

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI 1004764-6 A2**



(22) Data de Depósito: 04/11/2010
(43) Data da Publicação: 26/02/2013
(RPI 2199)

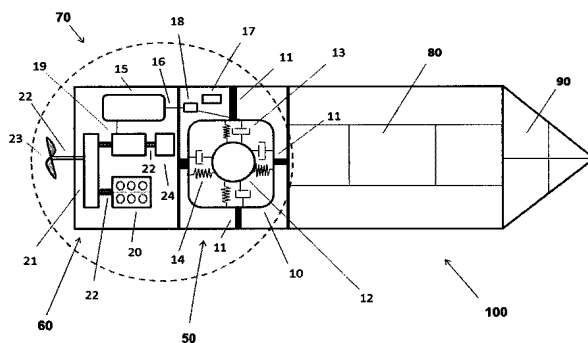
(51) *Int.Cl.:*
F03B 13/12

(54) **Título:** CONVERSOR DE ENERGIA DE ONDAS

(73) **Titular(es):** Marcelo Regattieri Sampaio

(72) **Inventor(es):** Marcelo Regattieri Sampaio

(57) **Resumo:** CONVERSOR DE ENERGIA DE ONDAS. É descrito um conversor (70) de energia de ondas para ser aplicado em embarcações (100, 200) ou corpos flutuantes (300). O conversor (70) envolve um sistema massa-mola-amortecedor constituído le pelo menos uma massa oscilante (12), molas (14), à razão de pelo menos duas molas (14) para cada massa oscilante (12), ditas molas sendo arranjadas de modo radial à dita massa oscilante, e pelo menos dois dispositivos extratores de energia (13) com diferentes graus de liberdade de movimentação. O conversor (70) é aplicado para notorização e concomitante ou alternativa geração de energia em embarcações (100, 200) e corpos flutuantes (300) a partir de perturbações externas incluindo ondas, correntes e vento e motorização convencional que resultam em oscilações no sistema contendo o dito conversor de energia.





CONVERSOR DE ENERGIA DE ONDAS

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção pertence ao campo dos conversores de energia de ondas, mais especificamente, a um conversor de energia de ondas para motorização e alternativamente ou simultaneamente geração de energia em embarcações e em corpos flutuantes a partir de ondas e/ou outras perturbações mecânicas decorrentes do vento, das correntes e de forma regenerativa de parte da energia de motorização convencional.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

O deslocamento de uma onda de superfície ao longo do oceano produz movimento vertical e horizontal, da água, cuja combinação gera movimentos orbitais de corpos localizados na superfície e a alguma profundidade. A amplitude do movimento orbital se reduz exponencialmente com a profundidade, praticamente não havendo mais movimento a uma profundidade equivalente à metade do comprimento de onda da propagação.

As embarcações estão submetidas às ações das ondas e das correntes e também sofrem os efeitos do vento que, combinados com a força do tipo de propulsão normalmente empregada, vela ou motor, executam movimentos oscilatórios complexos que possuem componentes horizontais, verticais e rotacionais.

Um certo número de propostas foi apresentado para utilizar a energia das ondas na produção de trabalho útil para, por exemplo, a movimentação ou motorização de embarcações.

Assim, a patente U.S. 1.622.173, de 1927, trata de dispositivo que utiliza o movimento das ondas e da energia cinética de um navio nos seus movimentos de subida e descida para impulsionar o navio e seu maquinário auxiliar. Assim, turbinas para água inclusas em cilindros são



dispostas no navio de modo a operar em resposta ao movimento vertical relativo da água e do navio e os movimentos oscilatórios das turbinas são transformados em movimento rotativo contínuo para aplicação nos hélices ou maquinário auxiliar.

- 5 A patente U.S. 4.481.002 refere-se a um barco que tem uma bóia externa fixada ao barco através de um eixo de rotação. Através da ligação, o movimento da bóia em relação ao barco resultante do movimento das ondas movimenta uma bomba de dois cilindros. A bomba admite água do corpo d'água no qual o barco está suspenso e pressuriza
- 10 a água para a direção de popa como meio de propulsão.

- O pedido norte-americano publicado U.S. 20050126849 A1 trata de um dispositivo de amortecimento ("damping") controlado para aviões e navios que compreende pelo menos um sensor (7) para detectar e produzir sinais indicativos de pelo menos uma dentre frequência e
- 15 amplitude de vibrações de um componente estrutural principal ("a estrutura ressonante") (6) pelo menos um gerador de vibração (40) para gerar vibrações de amortecimento, um controlador (8) para controlar a operação do gerador de vibração (40) em resposta atrasada aos sinais produzidos
- Diferentemente desta publicação norte-americana, a presente
- 20 invenção emprega o conceito da absorção de vibrações mediante a utilização de um sistema massa-mola-amortecedor sintonizado, para o aproveitamento da energia absorvida do amortecimento nas diferentes componentes de movimentação como força motriz para embarcações e geração de energia nas mesmas ou em bóias.

- 25 O pedido publicado norte-americano U.S. 20090311925 A1 trata de um veículo aquático movido por energia de ondas que inclui um flutuador de superfície, um flutuador submerso, e uma amarra que conecta o flutuador de superfície e o flutuador submerso, de modo que o flutuador submerso se move para cima e para baixo como resultado do movimento

das ondas. O flutuador submerso inclui uma ou mais nadadeiras que interagem com a água quando o flutuador submerso se move para cima e para baixo, e gera forças que impulsionam o veículo para frente. O veículo, que não necessita ser tripulado, pode transportar equipamento de comunicação e controle de modo que pode seguir um curso dirigido por sinais enviados para o mesmo, de modo a registrar ou transmitir dados de sensores no veículo. Este navio não utiliza o conceito massa-mola-amortecedor, sintonizado para a motorização do mesmo.

O conceito do barco Suntory Mermaid II envolve a propulsão por energia de ondas com auxílio de duas nadadeiras que se movimentam para cima e para baixo aproveitando o movimento das ondas, que posteriormente irá impulsionar as hélices. A energia elétrica para consumo a bordo é fornecida por energia solar.

Do mesmo modo, o navio conceito Orcelle destinado ao transporte marítimo de carros produzidos na Europa com destino à Austrália, além de hélices, utiliza para propulsão estruturas em forma de nadadeiras que também podem ser utilizadas para absorver a energia proveniente das ondas. Além de outros dispositivos como células a combustível, a propulsão do navio também é provida por velas que ainda são providas de dispositivos captadores de energia solar.

Tanto o Suntory Mermaid II como o navio conceito Orcelle são embarcações que não utilizam o conceito massa-mola-amortecedor sintonizado para a motorização das mesmas e possuem partes móveis externas para a absorção da energia do movimento das ondas, expostas aos conhecidos problemas do ambiente marinho como a corrosão e a formação de agregados de alguns tipos de organismos.

O sistema denominado WEGA– Wave Energy Gravitational Absorber – é um projeto da empresa Sea for Life que segundo seus inventores é capaz de produzir energia sem ter qualquer movimento



mecânico na água. Conforme a publicação internacional WO 2010/080045 A1, o dispositivo gerador é constituído por um corpo suspenso articulado, semi-submerso, estimando-se que possa produzir entre 100 a 150 kW de potência. O dispositivo seria aplicado inicialmente

5 *off-shore* e destinado a produzir energia para aquacultura; dessalinização da água; vigilância marítima; detecção de tsunamis, plataformas de comunicações; produção de hidrogênio e energia para plataformas de petróleo e gás. O sistema proposto nesta publicação internacional não utiliza o conceito da presente invenção, baseado em um sistema massa-

10 mola-amortecedor, com mais de um grau de liberdade de movimentação e sintonizado para o aproveitamento otimizado das oscilações. Ainda, esta publicação internacional é dirigida unicamente para a geração de energia, enquanto o conversor de energia de ondas aqui proposto é dirigido para a motorização de embarcações e geração a bordo, além da

15 aplicação em geração de energia para terra com mais graus de liberdade de movimentação para absorção da energia das ondas.

Absorvedores de choque que capturam energia resultante do movimento relativo do sistema de suspensão de um veículo como um automóvel, são conhecidos.

20 Assim, o pedido de patente norte-americano publicado U.S. 20090260935 A1 trata de um absorvedor regenerativo de choque, isto é, os absorvedores de choque capturam a energia resultante do movimento relativo do sistema de suspensão de um veículo. Para tal, um pistão é disposto em movimento alternado no interior de um cilindro hidráulico.

25 Quando um sistema de suspensão de um veículo faz movimento, um fluido hidráulico passa através de um motor hidráulico para girar seu eixo. O eixo do motor hidráulico é conectado a um gerador elétrico para gerar eletricidade. As características de fluxo dos circuitos hidráulicos



são selecionadas para prover amortecimento do sistema de suspensão para o controle apropriado das rodas.

A energia removida de um sistema convencional de suspensão é perdida como calor. Há sistemas conhecidos que tentam recuperar a energia de um sistema de suspensão. Por exemplo, a patente U.S. 7.261.171 apresenta um arranjo mecânico no qual movimentos alternados de um veículo relativos ao corpo do veículo são convertidos em rotações da parte móvel de um gerador para produzir eletricidade para recarregar a bateria do veículo.

