosamente será possível dirigir o navio em passagens longas e ajudar a reduzir o arrasto de leme, o que é considerável em embarcações grandes. Adicionalmente, no porto, as velas poderiam ser vantajosamente utilizadas como empurradores para manobra e, no mar, elas ajudarão grandemente na estabilização do rolamento dinâmico do navio.

[0069] O sistema de controle para múltiplas asas assegura a operação segura de um dispositivo potente como esse. Com essa potência, a qual pode ser aproveitada a partir das velas, o consumo requerido de combustível pode ser vantajosamente reduzido de forma significativa. A figura 12 mostra várias curvas de potência para dois dos conjuntos de vela 30 (o que permite 30% de perdas a partir de dados de teste aerodinâmico).

[0070] É divisado que múltiplas (os) velas / conjuntos de vela serão adaptados a um navio e posicionados para a minimização da perturbação para operações de

carregamento e descarregamento. Vantajosamente, as vejas são robustas, altas e de razão de aspecto alta, e não devem impedir a maioria dos guindastes aéreos.

[0071] Devido ao deslocamento alto de um navio comercial, o momento para a direita que resistirá à força de adernamento será muito grande e um adernamento de cinco graus estável devido às asas deve ser um máximo. Isto claramente vai depender de cada navio, caso a caso. A realidade é que, quanto maior for o navio, melhor este sistema funcionará.

[0072] Uma força lateral e devido a isto ser um suprimento de potência auxiliar, o navio sempre fará aproximadamente 13 nós (24,08 km/h) (velocidade comercial padrão). Sempre haverá uma força lateral produzida pelo casco se movendo através da água a aproximadamente 13 nós (24,08 km/h) e, daí, a força lateral das asas deve ter pouco efeito.

[0073] A vela ser rígida é vantajosamente previsível de forma extrema e é largamente de autoequilíbrio, as forças para controlá-la sendo muito baixas. O sistema de controle será à prova de falhas, isto é, as asas automaticamente se alinharão com o vento. Se for construída de aço e acionada por motores hidráulicos, isto será muito mais atraente para a indústria de remessa por navio, já que estes são bem entendidos e uma tecnologia muito confiável.

[0074] Em uma modalidade alternativa, a porção de fuga de cada par é fixa de forma rígida ao mastro, e a porção de ataque é montada para um movimento angular controlado em relação à borda de fuga. Em virtude de o

mastro ser rotativo em torno de si mesmo, a posição angular da porção fixa em relação ao eixo geométrico longitudinal do mastro pode ser alterada de uma forma controlada.

[0075] Em uma modalidade, as superfícies externas da vela / das velas podem ser providas com painéis solares, a partir do que a potência tirada pode ser usada para acionamento das porções controláveis de forma angular.

[0076] Em uma outra modalidade, os mancais os quais suportam o mastro são providos acima do convés, por meio de um espicho ou de um alojamento de soquete. Será apreciado que mais de dois mancais podem ser providos.

[0077] Os mancais de mastro para as modalidades acima são de autoalinhamento, com um tubo conectando-os para uma integridade estanque à água, e para permitir um autoalinhamento quando a vela / o conjunto de vela for elevado para a posição.

[0078] As modalidades acima incluem mecanismos à prova de falhas, os quais se moverão como uma biruta, e as porções de ataque / de fuga atuáveis compreendem atuadores de parafuso de avanço hidráulicos ou elétricos, os quais liberarão e permitirão que as porções naturalmente encontrem uma posição neutra.

[0079] Preferencialmente, o ou cada mastro é acessível em todas as alturas a partir do mesmo, para se permitir a manutenção ou pesquisa por um operador. Isto é obtido pela provisão de aberturas e vias de acesso dimensionadas para seres humanos para / dentro do(s) mastro(s).

REIVINDICAÇÕES

1. Conjunto de vela de aerofólio (30) para a provisão de potência motora para uma embarcação de carga, o conjunto compreendendo pelo menos duas velas de aerofólio (31a, 31b), cada vela compreendendo uma porção de aerofólio de ataque e uma porção de aerofólio de fuga, e o conjunto de vela compreendendo um mastro (32), pelo menos uma das porções de aerofólio posicionável de forma rotativa, e a vela compreendendo um controlador para controle individualmente da posição angular de pelo menos uma das porções de aerofólio em relação ao mastro (32), e o mastro (32) posicionável de forma rotativa em torno de seu eixo geométrico longitudinal, e o conjunto de vela de aerofólio (30) caracterizado pelo fato de que a porção de ataque (35a) é mais longa do que a porção de fuga (35b), quando vista em um plano, e uma folga é provida entre a porção de ataque (35a) e a porção de fuga (35b), e em que o conjunto de vela de aerofólio (30) compreende pelo menos duas das velas de aerofólio providas em uma relação espaçada lado a lado.

2. Conjunto de vela de aerofólio (30), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o controlador executar um controle automatizado de pelo menos um dentre a porção de aerofólio e o mastro (32).

3. Conjunto de vela de aerofólio (30), de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de o controlador usar sinais de retorno a partir de um ou mais sensores (incorporados, associados a ou afetando a vela), de modo a se determinar um sinal de controle adequado.

