



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

(21) **PI 0622157-2 A2**

(22) Data de Depósito: 28/11/2006
(43) Data da Publicação: 27/12/2011
(RPI 2138)



(51) *Int.Cl.*:
F03B 13/20

(54) **Título:** CONVERSOR DE ENERGIA DAS ONDAS
COMPLETAMENTE SUBMERSO

(73) **Titular(es):** 40South Energy Limited

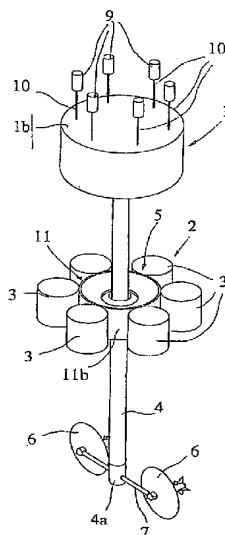
(72) **Inventor(es):** Michelle Grassi

(74) **Procurador(es):** Dannemann, Siemsen, Bigler &
Ipanema Moreira

(86) **Pedido Internacional:** PCT IT2006000825 de 28/11/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/065684de
05/06/2008

(57) **Resumo:** CONVERSOR DE ENERGIA DAS ONDAS COMPLETAMENTE SUBMERSO. A presente invenção refere-se a um aparelho conversor de energia das ondas, compreendendo pelo menos dois elementos (1, 2) mutuamente conectados pelo meio de conexão (4), móvel para permitir o deslocamento mútuo dos elementos (1, 2), em resposta às ondas na água na qual o aparelho é colocado, o aparelho compreendendo ainda um meio de conversão de energia (6), para converter o movimento do meio de conexão (4) em energia elétrica, e meios para armazenar e/ou transportar a outro lugar a energia produzida, o aparelho sendo caracterizado pelo fato de que os elementos (1, 2) são elementos completamente submersos não flutuantes tornando o aparelho, considerado como um todo, de flutuabilidade neutra, meios sendo proporcionados para manter a posição de cada um dos elementos submersos substancialmente em repouso com relação com a água circundante, com a qual ficam em contato direto, de modo que os elementos (1, 2) vão se movimentar sob a ação das ondas, substancialmente do mesmo modo que nas partículas de água não perturbadas colocadas na mesma região, os pelo menos dois elementos submersos (1, 2) sendo mutuamente espaçados pelo meio de conexão (4), de modo a adotar as respectivas posições afetadas diferentemente pelo movimento da água induzido pelas ondas.





PI0622157-2

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "CONVERSOR DE ENERGIA DAS ONDAS COMPLETAMENTE SUBMERSO".

CAMPO DA INVENÇÃO

5 A presente invenção refere-se ao campo de conversores de energia das ondas (WECs), isto é, àquelas instalações ou dispositivos para a geração de eletricidade de ondas do mar.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

Vários tipos de conversores de energia das ondas foram propostos na técnica anterior. No entanto, os WECs sofrem de muitas deficiências, que até agora limitaram o uso e difusão deles.

Basicamente, os problemas principais são relacionados com uma baixa eficiência, um projeto complexo e/ou uma manutenção cara. Esses problemas são provocados por vários fatores, de algum modo relacionados entre si.

15 Primeiramente, os WECs conhecidos usam principalmente o componente vertical do movimento das ondas. Uma vez que o movimento das ondas é geralmente circular, um componente significativo do movimento é perdido, consultar, por exemplo, os dispositivos na patente U.S. 4453894, patente U.S. 6857266, WO 2004065785, patente U.S. 4232230, patente U.S. 20 4672222 e patente U.S. 5411377, e os dispositivos Pelamis, AWS WEC e AquaBuOY, comercializados, respectivamente, pelas empresas OPD Ltd (www.oceanpd.com), AWS Ocean Energy Ltd. (www.waveswing.com) e AquaEnergy Group Lt. (www.aquaenergygroup.com).