A presente proposta se diferencia dessas invenções dirigidas para automóveis não somente pelo fato de ser aplicada em embarcações e bóias, mas por não ser somente regenerativa, incluir partes articuladas móveis externas em contato com a água somente como uma opção e não incluir partes externas absorvedoras de movimento como é o caso de transportes terrestres através de rodas e sistema de suspensão. Além disso, o conversor da invenção permite mais de um grau de liberdade de movimentação.

O uso obrigatório de partes articuladas móveis externas também ocorre nas embarcações-conceito citadas anteriormente - Suntory Mermaid II e Orcelle – na forma de nadadeiras, nestes casos os sistemas não são somente regenerativos.

De modo distintivo do ponto de vista de patentes a presente proposta também se diferencia dessas anteriores por o conversor da invenção possuir mais de um grau de liberdade de movimentação do sistema oscilante - massa-mola-amortecedor - que, adequadamente posicionado na embarcação ou bóia, além de permitir o aproveitamento de oscilações horizontais e verticais, também possibilita o aproveitamento das oscilações rotacionais.



Além disso, vantajosamente o sistema também pode ser sintonizado automaticamente para a otimização do aproveitamento da energia dos movimentos incidentes.

Um outro sistema mecânico regenerativo é descrito na patente
5 U.S. 5.570.286 que utiliza um magneto que se movimenta em relação a bobinas condutivas.

A patente U.S. 7.443.046 trata de um conversor de energia de ondas (WEC - *Wave Energy Converter*) que inclui um casco adequado para colocação em um corpo de água. O casco contém um oscilador
10 interno compreendendo uma massa de reação e um mecanismo de mola acoplado entre a massa de reação e o casco. O casco e o oscilador interno são construídos de modo que quando colocados em um corpo de água e em reação a ondas no corpo de água, há um movimento vertical relativo entre o casco e a massa do oscilador interno. Um dispositivo de
15 remoção de energia é acoplado entre o oscilador interno e o casco para converter seu movimento relativo em energia elétrica. Conforme este documento de patente, o mecanismo de mola é projetado de modo que seu deslocamento ou movimento é menor do que o deslocamento ou movimento da massa de reação. Este documento utiliza o conceito de
20 massa-mola-amortecedor para geração de energia unicamente, além de prever somente um eixo para movimentação da massa oscilante no interior da bóia, o que limita o aproveitamento da energia em outras dimensões de movimento.

O pedido publicado norte-americano U.S. 20090085357 A1 trata de
25 um sistema similar àquele objeto da patente U.S. 7.443.046 acima. Nesta publicação, a massa de reação do sistema WEC é suspensa do casco por uma mola elástica alinhada com uma mola de força constante. A mola de força constante provê uma força relativamente constante (F_c) para contrabalançar o peso estático da massa de reação e reduzir a



extensão de comprimento “estático” da mola elástica enquanto a mola elástica exerce uma força (F_{es}) na massa de reação que é proporcional ao deslocamento, x , da mola elástica.

A publicação internacional WO 2010/077158 A1 descreve um

5 Conversor de Energia de Ondas (Wave Energy Converter (WEC)), que é o equivalente mecânico de um gerador elétrico trifásico totalmente em equilíbrio, destinado a produzir energia de modo contínuo. O WEC descrito neste documento internacional é caracterizado por três pernas iguais (12,13,14), que são as três fases mecânicas individuais, todas elas

10 sendo conectadas a uma articulação central (1). O ângulo entre cada fase/perna mecânica (12,13,14) e centro de massa (2,3,4) é de exatamente 120 graus. Cada perna/fase (12,13,14) deve ter o mesmo momento de inércia e é caracterizado por uma massa rígida igual (22, 23, 24) conectada a cada perna/fase (12,13,14). Somente uma das três

15 massas (22,23,24) interfere com ondas oceânicas, as outras duas sendo profundamente submersas. Cada perna/fase (12,13,14) é conectada por uma de três molas iguais (5,6,7) e um de três amortecedores (8,9,10) absorvedores de energia.

O WEC descrito nesta publicação internacional é dirigido

20 unicamente para a geração de energia, não estando prevista a utilização em motorização de embarcações. Tal como descrito, o sistema no caso de ser aplicado em uma embarcação não produziria movimentação da mesma. O sistema descrito opera imerso na água, sujeito a corrosão e formação de agregados de organismos. Além disso, possui movimentos

25 oscilatórios orbitais limitados a um único plano de vibração, o que restringe o aproveitamento concomitante da energia em outras dimensões de movimento. Já o arranjo radial no dispositivo da presente invenção proporciona movimento em todas as dimensões.

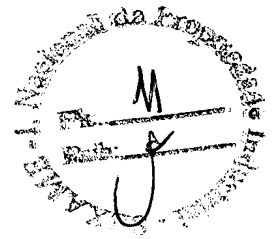


A patente U.S. 7.658.067 descreve um sistema WEC sintonizável que compreende um sistema de mola interna incluindo um peso suspenso por um mecanismo de mola dotado de uma constante de mola seletivamente variável para permitir oscilações verticais do peso em
5 resposta aos movimentos de oscilação da bóia. A impedância mecânica do sistema é função das oscilações do peso, portanto o sistema é sintonizável para valores selecionados de impedância mecânica para acoplamento ótimo às ondas. Este sistema de geração de energia é aplicável unicamente a bóias, não estando prevista a aplicação em
10 motorização de embarcações, além de considerar apenas um eixo de movimentação da massa oscilante pertencente à bóia, o que restringe o aproveitamento da energia em outras dimensões do movimento.

Assim, seria interessante se a técnica dispusesse de um conversor de energia de ondas com aplicação em motorização e simultânea ou
15 alternativamente geração de energia em embarcações e corpos flutuantes a partir de ondas ou perturbações mecânicas incidentes empregando sistema massa-mola-amortecedor com diferentes graus de liberdade de movimentação e de sintonia automática ou manual de forma a maximizar o aproveitamento energético das oscilações dentro dos
20 limites de segurança. São previstos ainda conversores com mais de um sistema oscilante, a operação sendo otimizada para diferentes condições de oscilação.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

De um modo amplo, a presente invenção é dirigida para um
25 conversor de energia de ondas à base de um sistema massa-mola-amortecedor com diferentes graus de liberdade de movimentação nas três dimensões translacionais e três dimensões rotacionais, o conversor de energia sendo aplicado em motorização de embarcações e



simultânea ou alternativamente geração de energia em embarcações e corpos flutuantes a partir de ondas.

O conversor de energia de ondas à base de um sistema massa-mola-amortecedor com diferentes graus de liberdade de movimentação
5 compreende um sistema inercial oscilante massa-mola-amortecedor inserido em um alojamento, dito sistema inercial sendo constituído de:

a) pelo menos uma massa oscilante,

b) molas, à razão de pelo menos duas molas para cada massa oscilante, as ditas molas estando posicionadas de modo radial à dita
10 massa oscilante, e

c) pelo menos dois dispositivos extratores de energia, à razão de um dispositivo extrator de energia para cada mola, ditos dispositivos estando conectados radialmente mediante juntas universais por uma extremidade a pelo menos uma massa oscilante e por outra extremidade,
15 também com auxílio de juntas universais, à parede do dito alojamento, ditos dispositivos sendo selecionados dentre cilindros de trabalho hidráulicos, pneumáticos e hidropneumáticos e geradores lineares, de onde é retirada a energia mecânica do sistema massa-mola oscilante, e transmitir a dita energia para um sistema convencional de
20 armazenamento de energia,

de modo que o movimento de perturbações externas incluindo ondas e vento ao atingirem o sistema contendo o dito conversor de energia produz oscilações que são transferidas para o dito sistema massa-mola-amortecedor a energia armazenada sendo utilizada em embarcações e
25 em corpos flutuantes.

Conforme uma modalidade do presente conversor de energia de ondas, a energia armazenada é conectada a um motor, gerador e outros dispositivos do estado da técnica para a propulsão de embarcações.



Conforme uma modalidade alternativa do presente conversor de energia relativa a embarcações, toda ou parte da energia armazenada é utilizada para gerar a energia necessária à embarcação sob forma de energia elétrica.

- 5 Conforme uma outra modalidade alternativa do conversor da invenção a ser utilizado de motorização de embarcações, o sistema massa-mola-amortecedor compreende uma massa, uma mola e um dispositivo extrator de energia.

- 10 Conforme uma modalidade adicional do conversor aplicado em embarcações, a energia armazenada é dirigida para o continente.

Conforme ainda uma outra modalidade do presente conversor de energia de ondas, a energia armazenada é conectada a um cabo transmissor de energia e outros dispositivos do estado da técnica para geração de energia por uma bóia.

- 15 Assim, a invenção provê um conversor de energia de ondas à base de um sistema massa-mola-amortecedor com diferentes graus de liberdade de movimentação onde a energia das ondas é transferida para o sistema massa-mola-amortecedor e transmitida para um sistema de armazenamento de energia.

- 20 A invenção provê ainda um conversor de energia de ondas à base de um sistema massa-mola-amortecedor com diferentes graus de liberdade de movimentação para a propulsão de uma embarcação.

- 25 A invenção provê ainda um conversor de energia de ondas à base de um sistema massa-mola-amortecedor com diferentes graus de liberdade de movimentação para a geração total ou parcial da energia de uma embarcação.