4. Conjunto de vela de aerofólio (30), de acordo com

qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de uma das porções de aerofólio (35a; 35b) ser rígida com o mastro (32), e a outra porção de aerofólio ser posicionável de forma rotativa em relação ao mastro (32).

5. Conjunto de vela de aerofólio (30), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de ambas as porções de aerofólio (35a; 35b) serem posicionáveis de forma pivotante em relação ao mastro (32).

6. Conjunto de vela de aerofólio (30), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de, quando alinhada, a porção de ataque (35a) e a porção de fuga (35b) formarem um perfil de aerofólio.

7. Conjunto de vela de aerofólio (30), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de cada porção (35a; 35b) ser de um formato de aerofólio, quando vista em um plano.

8. Conjunto de vela de aerofólio (30), de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de a pelo menos uma porção de aerofólio (35a; 35b) posicionável de forma rotativa ser conectada de forma rotativa à porção de aerofólio (fixa).

9. Conjunto de vela de aerofólio (30), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de compreender múltiplos conjuntos de porções de ataque (35a) e de porções de fuga (35b), cada conjunto de uma porção de ataque e uma porção de fuga disposto acima uns dos outros.

10. Conjunto de vela de aerofólio (30), de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de cada conjunto de uma porção de ataque e uma porção de fuga estar na mesma

posição vertical.

11. Conjunto de vela de aerofólio (30), de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de cada uma das porções de ataque (35a) e das porções de fuga (35b) compreender um flap de ataque e um flap de fuga.

12. Conjunto de vela de aerofólio (30), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de pelo menos uma dentre as porções de ataque (35a) e de fuga (35b) ser pivotante através de sessenta graus.

13. Conjunto de vela de aerofólio (30), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de cada uma das porções de ataque e de fuga (35a; 35b) poder ser direcionável em um trilho curvado.

14. Conjunto de vela de aerofólio (30), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, caracterizado pelo fato de cada uma das porções de ataque e de fuga (35a; 35b) ser pivotante por meio de arranjos de engrenagem dentada.

15. Conjunto de vela de aerofólio (30), de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de cada um dos arranjos de engrenagem dentada compreender uma cremalheira e um pinhão.

16. Conjunto de vela de aerofólio (30), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 15, caracterizado pelo fato de um centro de esforço da vela estar localizado anterior a uma linha de centro do mastro (32).

17. Conjunto de vela de aerofólio (30), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 16, caracterizado pelo fato de o volume interno do mastro (32) ser dimensionado de modo a permitir um acesso operativo a ele.

18. Conjunto de vela de aerofólio (30), de acordo com

a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de o mastro (32) ser dimensionado de modo a permitir um acesso operativo no mastro (32) para uma porção maior do comprimento do mastro (32).

19. Conjunto de vela de aerofólio (30), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 18, caracterizado pelo fato de a vela ser uma estrutura rígida.

20. Conjunto de vela de aerofólio (30), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 19, caracterizado pelo fato de o mastro (32) suportar as porções de aerofólio (35a; 35b).