25 Em alguns casos, por exemplo, os dispositivos mostrados nas patentes U.S. 4453894 e 6857266, a instalação tem uma frequência natural de oscilação, e é, portanto, capaz de usar com eficiência apenas as ondas com determinadas frequências, ou um mecanismo de travamento é necessário para superar essa limitação.

30 Por outro lado, para buscar a eficiência mais alta possível, os WECs conhecidos, usando elementos flutuantes ou próximos da superfície, não precisam ser orientados, dependendo da direção do sistema de ondas, que vai ser colhido para energia. Em qualquer caso, a eficiência é satisfató-

ria apenas quando da colheita de ondas monocromáticas, ou, em qualquer caso, ondas movimentando-se todas na mesma direção geral, como no dispositivo do pedido de patente U.S. 2005167988A1, e nos dispositivos Pelamis e WavePlane (pela empresa WavePlane Production A/S, www.waveplane.com).

Além do mais, muitos dispositivos conhecidos devem ser ligados ao solo, ou colocados na zona de arrebentação, como, por exemplo, no pedido de patente U.S. 2005167988A1, na patente U.S. 5411377 e nos dispositivos mencionados acima AWS WEC, Pelamis e AquaBuOY. Portanto, não podem ser posicionados quando as ondas são as maiores e com o potencial de energia mais alto. Além disso, aqueles na costa ou próximos dela são volumosos e dificilmente compatíveis com a proteção ambiental.

Finalmente, como mencionado, a maior parte dos dispositivos conhecidos usam um flutuador superficial, para extrair energia do movimento das ondas, ou, em qualquer caso, têm uma parte substancial dos seus volumes acima da superfície da água, pelo menos durante alguma parte do ciclo das ondas, que pode expô-los excessivamente a um tempo agressivo e arrastamento, devido ao vento e às pequenas ondas. Esse é o caso das instalações mostradas na patente U.S. 4453894, patente U.S. 6857266, WO 2004065785, patente U.S. 4232230, patente U.S. 4672222, patente U.S. 5411377 e os dispositivos Pelamis, AquaBuOY, WavePlane e Wave Dragon (pela empresa Wave Dragon ApS, www.wavedragon.net). Devido à presença de elementos superficiais, que têm, necessariamente, um tamanho limitado, há também uma limitação estrutural à quantidade de energia que um único dispositivo pode colher.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

O objetivo da presente invenção é evitar as limitações mencionadas acima dos WECs conhecidos, proporcionando-se um aparelho com pelo menos as seguintes vantagens:

- uma maior eficiência por uso de todos os componentes do movimento das ondas;
- eficiência operacional com ambos os sistemas de onda mono-

cromática e de onda não-monocromática, sem que seja afetada significativamente pela direção da onda e pelas ondas de comprimentos de onda menores;

- um projeto simples, fácil de implementar e manter;
- um movimento desprezível devido às oscilações naturais;
- a possibilidade de ser posicionado em alto-mar, em água muito profunda; e
- uma resistência satisfatória a tempo extremamente agressivo.

Esse objeto é atingido com o conversor de energia das ondas aperfeiçoado de acordo com a presente invenção, cujas características essenciais são definidas na primeira das reivindicações em anexo.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

As características e vantagens do conversor de energia das ondas aperfeiçoado, de acordo com a presente invenção, vão ficar mais claras da descrição apresentada a seguir de uma concretização dela, feita por meio de um exemplo não limitante, com referência aos desenhos em anexo, em que:

- a Figura 1 é uma vista em perspectiva de uma primeira concretização do WEC de acordo com a invenção;
- a Figura 2 é uma vista lateral do WEC da Figura 1;
- a Figura 3 é uma vista de fundo do WEC das figuras anteriores;
- a Figura 4 é uma vista em seção axial de uma parte central de um elemento inferior do WEC das figuras anteriores;
- a Figura 5 é uma vista em perspectiva de uma segunda concretização do WEC de acordo com a invenção;
- a Figura 6 é uma vista de fundo do WEC da Figura 5;
- a Figura 7 é uma vista em seção axial de uma parte central de um elemento inferior do WEC da Figura 5;
- a Figura 8 é uma vista em perspectiva de uma terceira concretização do WEC de acordo com a invenção;
- a Figura 9 é uma vista em seção axial de um mastro do WEC da Figura 8;