A invenção provê ainda um conversor de energia de ondas à base de um sistema massa-mola-amortecedor com diferentes graus de liberdade de movimentação com possibilidade de prover toda a



propulsão necessária para a embarcação ou alternativamente consorciada ou híbrida a outros motores convencionais, incluindo diesel, diesel-elétrica ou veleiros, durante parte ou o total do trajeto a ser percorrido pela mesma.

5 A invenção provê ainda um conversor de energia de ondas à base de um sistema massa-mola-amortecedor com diferentes graus de liberdade de movimentação com ajuste automático de mecanismos de estabilização externa convencionais incluindo hidrofólios, de forma a otimizar o aproveitamento da energia das oscilações com segurança.

10 A invenção provê ainda um conversor de energia de ondas à base de um sistema massa-mola-amortecedor com diferentes graus de liberdade de movimentação para utilização na motorização de uma embarcação, o sistema sendo embarcado, sem contato com a água.

15 A invenção provê também um conversor de energia de ondas à base de um sistema massa-mola-amortecedor com diferentes graus de liberdade de movimentação para utilização na motorização de uma embarcação, o sistema sendo complementado por hidrofólios externos que ajudam a otimizar a impedância mecânica do sistema para acoplamento ótimo às ondas.

20 A invenção provê ainda um conversor de energia de ondas à base de um sistema massa-mola-amortecedor com diferentes graus de liberdade de movimentação capaz de gerar energia interna e externa (corpos d'água e terra), para o bombeamento ou a produção interligada ou isolada de eletricidade ou calor.

25 A invenção também provê um conversor de energia de ondas à base de um sistema massa-mola-amortecedor com diferentes graus de liberdade de movimentação localizado na proa, na popa ou em qualquer posição dentro de uma embarcação de forma a otimizar o aproveitamento das oscilações decorrentes das ondas, do vento e da



motorização convencional utilizada nas três dimensões translacionais e três dimensões rotacionais com segurança.

A invenção também provê um conversor de energia de ondas à base de um sistema massa-mola-amortecedor com diferentes graus de liberdade de movimentação capaz de associar de forma modular diversas unidades do dito dispositivo para operação em série, em paralelo e de forma combinada série – paralelo de forma a aumentar a capacidade do sistema.

A invenção também provê um conversor de energia de ondas à base de um sistema massa-mola-amortecedor com diferentes graus de liberdade de movimentação em uma embarcação que opera na superfície do corpo d' água.

A invenção também provê um conversor de energia de ondas à base de um sistema massa-mola-amortecedor com diferentes graus de liberdade de movimentação em uma embarcação que opera no modo submerso.

A invenção provê ainda um conversor de energia de ondas a ser utilizado para geração de energia em um corpo flutuante submersível.

A invenção provê ainda um conversor de energia de ondas a ser utilizado para geração de energia em um corpo flutuante operando na superfície do corpo d' água.

A invenção provê adicionalmente um conversor de energia de ondas a ser utilizado para geração de energia em um corpo flutuante contendo um mecanismo de ajuste automático das dimensões ou lastro da mesma para sintonização da frequência de ressonância das ondas e aproveitamento otimizado da energia e transmitir a mesma para o continente por meios conhecidos.



A invenção provê ainda um conversor de energia de ondas a ser utilizado para geração de energia em um corpo flutuante formando um arranjo de vários corpos flutuantes.

É previsto que a instalação do conversor de energia de ondas
5 conforme a invenção se faça durante: i) a fabricação da embarcação ou corpo flutuante, ii) a adaptação em uma embarcação convencional ou corpo flutuante já existente, ou ainda o conversor ser instalado de modo modular em estruturas padronizadas dos transportes, como é o caso dos containeres, facilitando a utilização do mesmo de forma modular. Em
10 todos os casos os dispositivos deverão ser fixados na embarcação ou corpo flutuante de forma a permitir o correto e seguro funcionamento da invenção.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A FIGURA 1 anexa é uma ilustração esquemática de uma
15 configuração do tipo veículo marítimo com motorização somada para um único eixo por meio de mecanismos conhecidos pelo estado da técnica, conforme a invenção.

A FIGURA 2 anexa é uma ilustração esquemática de uma
20 configuração do tipo veículo marítimo com motorizações para eixos independentes (sem somador de esforços).

A FIGURA 3 anexa é uma ilustração esquemática de uma
configuração corpo flutuante ou estrutura submersa para geração de energia elétrica isolada ou interligada à rede de energia. A Figura 3A mostra uma modalidade de corpo flutuante ou submersível gerador
25 enquanto a Figura 3B mostra uma outra modalidade de corpo flutuante ou submersível gerador dotado de hastes ajustáveis e a Figura 3C, um arranjo de vários corpo flutuantes interligados com um distanciamento fixo ou ajustável.



A FIGURA 4 anexa apresenta uma visão detalhada do conversor de energia de ondas da invenção na modalidade que emprega uma massa de formato esférico e seis conjuntos mola-amortecedor com um mono-compartimento para abrigar dito conjunto.

5 A FIGURA 5 anexa apresenta a decomposição nos eixos vertical-y e horizontal-x do movimento orbital descrito por corpos localizados na superfície e a alguma profundidade de um corpo d'água.

10 A FIGURA 6 anexa apresenta uma família de curvas para diferentes fatores de amortecimento para o caso idealizado de um oscilador harmônico amortecido unidimensional submetido a uma força externa senoidal.

15 A FIGURA 7 anexa é uma ilustração esquemática de um tipo de trajetória descrita pela massa contida no conversor de energia da invenção que se aproxima de uma figura de Lissajous em três dimensões. A Figura 7A mostra o início da movimentação. A Figura 7B ilustra uma trajetória após alguns segundos da colocação do conversor de energia da invenção em operação.

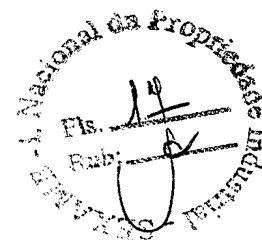
DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

20 De acordo com a invenção, os seguintes termos têm o significado abaixo:

“Corpos d'água” significa mares e oceanos, baías, lagos e rios.

“Corpos flutuantes” significa bóias, plataformas e chatas.

25 A presente invenção é, pois, dirigida para um conversor de energia de ondas à base de um sistema massa-mola-amortecedor com diferentes graus de liberdade de movimentação para motorização e concomitante ou alternativa geração de energia em embarcações e corpos flutuantes a partir de perturbações externas incluindo ondas, correntes e vento e motorização convencional que resultam em oscilações no sistema



contendo o conversor de energia, onde o dito sistema massa-mola-amortecedor pertence a uma embarcação ou corpo flutuante.

Em uma modalidade da invenção, o conversor de energia de ondas à base de um sistema massa-mola-amortecedor com diferentes
5 graus de liberdade de movimentação é principalmente dirigido para embarcações, mais especificamente do tipo de embarcações que não cortam ondas.

Na modalidade da invenção para aplicação em embarcações o conversor de energia de ondas é utilizado igualmente para a geração de
10 energia. Ainda nesta modalidade, o conversor de energia de ondas proposto é utilizado na motorização e na geração plena ou auxiliar de energia para a embarcação.

Em outra modalidade da invenção o conversor de energia de ondas é um gerador de energia em um corpo flutuante, a energia gerada
15 sendo aproveitada em corpos d'água.

Em uma modalidade alternativa do conversor de energia de ondas em um corpo flutuante, a energia gerada é transmitida para o continente através de meios e dispositivos usuais de transmissão de energia para conexão à rede ou instalação isolada.

20 Em uma outra modalidade alternativa do conversor de energia de ondas em um corpo flutuante, a energia gerada é parcialmente aproveitada no corpo d'água e parcialmente transmitida para o continente.

O conceito de conversor de energia de ondas da invenção envolve
25 um sistema inercial oscilante massa-mola-amortecedor com liberdade de movimentação nas três dimensões translacionais e três dimensões rotacionais, o dito conversor sendo capaz de absorver e armazenar a energia das ondas e a transmitir a um sistema convencional de energia, incluindo aplicações em propulsão de embarcações e geração de

energia, a geração de energia sendo utilizada na embarcação ou alternativamente em corpos flutuantes.

O conversor de energia de ondas da invenção é usado como único dispositivo de propulsão da embarcação ou prover somente parte da energia necessária ao deslocamento, a atuação do conversor sendo
5 variável ao longo do trajeto desenvolvido pela embarcação, a depender das ondas marinhas, ventos e correntes encontradas.

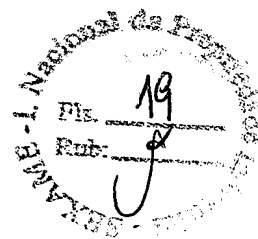
O sistema massa-mola-amortecedor do conversor de energia de ondas da invenção é constituído de pelo menos uma massa oscilante,
10 preferencialmente esférica, mas admitindo qualquer geometria. A massa oscilante é variável de forma manual ou automática conforme as condições de operação.

A massa oscilante é composta por peças, partes, agregados, incluindo um corpo oco passível de preenchimento com grãos, sólidos
15 cominuídos, fluidos de modo geral.

O conjunto massa-mola-amortecedor é embarcado já pronto para utilização. Alternativamente dito conjunto é montado no próprio sistema onde será utilizado, seja embarcação ou corpo flutuante.