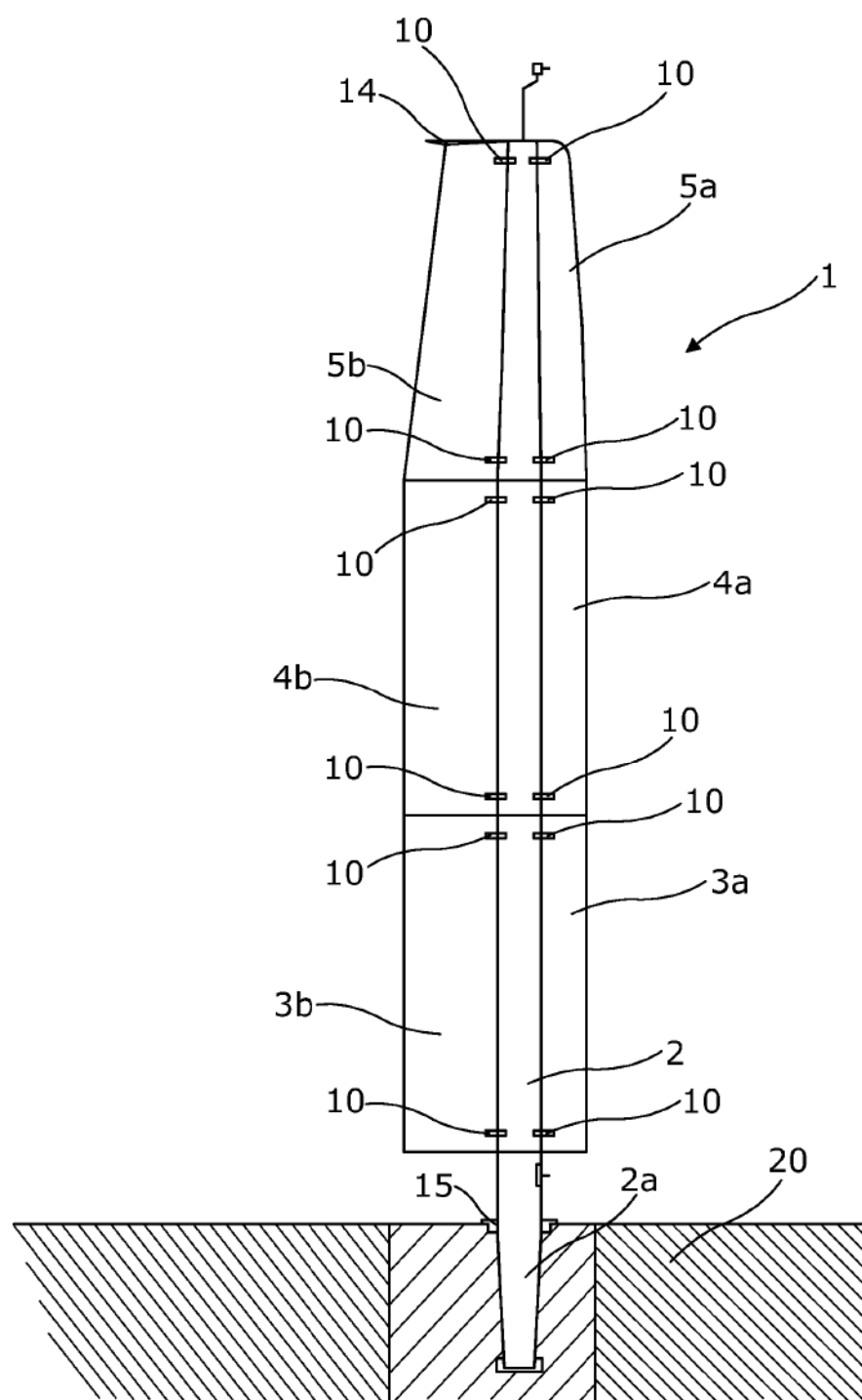
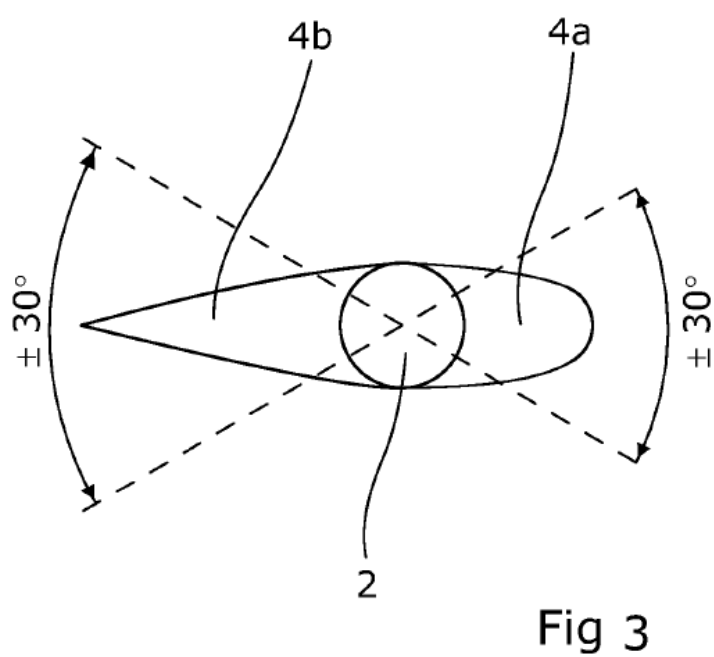
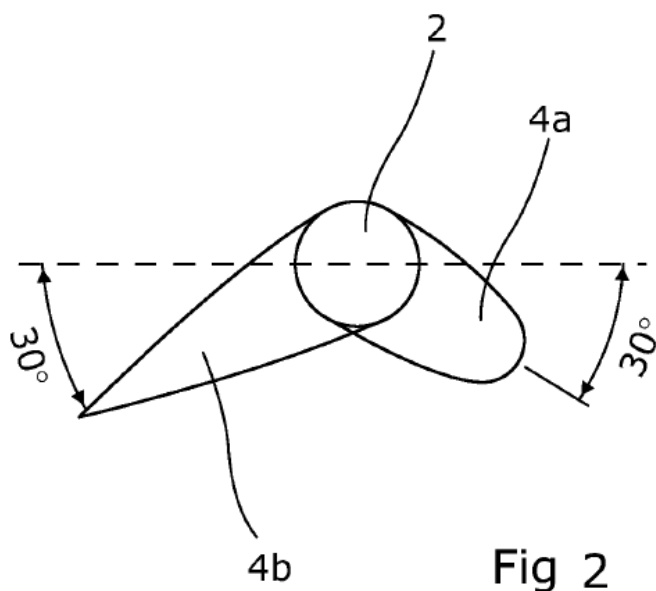