- a Figura 10 é uma vista em perspectiva de uma quarta concretização do WEC de acordo com a invenção;

- a Figura 11 é uma vista em perspectiva de uma parte periférica de um elemento inferior do WEC da Figura 10;

5 - a Figura 12 é uma vista em perspectiva de uma quinta concretização do WEC de acordo com a invenção;

- a Figura 13 é uma vista em seção axial de uma parte central de um elemento inferior do WEC da Figura 12;

10 - a Figura 14 é uma vista em seção axial de uma estrutura de gaiola do WEC da Figura 12; e

- as Figuras 15 e 16 são, respectivamente, uma vista em perspectiva e em seção axial de um coletor de água do WEC da Figura 12.

DESCRIÇÃO DAS CONCRETIZAÇÕES PREFERIDAS

15 Com referência às Figuras 1 a 4, uma primeira concretização do conversor de energia das ondas aperfeiçoado, de acordo com a invenção, compreende as seguintes partes principais: um elemento submerso superior 1 (por exemplo, um tanque cilíndrico contendo basicamente água e ar, com uma massa inerte a mais baixa possível); um elemento submerso inferior 2, por exemplo, compreendendo seis tanques cilíndricos menores 3, contendo
20 basicamente água e ar, ligados rigidamente em conjunto, em uma configuração circular, em torno de uma peça de ligação central, geralmente cilíndrica 5; um mastro 4 estendendo-se entre o elemento superior 1 e o elemento inferior 2, ao longo do eixo comum deles, projetando-se além do elemento inferior 2 e dotado internamente com um sistema de contrapeso adequado
25 (não-mostrado), em algum ponto ao longo do seu comprimento, correspondente à posição média do elemento inferior submerso 2; e duas turbinas 6 montadas nas respectivas extremidades de uma haste transversal 7, atravessando integral e ortogonalmente o mastro 4, em correspondência com a sua extremidade inferior, livre.

30 O mastro pode também assumir a forma de uma estrutura de aço em forma de treliça, com uma seção maior do que aquela que aparece nos desenhos, ou, em qualquer caso, uma estrutura garantindo rigidez e re-

sistência mecânica suficientes para as tensões quando de jogo. A peça de ligação 5 vai ser escalada ascendentemente e modificada consequentemente. Para auxiliar na manutenção da posição dos elementos submersos 1 e 2, fixados com relação à água circundando-os intimamente, pode-se também
5 dotá-los com um meio de massa virtual, na forma de água parcialmente encerrada e/ou aletas.

O mastro 4 é fixado em uma superfície plana, inferior 1a do tanque submerso superior 1 por uma junta 8, de um modo que permite a mudança de orientação do mastro com relação ao tanque 1. A junta 8 pode ser,
10 por exemplo, uma junta do tipo universal. Vários elementos flutuadores 9, por exemplo, pequenos tanques cilíndricos cheios de ar, são presos em uma face plana de topo 1b do elemento superior submerso 1 pelos cabos 10. Sob essa ação das ondas, os elementos flutuadores 9 ajudam a manter o tanque superior 1 a uma distância constante da superfície da água e com a sua face
15 de topo 1b paralela a ela. Vão ser alternativamente submersos ou expostos por ondas de comprimentos de onda menores, de modo que resulte uma ação estabilizante da força de flutuação média deles.

A conexão entre o mesmo mastro e o elemento inferior submerso 2 é feita, como mencionado, pela peça de ligação 5. Em mais detalhes, a
20 peça de ligação compreende um corpo em forma de disco 11 em uma superfície lateral externa 11b, na qual os tanques menores 9 são montados. Um alojamento esférico 11a é formado dentro do corpo 11, para acomodar rotativamente um elemento esférico 12, com um furo atravessante 12a para a inserção deslizante do mastro 4.