A massa oscilante constitui entre 2 e 20 por cento do peso total do sistema de utilização, podendo atingir valores superiores a 50% no caso
20 de corpos flutuantes.

De modo distintivo em relação aos conversores de energia de ondas similares do estado da técnica, à massa oscilante devem estar acopladas pelo menos duas molas e dois dispositivos extratores de
25 energia, as molas estando dispostas de modo radial em relação à dita massa, de modo a proporcionar o desejado efeito de diversos graus de liberdade para movimentação, ou seja, três dimensões translacionais e três dimensões rotacionais.



O sistema massa-mola-amortecedor da invenção compreende ainda pelo menos dois dispositivos extratores de energia selecionados dentre cilindros de trabalho hidráulicos, pneumáticos e hidropneumáticos e geradores elétricos lineares. Os dispositivos extratores de energia correspondem aos amortecedores do sistema.

A massa oscilante está conectada através de juntas universais aos ditos dispositivos extratores de energia.

A massa oscilante está contida no interior do alojamento.

Alternativamente, a massa oscilante está localizada externamente ao dito alojamento.

Juntas universais são dispositivos convencionais selecionados dentre eixos cardan, juntas homocinéticas e eixos flexíveis.

Cada cilindro hidráulico e/ou pneumático e/ou gerador elétrico linear está associado a uma mola (ou feixe de molas) selecionada dentre molas mecânicas, pneumáticas, a gás e magnéticas.

A mola (ou feixe de molas) está contida no interior do alojamento.

Alternativamente, a mola (ou feixe de molas) está localizada externamente ao dito alojamento.

Cada cilindro hidráulico e/ou pneumático de trabalho e/ou gerador elétricos linear está conectado, também por juntas universais, à estrutura ou alojamento que abriga o sistema.

No caso de haver a opção pelo uso de arranjo de molas, estas admitem estarem associadas em série, em paralelo e em uma combinação série e paralelo.

Cada mola ou feixe de molas do sistema massa-mola está associada a pelo menos um dispositivo extrator de energia selecionado dentre cilindros hidráulicos, cilindros pneumáticos de trabalho e geradores elétricos lineares, isolados ou combinados entre si.

O sistema massa-mola-amortecedor utilizado no conversor de energia de ondas da presente invenção está contido em um alojamento de proteção para os componentes do mesmo.

Alternativamente o dito alojamento é subdividido de forma a
5 acondicionar separadamente os componentes do conversor de energia.

Os alojamentos por sua vez são fixados ao compartimento da embarcação ou corpo flutuante através de quaisquer meios de fixação conhecidos. Deste modo o sistema massa-mola-amortecedor permanece ao abrigo do corpo d'água.

10 Alternativamente o conversor de energia da invenção opera em conjunto com sistemas convencionais incluindo os hidrofólios para a estabilização de embarcações e hastes externas ajustáveis para o caso de corpos flutuantes para a otimização da extração de energia das ondas com segurança.

15 A fim de ser aproveitada na propulsão da embarcação, a energia recebida no sistema massa-mola-amortecedor deve ser transmitida para um sistema convencional de armazenamento de energia. Isto é obtido através de dutos, condutores elétricos, válvulas de controle ou dispositivos similares conectados a um sistema de armazenamento de
20 energia.

Vantajosamente, o conceito da invenção envolve ainda um dispositivo dotado de mecanismo de controle para sintonização manual ou automática da frequência de ressonância das ondas e otimização para extração com segurança da maior quantidade possível da energia
25 proveniente das perturbações incidentes.

O dispositivo que realiza este controle é selecionado dentre os mecanismos de controle automático convencionais conhecidos, como os que são empregados em Amortecedores Dinâmicos Sintonizados – ADS (Tuned Mass Dampers – TMD) em máquinas e estruturas como edifícios,



pontes e torres. O conceito de empregar Atenuadores Dinâmicos Sintonizados – ADS como forma de absorver vibrações mecânicas e proteger estruturas e dissipar essas oscilações externas sofridas por estruturas é em geral bem conhecido. Deste modo, a partir de um sinal de controle proveniente de sensores que podem ser acelerômetros triaxiais ou similares, o sistema irá processar o sinal e atuar por meio de retroalimentação (“feedback”) em um ou mais parâmetros que influem na frequência de ressonância ou função de transferência do sistema massa-mola-amortecedor (ex.: k – constante das molas, m – valor da massa oscilante ou b - constante de amortecimento) ajustando-os de forma a possibilitar a máxima transferência de potência das perturbações incluindo ondas, correntes e ventos para a embarcação ou corpo flutuante, dentro dos requisitos de segurança.

O sistema de armazenamento de energia destinado a armazenar a energia capturada pelo sistema massa-mola-amortecedor é selecionado dentre sistemas pneumáticos, hidráulicos, hidro-pneumáticos, químicos e inerciais.

Alternativamente o dito sistema de armazenamento de energia é constituído de bobinas supercondutoras (SMES - Superconducting Magnetic Energy Storage).

A energia armazenada deve então ser transferida para um motor pneumático, hidráulico ou elétrico, para a motorização da embarcação e daí para um gerador elétrico auxiliar para a embarcação ou fornecimento para o continente.

Na modalidade do conversor de energia de ondas dirigida para a motorização de embarcações o motor por sua vez está associado a um acoplador para motorização híbrida que por sua vez é conectado a i) um hélice e ii) um motor ou turbina convencional de embarcações.



Alternativamente, o acoplador para motorização híbrida é dispensado e o motor pneumático ou outro é associado diretamente a um hélice ou similar, um outro hélice estando associado ao motor ou turbina convencional da embarcação.

- 5 Alternativamente o motor elétrico é conectado diretamente ao hélice ou gerador elétrico para acionamento de propulsores azimutais.

Portanto, conforme o conversor de energia das ondas da invenção à base de um sistema massa-mola-amortecedor com diferentes graus de liberdade de movimentação e de sintonia automática ou manual, o movimento das ondas ou qualquer outra perturbação mecânica ao incidir sobre a embarcação ou corpo flutuante produz a movimentação do sistema massa-mola-amortecedor oscilante contido no alojamento.

O conversor de energia das ondas da invenção quando aplicado em uma configuração ou modalidade de corpo flutuante envolve transmitir a energia armazenada e gerada para cabos conectados ao continente.

Alternativamente, ditos cabos suprem de energia um equipamento marítimo selecionado dentre uma plataforma de exploração de petróleo fora da costa ou similar.

- 20 O corpo flutuante é dotado de sistema de amarração ou ancoragem convencional.

Conforme uma outra modalidade, o conversor de energia inserido em um corpo flutuante é dotado de treliças, hastes ou juntas telescópicas destinadas a aumentar as dimensões do corpo flutuante seja na dimensão horizontal ou vertical para sintonização otimizada à frequência das ondas incidentes.

As treliças, hastes ou juntas telescópicas se conectam ao sistema massa-mola-amortecedor através de servomotores hidráulicos, pneumáticos ou elétricos.

Ainda, o conversor de energia inserido em um corpo flutuante admite um arranjo de vários corpos flutuantes interligados, de modo a fornecer uma maior quantidade de energia em um conjunto com dimensões fixas ou ajustáveis às frequências das ondas incidentes.

- 5 Quanto ao modelamento matemático do presente conversor de energia das ondas, de forma muito simplificada, ao considerar um oscilador linear com uma constante de amortecimento proporcional à velocidade e constante de mola proporcional ao deslocamento e sujeito a apenas uma oscilação harmônica ocorrendo na dimensão horizontal “x”,
 10 embora já tenha sido destacado que o sistema permite o aproveitamento de oscilações em diversas dimensões, apresenta-se a seguinte equação para o movimento:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + b \frac{dx}{dt} + kx = Fx_o \cos (\omega t)$$

- 15 Onde:

$F(t) = Fx_o \cos (\omega t)$ = Força periódica externa.

Fx_o = Amplitude máxima da força.

- 20

b = Coeficiente de atrito ou fator de retirada da energia do sistema oscilante.

k = Constante da mola.

- 25 $\omega = 2\pi f$ = Frequência angular da força aplicada.

$\omega_o = \left[\frac{k}{m} \right]^{1/2}$ = Frequência natural de oscilação do sistema.

$\gamma = b / 2m$

- 30

Solução para a coordenada x (posição, velocidade e potência média):

$$x = \frac{Fx_o}{m} \frac{1}{[(\omega_o^2 - \omega^2)^2 + 4\gamma^2\omega^2]^{1/2}} \text{ sen } (\omega t + \theta) ; \text{ Máximo para : } \omega = (\omega_o^2 - 2\gamma^2)^{1/2}$$

$$v = \frac{F x_0}{m} \frac{\omega}{[(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4 \gamma^2 \omega^2]^{1/2}} \cos(\omega t + \theta); \text{ Máximo para: } \omega = \omega_0$$

$$\langle P \rangle = \frac{F x_0}{m} \frac{\gamma \omega^2}{[(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4 \gamma^2 \omega^2]^{1/2}}; \text{ Máximo para: } \omega = \omega_0$$

Definindo-se o fator multiplicativo,

$$M = \frac{\omega_0}{\left[\left(1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^2 \right)^2 + \left(\frac{2\gamma}{\omega_0} \right)^2 \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^2 \right]^{1/2}}$$

5

Assim obtêm-se as curvas ilustradas na Figura 6 para os diferentes valores de amortecimento b .