Fig 1



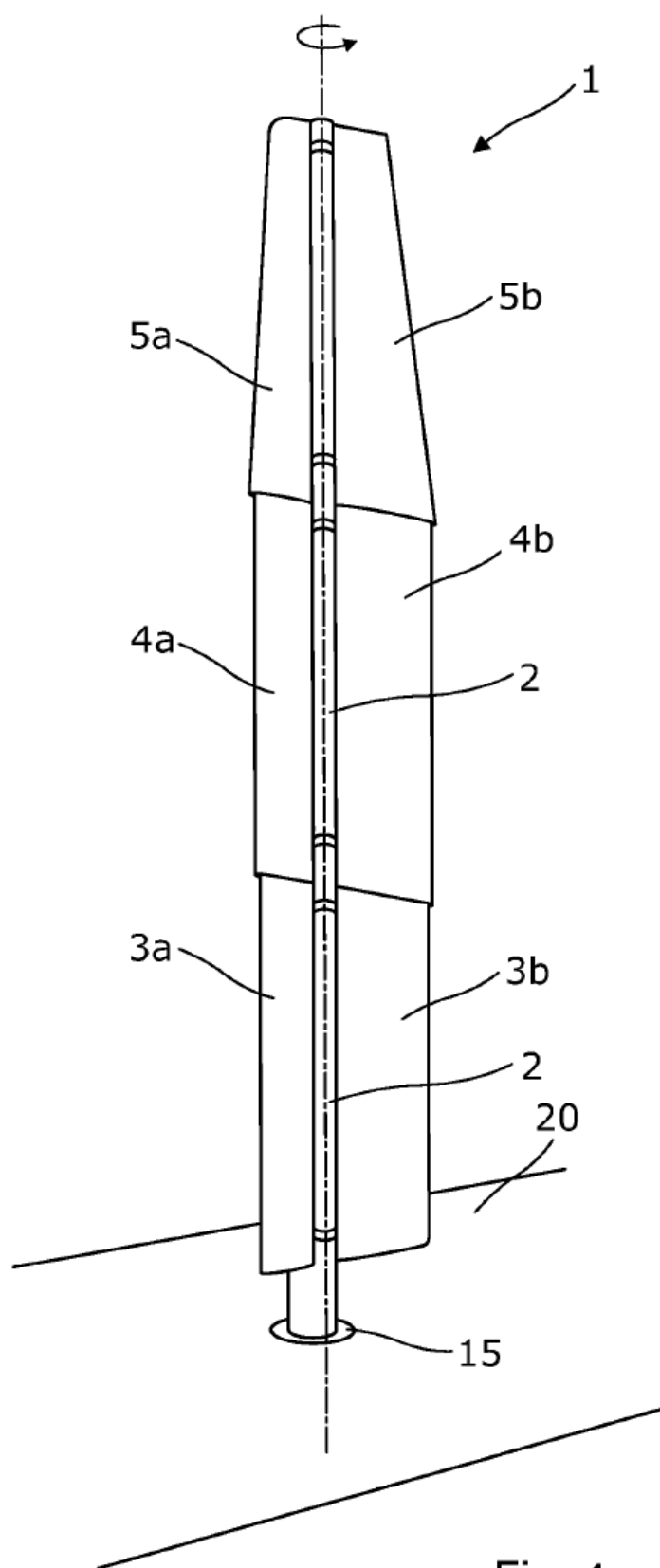


Fig 4