Portanto, assegura-se o movimento relativo do elemento inferior submerso 2 ao longo da direção axial do mastro 4, devido ao acoplamento deslizante deste com o furo 12a do elemento esférico 12 da peça de ligação
25 5. Além do mais, o elemento inferior 2 pode ser inclinado em torno do mastro pelo acoplamento rotativo do elemento esférico dentro do alojamento 11a do corpo 11. Ambos o deslizamento e a rotação podem ser auxiliados pela provisão de esferas e/ou roletes, como em configurações de mancais de roletes
30 ou esféricos, ou outros meios, para auxiliar o movimento relativo entre as

partes, de modo que o elemento inferior possa deslocar-se e inclinar-se livremente com relação ao mastro.

Como o intuito de simplificar, nos desenhos o elemento inferior 2 é posicionado geralmente na parte intermediária do mastro 4. Na prática, a
5 parte do mastro 4, entre os elementos 1 e 2, vai ser, em média, mais longa do que a parte abaixo e além do elemento 2, para imprimir um maior movimento nas turbinas 6, em resposta ao movimento do elemento superior 1.

A haste transversal 7 é ligada a um segmento de extremidade de giro 4a do mastro 4, de modo que a haste possa girar em torno do eixo do
10 mesmo mastro 4, enquanto mantendo o seu centro no mesmo eixo. As turbinas 6 são conectadas às extremidades da haste 7, com o lado frontal delas voltado para a haste, e com um suporte que permite que elas girem em torno do eixo central da mesma haste.

Um sistema motor, para acumular e/ou transformar a energia
15 produzida pelo movimento das turbinas 6, como explicado a seguir, não é nem mostrado nem descrito, tendo características que, como tais, podem ser aprendidas ou derivadas da técnica anterior. O sistema motor pode ser localizado dentro do elemento inferior submerso 2 e pode ser, por exemplo, um dispositivo para eletrólise da água e geração de hidrogênio, que pode ser
20 depois facilmente armazenado e recuperado periodicamente por navios. Se adequado, pode-se também usar um cabo, para transferir a eletricidade gerada a uma casa das máquinas de controle flutuante ou submersa, ou diretamente para a grade de eletricidade.

Em uso, o aparelho como um todo tem flutuabilidade neutra, sob
25 operação normal e em repouso. Durante a operação normal, o elemento inferior 2 vai se movimentar muito menos do que o elemento superior 1, que fica sob a influência direta da ação das ondas, pois a influência das ondas diminui rapidamente com a profundidade. Em particular, em uma situação limite, na qual o maior comprimento de onda de ondas incidentes é inferior,
30 ou igual, à distância entre os elementos 1 e 2, o elemento inferior 2 vai ficar aproximadamente imóvel sob um ciclo de ondas. Em uma disposição real, na qual por razões práticas a distância média mencionada acima, entre os

elementos 1 e 2, vai ser, em geral, mais curta do que um comprimento de onda total, o movimento do elemento inferior pode ser reduzido ainda mais por aumento da sua massa de inércia (e, correspondentemente, sua flutuabilidade, para deixá-lo com flutuação neutra total).

5 Por outro lado, o elemento superior 1 vai tender a movimentar-se em um caminho circular, sob a influência de uma onda monocromática, com um comprimento de onda comparável com a distância mencionada acima (como é usual para o movimento das partículas de água, sob a influência de uma onda monocromática). Se o sistema de ondas não for monocromático, o
10 movimento do elemento superior 1 vai ser uma superposição dos vários caminhos circulares, determinados pelas várias ondas monocromáticas, que são os componentes dominantes do sistema de ondas.

A flutuabilidade do elemento superior 1 e dos elementos flutuantes 9 é equilibrada precisamente pelo contrapeso dentro do mastro 4 e pelo
15 peso do mesmo mastro junto à haste transversal 7 e às turbinas 6, para manter o nível da água cerca da metade da altura dos elementos flutuantes 9, em média. Devido à presença do elemento inferior submerso 2 e à inércia do contrapeso dentro do mastro 4, o movimento circular do elemento superior 1 é transformado em uma trajetória fechada da extremidade inferior do
20 mastro 4. Essa trajetória é apenas muito aproximadamente circular, pois o movimento vai ser circular apenas se o elemento inferior 2 estiver sempre, exatamente, no ponto intermediário do mastro 4, o que não pode acontecer durante operação normal.