A presente invenção será descrita a seguir em relação às Figuras anexas. No entanto, deve ficar bem claro para os especialistas que as configurações descritas são apenas ilustrativas, admitindo muitas mudanças e variações, todas estas, compreendidas no escopo da invenção, o escopo sendo delimitado unicamente pela abrangência das reivindicações anexas.

Conforme ilustrado esquematicamente na Figura 1, (100) representa uma embarcação de preferência do tipo que não corta ondas, mas não exclusivamente.

O conversor de energia de ondas da invenção, designado de modo geral pelo numeral (70) unicamente para fins ilustrativos está localizado próximo à popa de uma embarcação (100). Ainda, são indicados: um compartimento de carga (80) que poderá ser modificado para a localização do dito conversor e a proa (90) da dita embarcação (100) que também pode abrigar o dito conversor que mesmo mais distante da casa de máquinas não impede a condução da energia do mesmo por meio de dutos ou condutores elétricos.

Conforme mencionado acima no presente relatório, a localização do conversor (70) na estrutura da embarcação (100) é qualquer, na proa,



na popa ou em uma localização intermediária da estrutura da dita embarcação.

Alternativamente, o conversor (70) da invenção está incluído em estrutura modular a ser embarcada e fixada adequadamente como no
5 caso do acondicionamento do mesmo em containeres.

Conforme a Figura 1, o sistema massa-mola-amortecedor destinado a capturar a energia das oscilações ou perturbações provenientes das ondas, ventos, correntes e regenerativamente da propulsão convencional, que se combinam e atingem a embarcação
10 (100), é contido em um alojamento (10).

O alojamento (10) é fixado à seção (50) da embarcação (100) através de quaisquer meios de fixação (11).

A massa (12) irá compor a massa de trabalho necessária, quando o sistema for posto em operação. A pelo menos uma massa (12) está
15 ilustrada como esférica para facilidade gráfica, mas admite qualquer geometria incluindo cilíndrica e cúbica.

A massa oscilante (12) é composta por peças, partes e agregados.

Alternativamente, a massa oscilante (12) corresponde a um compartimento vazio para preenchimento com líquidos, fluidos ou grãos
20 de qualquer natureza. Esta modalidade permite a variação do valor da massa (12) de forma controlada e automática ou somente automática para a ressonância ou esvaziamento para manutenção ou desligamento do sistema onde o dito conversor (70) está inserido, incluindo embarcação ou corpo flutuante.

Assim, a variação do valor da massa (12) permite a sintonização otimizada à frequência das ondas incidentes.
25

A massa (12) é conectada por meio de juntas universais (9) selecionados dentre eixos cardan, juntas homocinéticas e eixos flexíveis (vide Figura 4) a pelo menos um extrator de energia (13), selecionado



dentre cilindros hidráulicos e/ou pneumáticos de trabalho e/ou geradores elétricos lineares de onde é extraída a energia útil do sistema.

Cada um desses extratores (13) é inserido em ou associado a pelo menos uma mola (14), formando sistemas massa-mola-amortecedor que por sua vez estão fixados, também por meio de juntas universais (9), ao alojamento (10) para receberem a energia mecânica da massa (12) movimentada pela energia das ondas e outras perturbações que incidem na embarcação (100).

Deste modo, a energia do sistema massa-mola-amortecedor é recebida, sendo aproveitada após transmissão e armazenamento para propulsão total ou parcial de uma embarcação ou geração de energia na embarcação ou em corpos flutuantes.

Já nos sistemas massa-mola-amortecedor do estado da técnica a energia resultante da perturbação externa é desperdiçada como ocorre nos Amortecedores Dinâmicos Sintonizados – ADS normalmente utilizados para absorção de vibrações em máquinas, motores, oscilações produzidas por ventos e terremotos em edifícios, pontes, torres e outras estruturas ou aproveitada somente em um eixo de movimentação de corpo oscilante localizado no exterior de veículos ou no interior de corpos flutuantes e sem uso para motorização de embarcações.

A energia recebida nos extratores de energia (13) deve então ser transmitida para um sistema (15) de armazenamento de energia.

A transmissão da energia é feita com auxílio de válvulas de controle (18) ou dispositivos similares. As válvulas de controle (18) se conectam ao sistema (15) através de dutos (16) para escoamento do fluido de trabalho ou de condutores de eletricidade para a alternativa do emprego de geradores elétricos lineares.

Ainda, é provido um dispositivo (17) selecionado dentre um conjunto de sensores, hardware e software, servomecanismos, válvulas



e similares, dito dispositivo sendo dotado de mecanismo de controle para sintonização manual ou automática da frequência de ressonância das ondas e/ou otimização do aproveitamento da energia proveniente das perturbações incidentes.

- 5 A energia armazenada em (15) deve ser transformada para propulsão da embarcação, então a mesma é dirigida para um motor (19). O motor (19) é conectado, via eixos de trabalho (22), em uma extremidade a um acoplador (21) para motorização híbrida e em outra extremidade, a um gerador elétrico (24) auxiliar. O acoplador (21) está
10 por sua vez conectado, também via eixos de trabalho (22), a um hélice (23) e a um motor (20) convencional para embarcações.

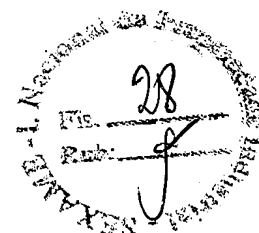
Os dispositivos (15), (16), (19), (20), (21), (22), (23) e (24) são convencionais e estão encerrados ou inclusos em uma seção (60) da embarcação (100).

- 15 Como citado acima no presente relatório, não é obrigatório que as seções (50) e (60) sejam contíguas na embarcação (100).

- Em todos os casos, a transmissão da energia do dispositivo (13) para o dispositivo (15) será efetuada conforme necessário, atravessando um percurso menor ou maior dentro da embarcação ou corpo flutuante,
20 de forma a permitir a associação em série, paralela ou uma combinação dos dois tipos de diversos dispositivos da invenção, somando e transmitindo a energia de cada unidade, via dutos ou condutores elétricos, conforme o caso, adicionalmente ou alternativamente utilizando meios disponíveis na técnica e ao alcance dos especialistas.

- 25 A Figura 2 é uma ilustração esquemática de uma outra modalidade do conversor de energia das ondas (70) da invenção incluído em uma embarcação (200).

Nesta modalidade somente o arranjo de dispositivos convencionais de aproveitamento de energia contidos na seção (60) foi alterado,



enquanto o sistema massa-mola-amortecedor da invenção contido no alojamento (10) é idêntico àquele descrito com relação à Figura 1.

Assim, a energia armazenada em (15) é transferida para um motor (19). O motor (19) está conectado, via eixos de trabalho (22), por uma
5 extremidade, a um primeiro hélice (23) e por outra extremidade, a um gerador elétrico auxiliar opcional (24). De modo independente, um segundo hélice (23) se conecta, via um eixo de trabalho (22), a um motor ou turbina convencional (20) usado comumente em embarcações.

Na opção de o conversor (70) ser utilizado para geração total ou
10 parcial da energia da embarcação, esta geração é feita com auxílio do gerador elétrico (24).

As Figuras 3A, 3B e 3C ilustram o conversor de energia (70) da invenção aplicado a um corpo flutuante (300) para geração de energia.

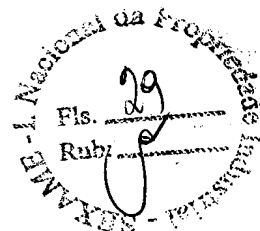
Em uma modalidade, o corpo flutuante (300) está na superfície
15 (25) do corpo d'água.

Em uma outra modalidade, o corpo flutuante (300) está imerso no corpo d'água.

Nessas Figuras, os numerais indicam exatamente os mesmos itens que aqueles descritos para as Figuras precedentes.

— 20 Tendo em vista as dimensões reduzidas do corpo flutuante, o conversor de energia ocupa praticamente todo o espaço interno da mesma.

Note-se que embora a modalidade de conversor de energia utilizada em embarcações (100, 200) e aquela utilizada em um corpo
25 flutuante (300) inclua em um caso um ou mais hélices e em outro caso ausência de hélice(s), o conversor de energia da invenção é designado, em todos os casos, pelo numeral genérico (70) relativo ao sistema massa-mola-amortecedor e sistema de armazenamento de energia.



Conforme a Figura 3A, o conversor de energia (70) da invenção quando aplicado em uma configuração de corpo flutuante (300) envolve transmitir a energia armazenada em (15) e gerada em (24) para cabos (29) conectados ao continente. Alternativamente, os cabos (29) suprem de energia uma plataforma ou outro equipamento marítimo qualquer (não representado).

O corpo flutuante (300) é dotado de sistema (26) de ancoragem convencional preso a uma alça de amarração (27) pertencente ao corpo flutuante.

Conforme uma modalidade da invenção ilustrada na Figura 3B, o conversor de energia (70) incluso em um corpo flutuante (300) é dotado de dispositivos (30) selecionados dentre aletas, treliças ou juntas telescópicas, destinados a aumentar as dimensões do conversor (70) incluso em um corpo flutuante, o aumento sendo na dimensão horizontal ou vertical para sintonização otimizada à frequência das ondas incidentes.