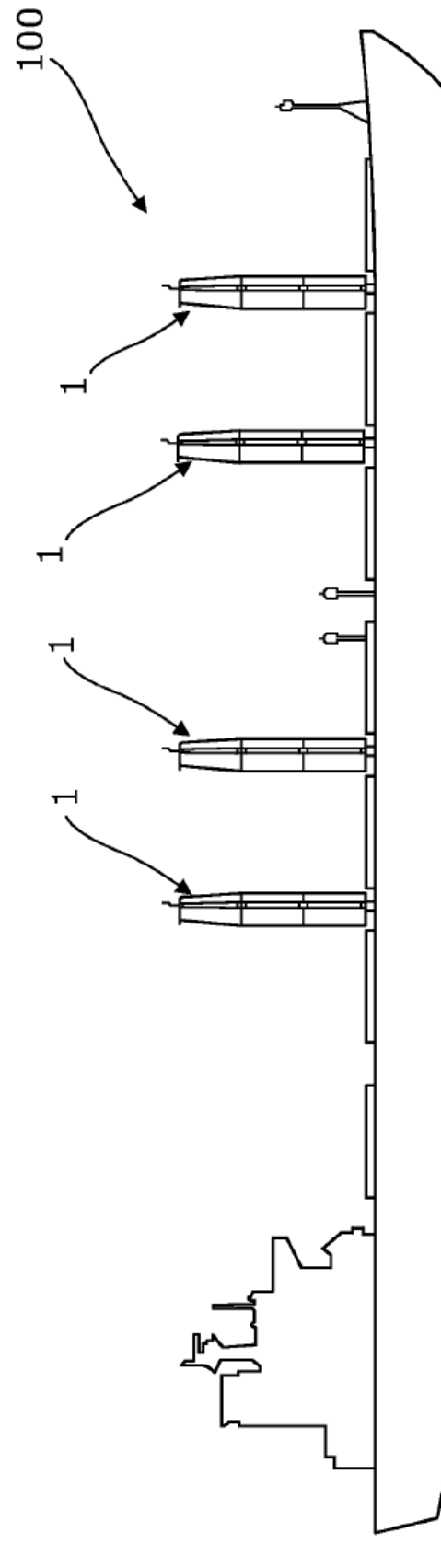
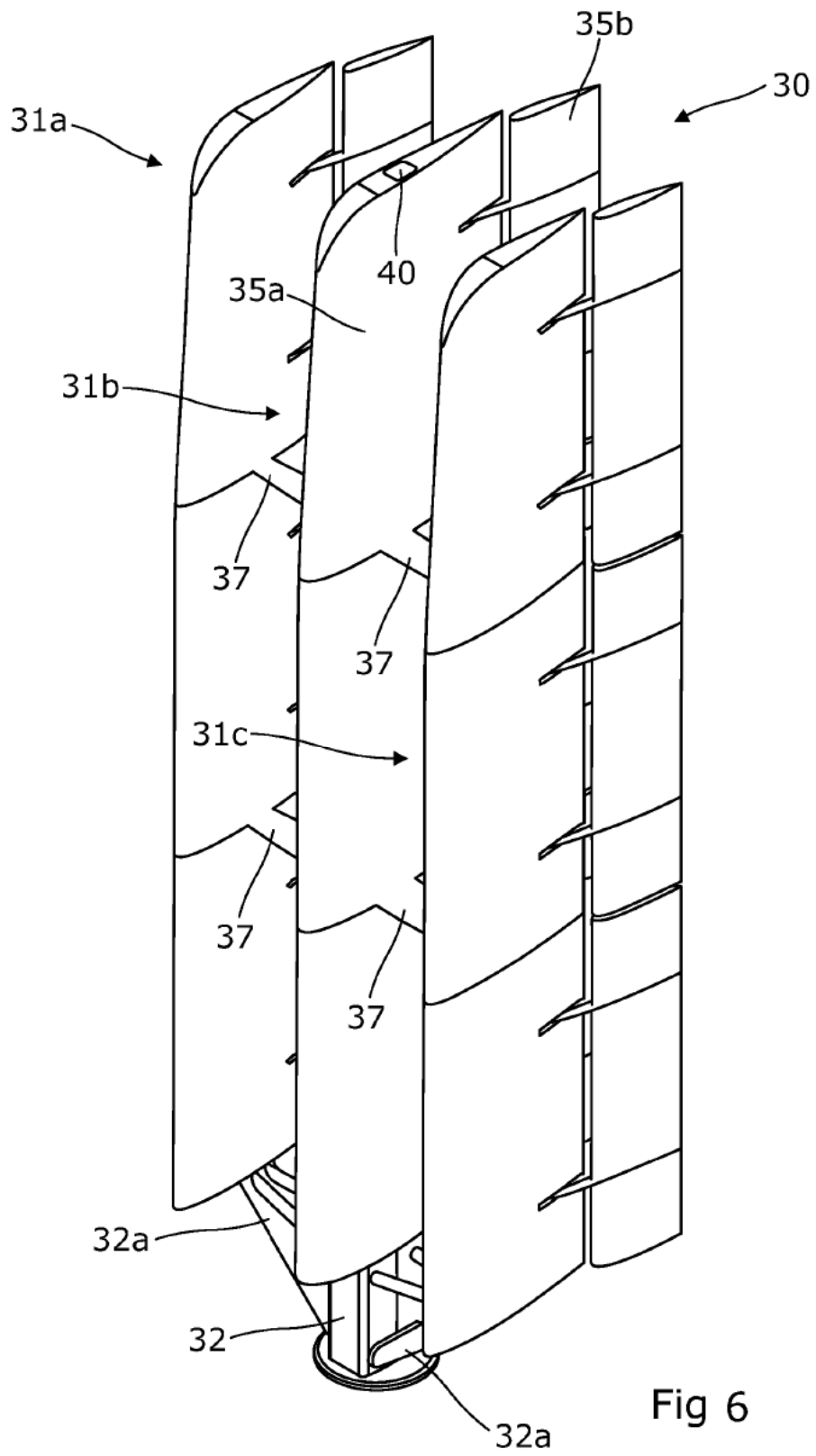