Sob a ação das ondas, a extremidade inferior do mastro 4 se
25 movimenta então com relação à água circundante, e, portanto, todo o conjunto de haste transversal 7 e turbinas 6 se movimenta colocando as turbinas em movimento. Usando-se aletas e/ou motores, as turbinas 6 podem ser mantidas sempre apontas na direção de movimento, com relação à água circundante, de modo a obter uma melhor eficiência. Durante todo o ciclo
30 das ondas de um sistema de ondas monocromáticas, as turbinas fazem um giro de 360° em torno do eixo da haste transversal 7. Com um sistema de ondas monocromáticas, a haste 7 não gira em relação ao mastro 4. Se o

sistema de ondas estiver em uma superposição de diferentes sistemas de ondas monocromáticas, as turbinas 6 vão ser sempre mantidas apontadas na direção de movimento com pouco esforço, devido ao fato de que descrevem uma trajetória fechada com relação à água circundante, e, por conseguinte, o redirecionamento pode ser incremental.

Dependendo da eficiência das turbinas 6 em extrair energia do movimento delas pela água e à posição da peça de ligação 5 ao longo do mastro 4, durante um ciclo das ondas, a trajetória da extremidade inferior do mastro vai tender a ficar quase que elíptica, em vez de circular. A um menor grau, também a trajetória do elemento superior 1 vai tender a ficar aproximadamente elíptica. Variando-se a posição do elemento inferior 2 com relação às duas extremidades do mastro 4, pode-se modificar a forma e o tamanho dessa trajetória. Em particular, pode ser útil adaptar pelo menos ligeiramente essa posição dinamicamente, dependendo do regime das ondas, aumentando-se ou diminuindo-se o elemento inferior 2 pelos dispositivos e/ou propulsores de fluatuabilidade variável, para otimizar a velocidade e, portanto, a eficiência das turbinas 6.

Sob um ciclo das ondas completo, a resultante das forças exercidas no elemento inferior submerso 2 vai ser aproximadamente vertical e vai depender apenas da energia e da forma das ondas afetando o aparelho. Portanto, para manter o elemento inferior 2 a uma posição média constante, vai ser suficiente que se tenha um sistema de controle que considere a sua posição média, após muitos ciclos de ondas, e as intervenções vão ser incrementais e pequenas, comparadas com a energia das ondas agindo no aparelho. Em particular, se a forma e a energia das ondas ficar constantes por um tempo, o aparelho vai atingir o equilíbrio e nenhuma outra intervenção adicional vai ser necessária para estabilizar o elemento inferior 2. O sistema de controle pode ser um dispositivo estático, do tipo dos elementos flutuantes 9 (consultar a segunda concretização descrita mais adiante), ou mesmo consistir, simplesmente, de dispositivos de fluatuabilidade variável acionados por um dispositivo de controle computadorizado.

O comprimento do mastro 4 para um aparelho oceânico pode

ser superior a 50 metros, para que tenha o elemento inferior 2 em uma região muito menos afetada pelas ondas dominantes do que o elemento superior 1, mas pode ser mais curto para reduzir os custos. De fato, ainda que com um mastro mais curto, o aparelho funciona de uma maneira satisfatória, pois a ação das ondas diminui rapidamente com a profundidade, e, além disso, o componente horizontal do movimento da extremidade inferior do mastro 4 vai estar em uma direção aproximadamente oposta àquela da água circundante. As dimensões vão ser, em qualquer caso, otimizadas para obter um dispositivo altamente eficiente, também considerando os regimes de ondas dominantes da área de disposição.