O corpo flutuante (300) é dotado de compartimento de lastro (28) com preenchimento controlado automaticamente, permitindo sintonização otimizada à frequência das ondas incidentes.

A Figura 3C ilustra uma modalidade do conversor de energia (70) em que vários corpos flutuantes (300) são interligados para otimizar o fornecimento de energia em um conjunto com dimensões fixas ou ajustáveis às frequências das ondas incidentes. A conexão entre os corpos flutuantes (300) é feita via os dispositivos (30).

A Figura 4 ilustra um sistema massa-mola-amortecedor formando uma modalidade de conversor de energia das ondas conforme a invenção, com uma massa (12) de formato esférico e seis conjuntos mola-amortecedor (14-13) com um mono-compartimento (10) para abrigar dito conjunto.

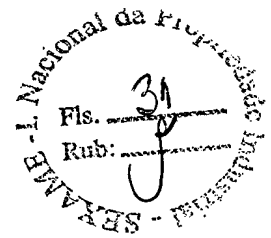


A configuração da Figura 4 ilustra os graus de liberdade nas três dimensões translacionais e nas três dimensões rotacionais obtidos a partir da instalação na embarcação ou corpo flutuante do conversor da invenção. Nesta Figura, os numerais indicam itens correspondentes
5 àqueles das Figuras precedentes.

A Figura 5 apresenta a decomposição nos eixos vertical-y e horizontal-x do movimento orbital descrito por corpos localizados na superfície e a alguma profundidade de um corpo d'água.

A Figura 6 apresenta uma família de curvas para diferentes fatores
10 de amortecimento para o caso idealizado de um oscilador harmônico amortecido unidimensional submetido a uma força externa senoidal.

A Figura 7 é uma ilustração esquemática de um tipo de trajetória descrita pela massa contida no conversor de energia da invenção que se aproxima de uma figura de Lissajous em três dimensões. A Figura 7A
15 mostra o início da movimentação. A Figura 7B ilustra uma trajetória após alguns segundos da colocação do conversor de energia da invenção em operação.



REIVINDICAÇÕES

1. Conversor de energia de ondas à base de um sistema massa-mola-amortecedor com diferentes graus de liberdade de movimentação, dito conversor sendo caracterizado por compreender um sistema inercial oscilante massa-mola-amortecedor inserido em um alojamento, dito sistema inercial sendo constituído de:
- 5 a) pelo menos uma massa oscilante (12),
- b) molas (14), à razão de pelo menos duas molas (14) para cada
- 10 massa oscilante (12), ditas molas sendo arrançadas de modo radial à dita massa oscilante, e
- c) pelo menos dois dispositivos extratores de energia (13) para retirar a energia mecânica do sistema massa-mola oscilante-amortecedor, à razão de um dispositivo extrator de energia (13)
- 15 para cada mola (14), ditos dispositivos extratores de energia (13):
- i) sendo conectados radialmente mediante juntas universais (9) por uma extremidade a pelo menos uma das ditas massas oscilantes (12) e por outra extremidade, igualmente com auxílio de juntas universais (9), à parede do dito alojamento (10), e ii)
- 20 transmitindo a dita energia retirada do sistema massa-mola-amortecedor para um sistema convencional (15) de armazenamento de energia,
- de modo que o movimento de perturbações externas incluindo ondas e vento ao atingirem o sistema contendo o dito conversor
- 25 de energia (70) produz oscilações que são transferidas para o dito sistema massa-mola-amortecedor, a energia armazenada em (15) sendo utilizada em embarcações e em corpos flutuantes.



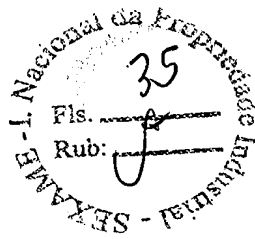
2. Conversor de energia de ondas de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a massa (12) ter qualquer geometria, incluindo geometria esférica, cilíndrica e cúbica.
- 5 3. Conversor de energia de ondas de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a massa (12) compreender um compartimento vazio para preenchimento com substâncias selecionadas dentre líquidos, fluidos ou grãos de qualquer natureza, para sintonização otimizada à frequência das ondas incidentes.
- 10 4. Conversor de energia de ondas de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a massa (12) ser posicionada no interior do alojamento (10).
- 5 5. Conversor de energia de ondas de acordo com a reivindicação 1, alternativamente caracterizado por a massa (12) ser posicionada externamente ao alojamento (10).
- 15 6. Conversor de energia de ondas de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por as molas (14) serem posicionadas no interior do alojamento (10).
- 20 7. Conversor de energia de ondas de acordo com a reivindicação 1, alternativamente caracterizado por as molas (14) serem posicionadas externamente ao alojamento (10).
- 25 8. Conversor de energia de ondas de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender adicionalmente um dispositivo (17) selecionado dentre um conjunto de sensores, hardware, software, servomecanismos e válvulas, dito dispositivo (17) sendo dotado de mecanismo de controle para sintonização da frequência de ressonância das ondas.
9. Conversor de energia de ondas de acordo com a reivindicação 8, alternativamente caracterizado por o mecanismo de controle do



dito dispositivo (17) ser para a otimização do aproveitamento da energia proveniente das perturbações incidentes.

- 5 10. Conversor de energia de ondas de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por estar inserido em e ser aplicado na motorização de embarcações (100, 200).
11. Conversor de energia de ondas de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por estar inserido em e ser aplicado na geração total ou parcial da energia requerida em embarcações (100, 200).
- 10 12. Conversor de energia de ondas de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por estar inserido em e ser aplicado parcialmente na motorização de embarcações (100, 200) e parcialmente na geração de energia requerida nas ditas embarcações.
- 15 13. Conversor de energia de ondas de acordo com as reivindicações 10, 11 e 12, caracterizado por compreender uma massa (12), uma mola (14) e um extrator de energia (13).
14. Conversor de energia de ondas de acordo com as reivindicações 10, 11, 12 e 13, caracterizado por estar montado em estrutura modular incluindo containeres a ser embarcada e fixada em embarcações (100, 200).
- 20 15. Conversor de energia de ondas de acordo com as reivindicações 10, 11, 12, 13 e 14, caracterizado por a localização do conversor (70) na estrutura da embarcação (100, 200) ser qualquer, incluindo na proa, na popa e em uma localização intermediária da estrutura da dita embarcação.
- 25 16. Conversor de energia de ondas de acordo com as reivindicações 10, 11, 12, 13, 14 e 15, caracterizado por a embarcação (100, 200) operar na superfície de um corpo d'água.

17. Conversor de energia de ondas de acordo com as reivindicações 10, 11, 12, 13, 14 e 15, caracterizado por a embarcação (100, 200) operar no modo submerso.
- 5 18. Conversor de energia de ondas de acordo com as reivindicações 1 e 10, caracterizado por dirigir a energia armazenada em (15) para um motor (19), dito motor (19) sendo conectado, em uma extremidade a um acoplador (21), dito acoplador sendo conectado a um hélice (23) e a um motor (20), e em outra extremidade, a um gerador elétrico (24), todas as conexões entre ditos dispositivos sendo efetuadas via eixos de trabalho (22).
- 10 19. Conversor de energia de ondas de acordo com as reivindicações 1 e 10, caracterizado por alternativamente dirigir a energia armazenada em (15) para um motor (19) conectado em uma extremidade a um primeiro hélice (23) e por outra extremidade, a um gerador elétrico auxiliar opcional (24), enquanto, de modo independente, um segundo hélice (23) se conecta a um motor ou turbina convencional (20), todas as conexões entre ditos dispositivos sendo efetuadas via eixos de trabalho (22).
- 15 20. Conversor de energia de ondas de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por estar inserido em e ser aplicado a um corpo flutuante (300) para geração de energia.
- 20 21. Conversor de energia de ondas de acordo com a reivindicação 20, caracterizado por o corpo flutuante (300) estar na superfície (25) de um corpo d'água.
- 25 22. Conversor de energia de ondas de acordo com a reivindicação 20, caracterizado por o corpo flutuante (300) estar imerso em um corpo d'água.
23. Conversor de energia de ondas de acordo com a reivindicação 20, caracterizado por o corpo flutuante (300) ser dotado de



compartimento de lastro **(28)** com preenchimento controlado automaticamente para sintonização otimizada à frequência das ondas incidentes.

- 5 24. Conversor de energia de ondas de acordo com a reivindicação 20, caracterizado por o corpo flutuante **(300)** ser dotado de dispositivos **(30)** selecionados dentre treliças, aletas e juntas telescópicas destinadas a aumentar as dimensões do conversor **(70)** incluso no dito corpo flutuante.
- 10 25. Conversor de energia de ondas de acordo com a reivindicação 20, caracterizado por compreender um conjunto de corpos flutuantes **(300)** interligados, ditos corpos flutuantes sendo conectados com auxílio de dispositivos **(30)**.