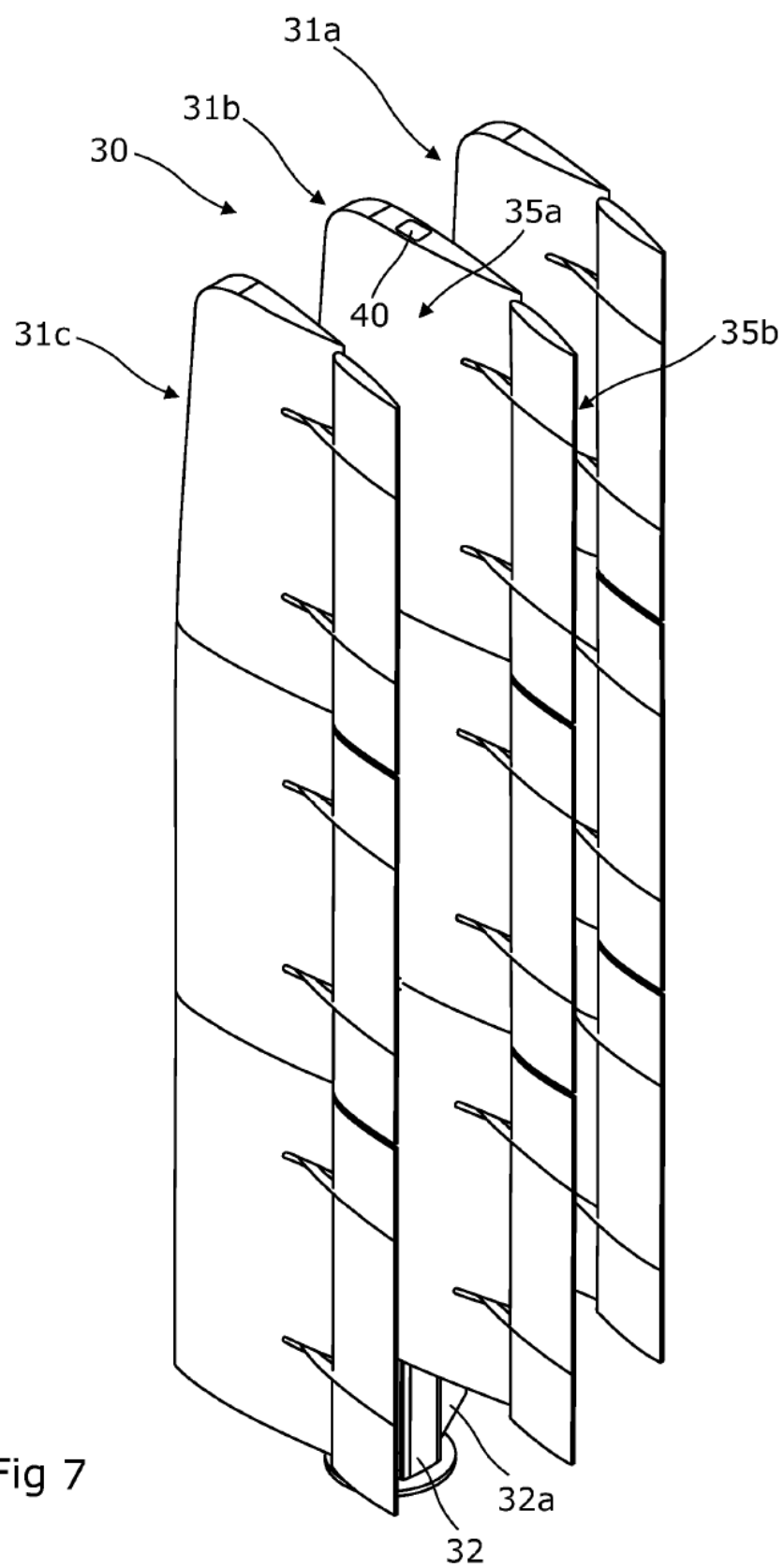