O elemento superior 1 vai se manter acima do elemento inferior 2, mesmo após muitos ciclos de ondas, devido à natureza do movimento das ondas, que, em uma boa aproximação, não envolve um deslocamento total da água. Para compensar uma possível ação do vento, atrito, correntes de água com diferentes velocidades e/ou em uma direção nas diferentes profundidades dos elementos 1 e 2, e também para possíveis eventos extraordinários imprevisíveis possíveis, a flutuabilidade do elemento superior 1 e o peso do mastro 4 e das turbinas 6 vão ser otimizados para proporcionar um momento endireitador suficiente forte. Como uma alternativa, ou para que seja possível compensar, mais rapidamente, o efeito de eventos excepcionais, pequenos propulsores podem ser colocados nos elementos 1 e 2, e/ou ao longo do mastro 4, controlados por um sistema de controle computadorizado.

Os elementos flutuantes 9 podem ser substituídos por dispositivos de flutuabilidade variável, presos no elemento superior 1, e acionados por um sistema de controle computadorizado. O elemento superior 1 vai, em qualquer caso, tender a manter-se a uma distância média constante da superfície da água, e, em média, com a sua face superior paralela a ela, e, portanto, as intervenções desse sistema de controle vão ser de uma pequena escala, comparadas com a energia da ação das ondas no aparelho. Desse modo, pode-se atingir uma submersão total, possivelmente muitos metros abaixo da superfície do mar, o que pode ser útil para minimizar o desgaste e

a ruptura e a possibilidade de risco para navios.

Em uma configuração oceânica típica, o tanque superior 1 vai ter um volume na faixa de 1.000 m^3 , enquanto que os tanques inferiores 3 menores terão um volume na ordem de 200 m^3 . O volume do elemento inferior submerso 2, que podem exceder facilmente 1.000 m^3 em uma disposição oceânica, deixam amplo espaço para as várias configurações do sistema de conversão de energia que se deseja utilizar.

Em uma versão simplificada, a junção entre o mastro 4 e o elemento superior 1 pode ser rígida, mantendo o mastro 4 sempre perpendicular à superfície inferior 1a do tanque 1, que pode ser, nesse caso, assumir mais eficientemente uma forma esférica, com apenas um elemento flutuante 9, preso com um cabo no seu mastro superior. A peça de ligação 5 pode assumir a forma de um tipo de junta universal, especialmente, em disposições em menor escala, ou fazer uso de uma junta cardã.

Em outra versão simplificada, a função do elemento inferior submerso 2 pode ser assumida pela única peça de ligação 5, colocada em uma posição fixa ao longo do mastro 4 e contendo o contrapeso. Essa simplificação, juntamente com o mencionado previamente relativo à junção entre o mastro e o elemento superior, embora provocando um certo declínio na eficiência do aparelho, propicia uma rápida construção de implementações muito simples e baratas, o que é útil, entre outras coisas, para fins de teste e elaboração de protótipo. Se o aparelho for conectado diretamente à grade de eletricidade ou a uma casa das máquinas externa, por um sistema de cabo, não há também qualquer necessidade para uma casa de máquinas colocada no aparelho, reduzindo, desse modo, ainda mais a sua complexidade.

Com referência agora às Figuras 5 a 7, em uma segunda concretização do aparelho de acordo com a invenção, as partes correspondentes àquelas da primeira concretização são indicadas com os números de referência correspondentes e não vão ser descritas de novo. Também, o comportamento geral desse aparelho, sob a ação das ondas, é o mesmo que aquele da primeira concretização, com um elemento inferior submerso 102 mantendo-se basicamente em repouso e um elemento superior submer-

so 101 seguindo o movimento da água, devido à passagem das ondas, e mantendo sua orientação, de modo que a sua face superior 101b está sempre substancialmente paralela à superfície da água. Também nesse caso, o uso de um meio de massa virtual (água encerrada e/ou aletas) pode ser considerado.