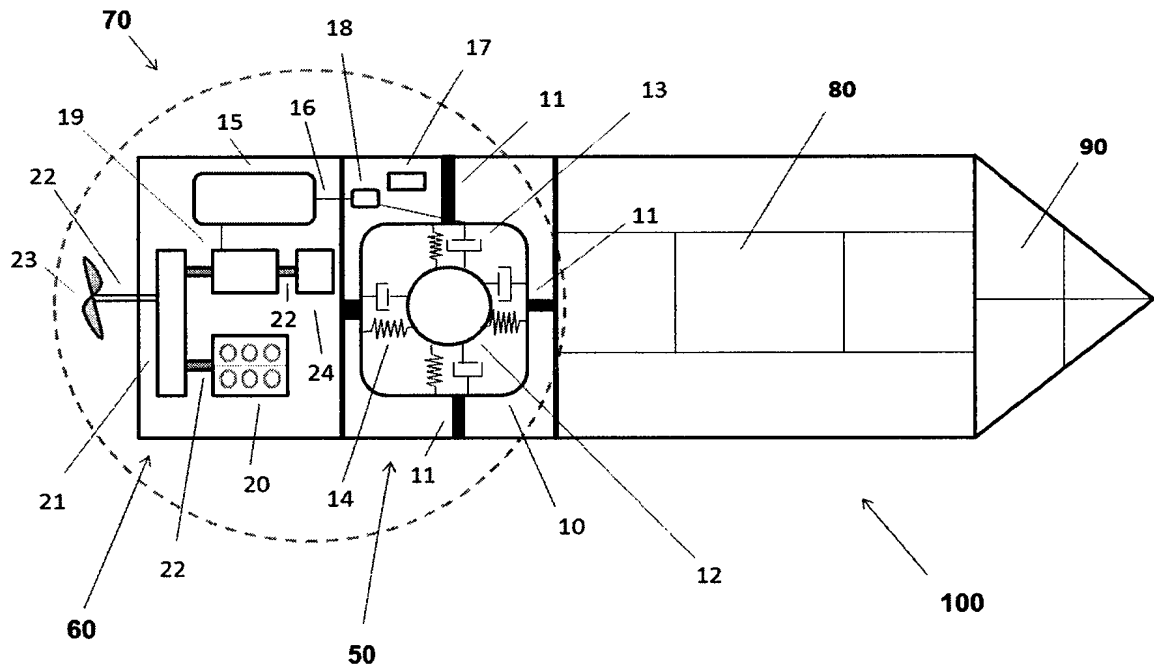


FIG.1

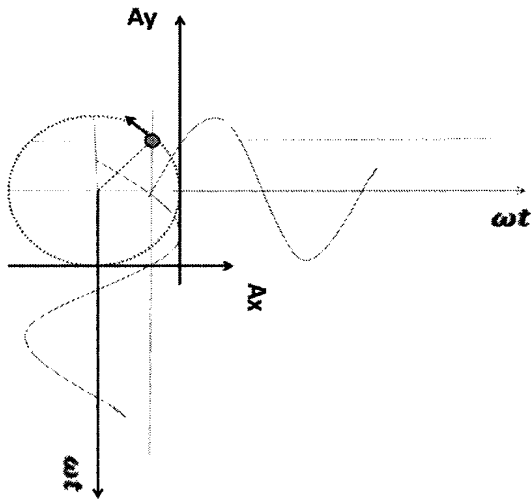


FIG.5

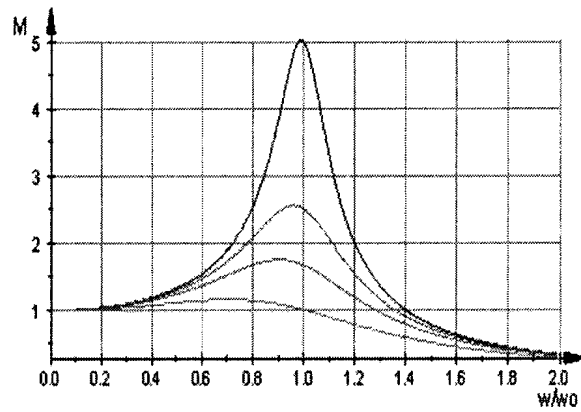


FIG.6

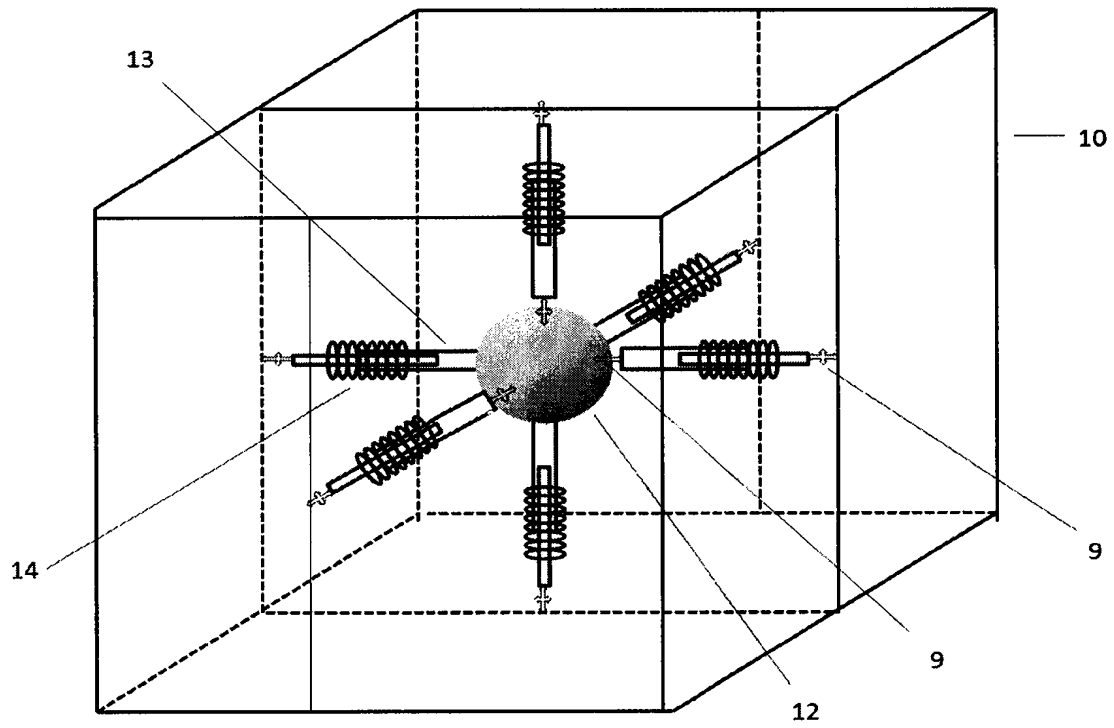


FIG. 4

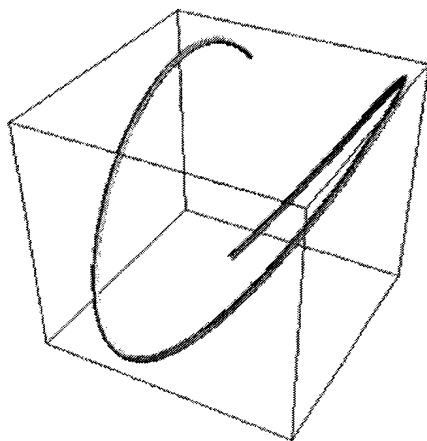


FIG. 7A

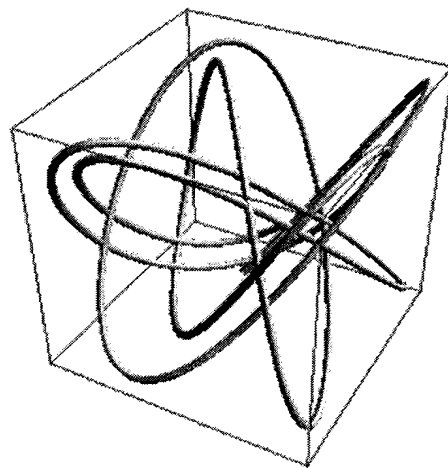


FIG. 7B

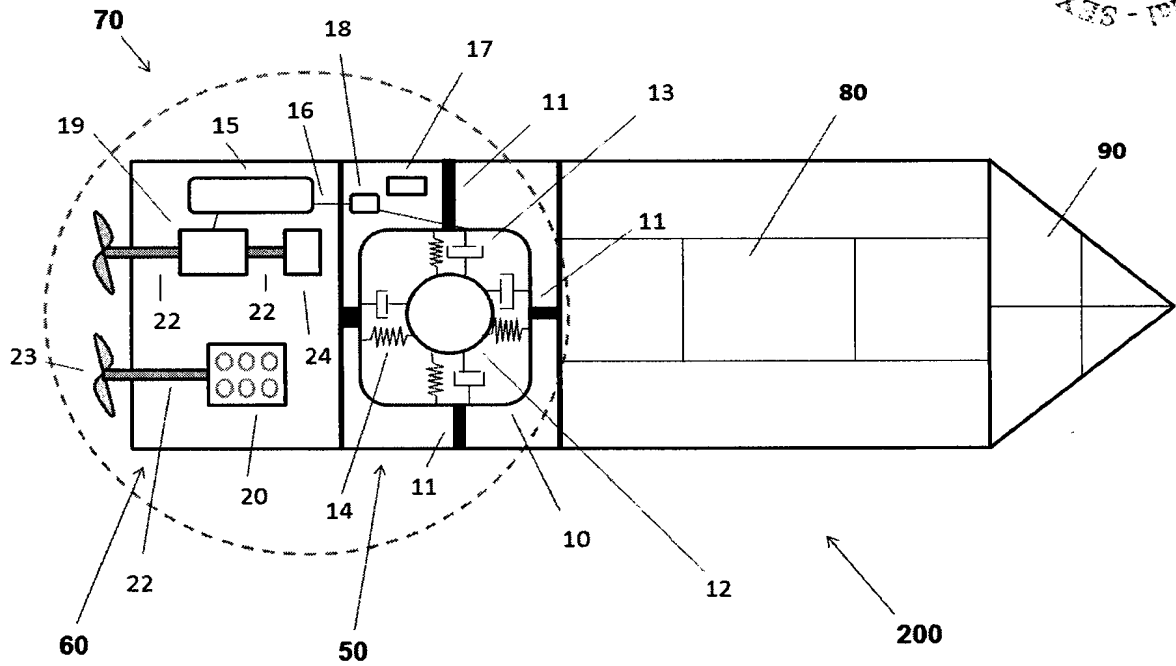


FIG. 2

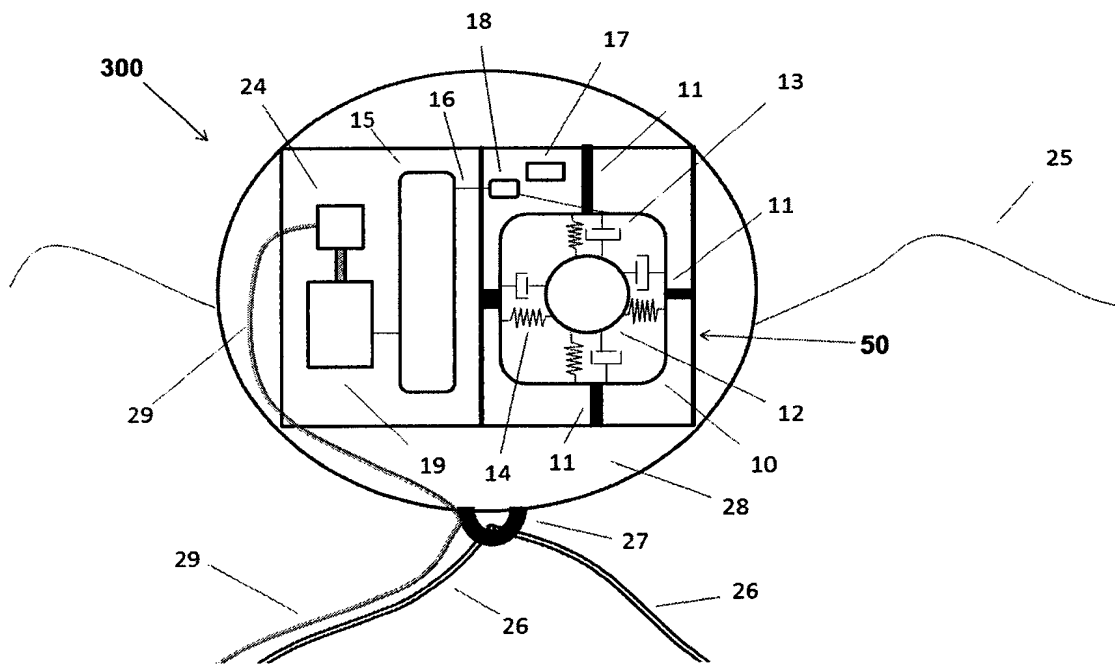
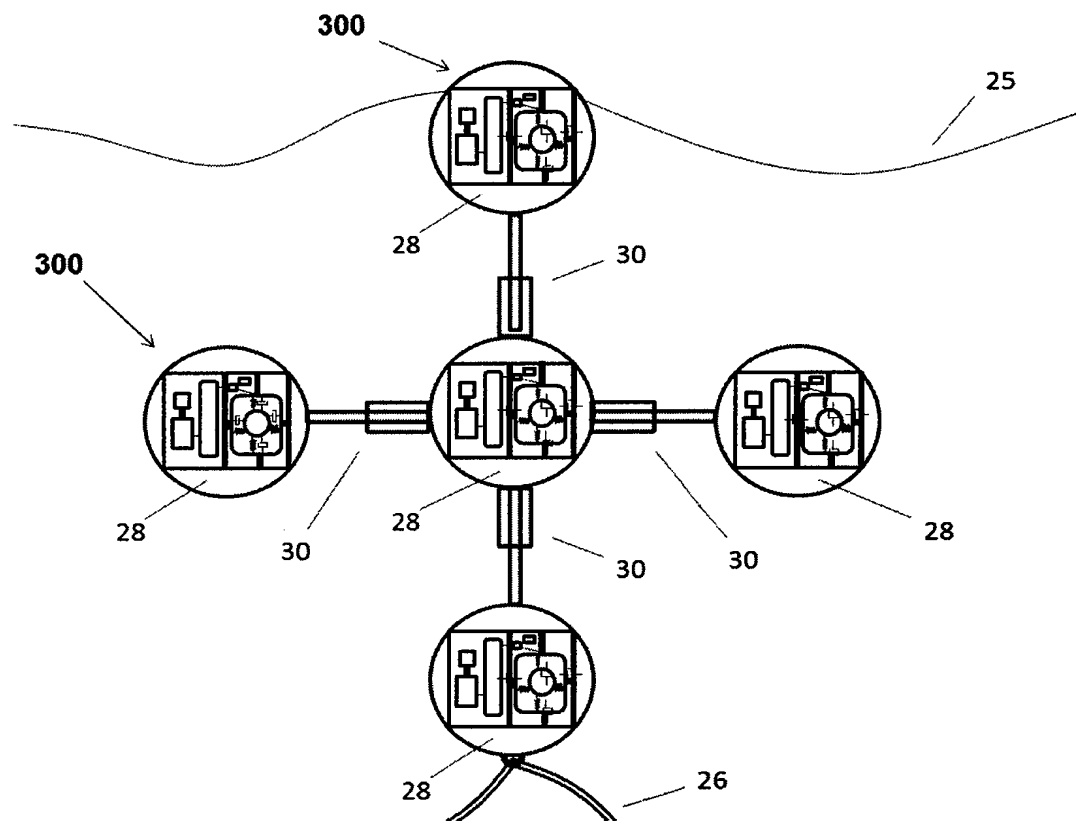
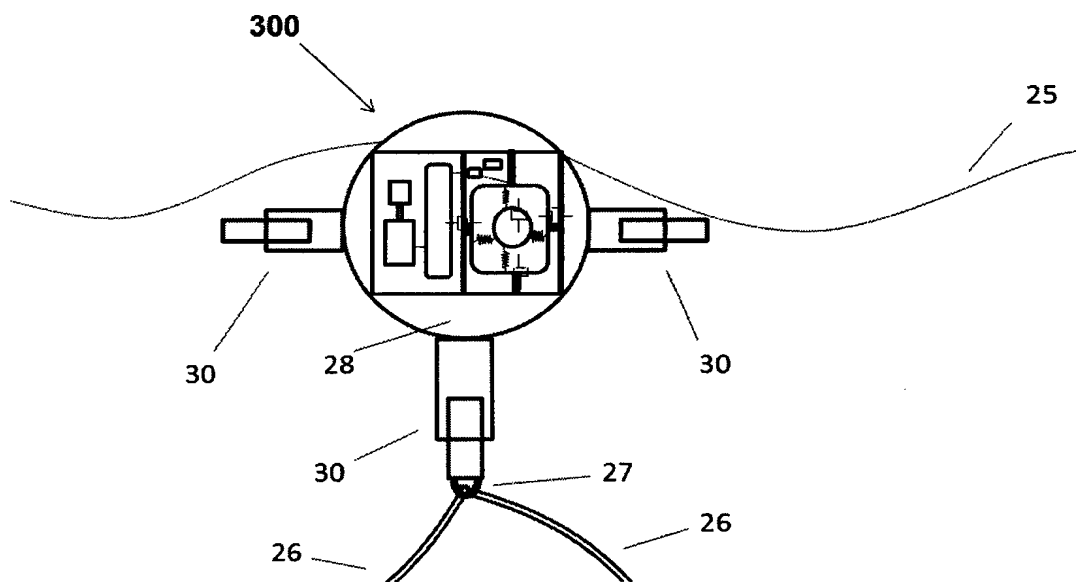
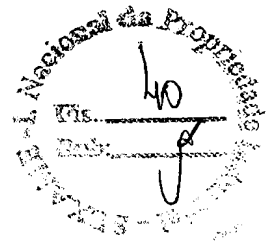


FIG. 3A





RESUMO

CONVERSOR DE ENERGIA DE ONDAS

É descrito um conversor (70) de energia de ondas para ser aplicado em embarcações (100, 200) ou corpos flutuantes (300). O

5 conversor (70) envolve um sistema massa-mola-amortecedor constituído de pelo menos uma massa oscilante (12), molas (14), à razão de pelo menos duas molas (14) para cada massa oscilante (12), ditas molas sendo arranjadas de modo radial à dita massa oscilante, e pelo menos

10 dois dispositivos extratores de energia (13) com diferentes graus de liberdade de movimentação. O conversor (70) é aplicado para motorização e concomitante ou alternativa geração de energia em embarcações (100, 200) e corpos flutuantes (300) a partir de perturbações externas incluindo ondas, correntes e vento e motorização

15 convencional que resultam em oscilações no sistema contendo o dito conversor de energia.