Fig 5





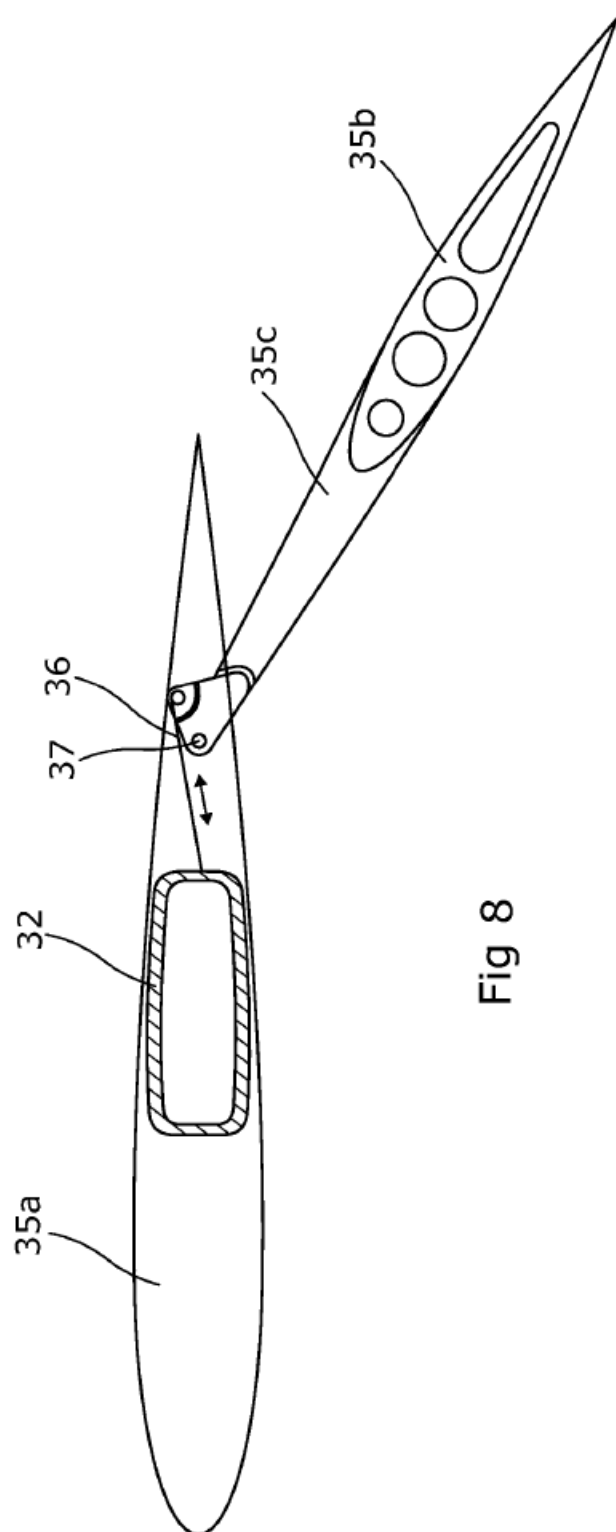


Fig 8

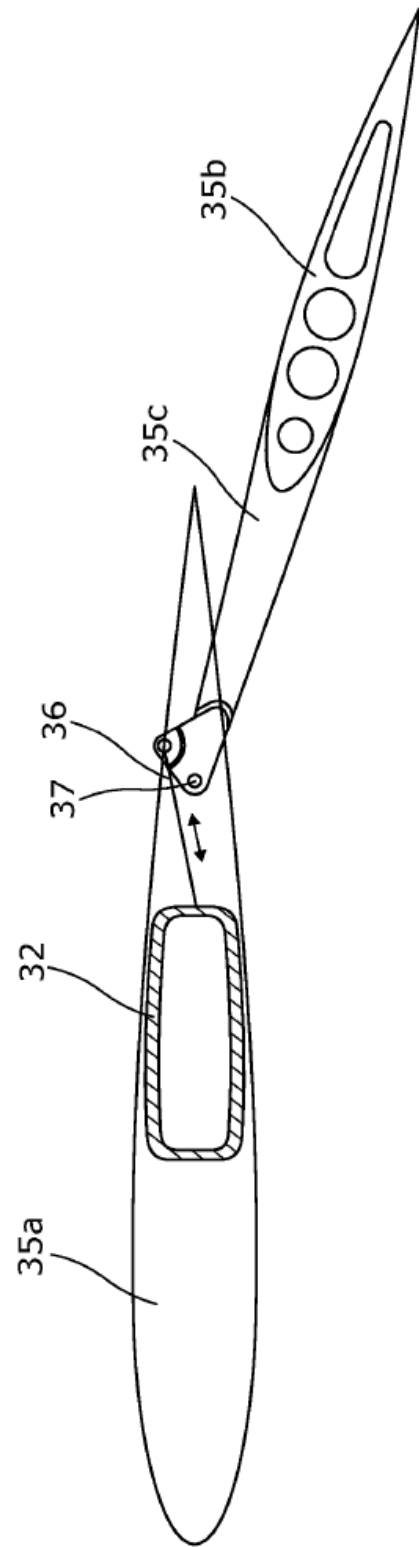


Fig 9

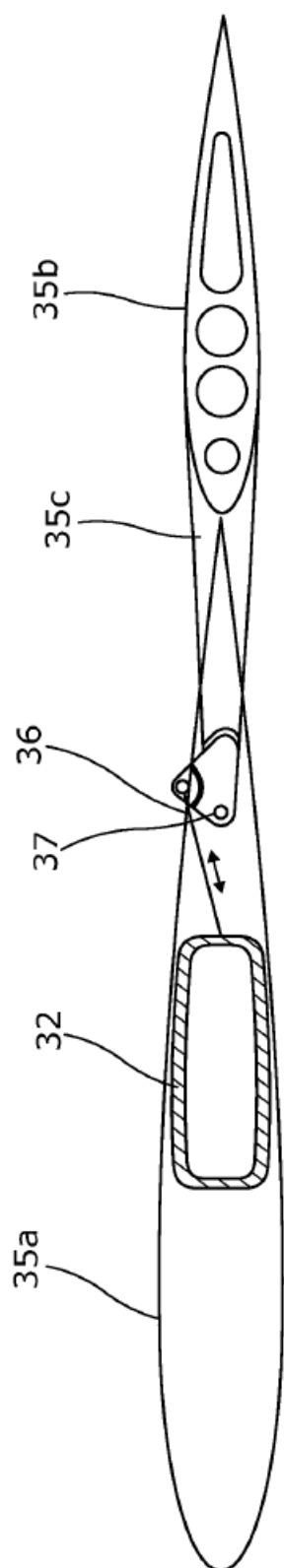


Fig 10

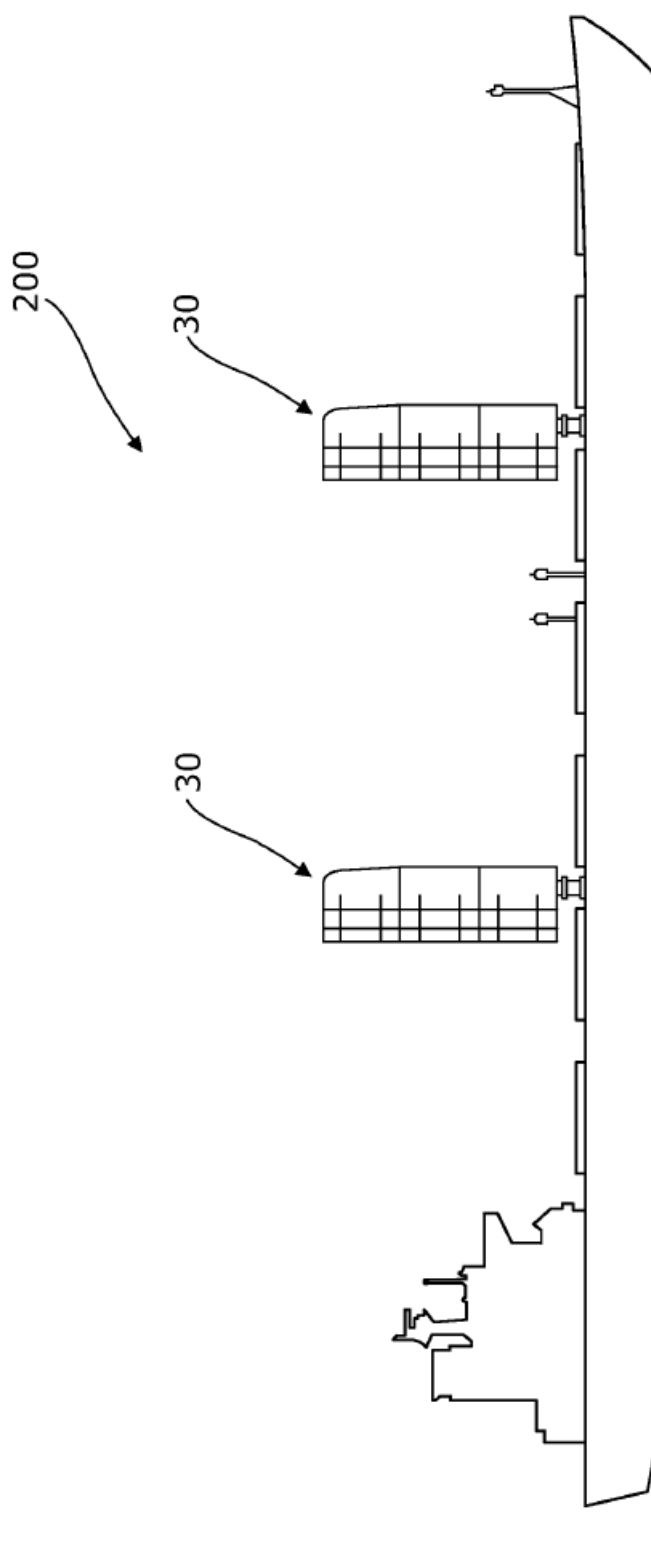


Fig 11

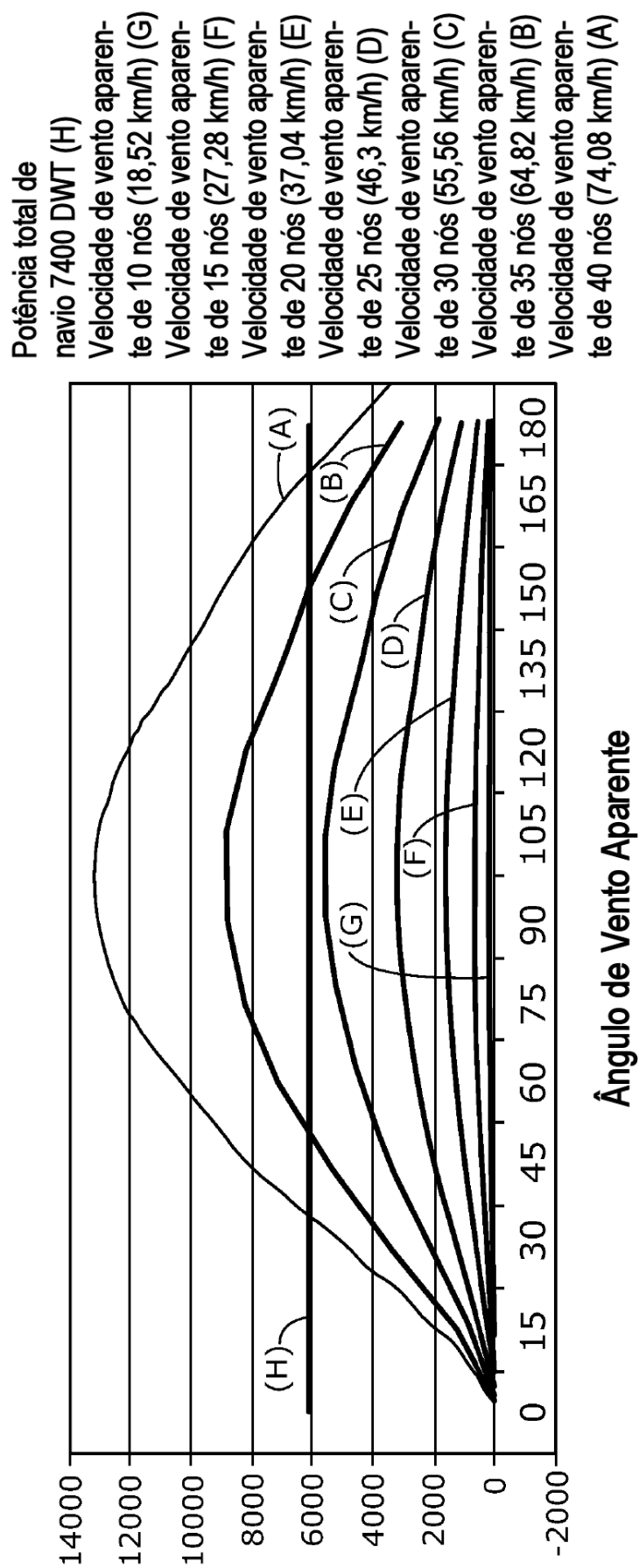


Figura 12