No entanto, nessa concretização, a extremidade inferior do mastro 4 é livre, isto é, carece de montagem da haste transversal e das turbinas. A extração de energia do movimento do aparelho é conduzida por dispositivos hidráulicos e/ou elétricos, alojados dentro de uma junta 108, conectando a face inferior 101b do tanque superior 101 com o mastro 104, e também dentro da peça de ligação 105, entre o mastro 104 e o elemento inferior 102. A junta 108, da mesma maneira como na concretização prévia, propicia uma mudança de orientação entre o mastro e o tanque superior, e esse movimento relativo, acionado pelo movimento das ondas, é explorado pelos dispositivos mencionados acima, para extrair energia. Os dispositivos incorporados na peça de ligação 105 extraem energia do movimento alternativo do mastro 104 pelo furo 112a. Esse tipo de dispositivo já é conhecido como tal e não vai ser descrito em detalhes. Por exemplo, dentro do elemento 105, pode-se ter um gerador elétrico linear (consultar, por exemplo, o dispositivo gerador linear dentro da bóia do WEC, proposto pelo MRSF da School of Electrical Engineering and Computer Science, Oregon State University <http://eecs.oregonstate.edu/mrsf/>), enquanto dentro o elemento 108 pode ter uma ou mais polias ou roletes acionados pelo movimento relativo e ligados a dínamos.

Nessa concretização, pode-se também notar que uma pluralidade de outros elementos flutuantes 113, presos no elemento inferior submerso 102 pelas vigas radiais 114, projetando-se dos tanques 103 menores, e cabos 115, conectados às extremidades livres das vigas 114. Os elementos 113 contribuem para a preservação da orientação e da posição do aparelho com relação à superfície da água média. Também, a resultante média das forças exercidas no elemento inferior 102 vão variar da posição de repouso àquela de operação normal, e os elementos 113 vão compensar isso. O furo

112a no elemento esférico 112 é, nesse caso, um orifício de uma luva 112b projetando-se axialmente dos lados opostos do elemento esférico.

Em uma versão simplificada dessa concretização, o mastro 104 pode ser substituído por um cabo, com o contrapeso preso na sua extremidade inferior. Nesse caso, pode ser prático colocar o elemento inferior 102 a uma distância muito maior do elemento superior 1 do que na configuração com um mastro. Então, o elemento inferior 102 pode ir até próximo do fundo do mar, e, se adequado, pode ser ainda atracado a ele, para simplificar o seu projeto. Essa versão apresentada por último do aparelho vai ser, no entanto, mais difícil de dispor e manter, e mais exposta a tempo agressivo.

Uma outra alternativa é conectar os elementos superior e inferior submerso, por meio de um mastro extensível, do tipo descrito adicionalmente para uma terceira concretização, dotado com sistemas de extração de energia, que exploram os movimentos de extensão e contração alternados do mastro. Desse modo, pode-se prescindir dos dispositivos de extração de energia na própria peça de ligação 105, e o mastro 104 pode terminar na peça de ligação, em vez de passar por ela e ficar além dela. Isso torna o aparelho muito compacto, ainda que com a deficiência de uma estrutura mais complexa do mastro. Sob ondas excepcionalmente grandes, todo o aparelho vai movimentar-se, como, nesse caso, também o elemento inferior vai ser influenciado pela ação das ondas. Isso reduz a possibilidade de um movimento capaz de desmontar o aparelho.

Em qualquer caso, uma possível separação das duas partes não vai ser destrutiva, e o aparelho pode ser depois remontado deixando-se o mastro ir para trás pelo seu alojamento na peça de ligação (ou essas duas partes do mastro se conectando de novo entre si, se um projeto como na terceira concretização for adotado). Essa operação pode ser também automatizada, com um sistema de controle computadorizado em ambas as partes e pequenos propulsores, mais a possibilidade de mudar a distância do elemento inferior da superfície da água (por exemplo, por extensão dos cabos mantendo os elementos 113 no lugar).

Com referência às Figuras 8 e 9, em uma terceira concretização

do aparelho de acordo com a invenção, movimento das ondas integral é capturado usando apenas geradores elétricos lineares. Nessa concretização, o aparelho compreende uma pluralidade de elementos submersos 201, por exemplo, quatro elementos tendo a forma de tanques esféricos contendo
5 basicamente água e ar, unidos mutuamente por mastros conectantes 204, de modo a definir uma estrutura tridimensional, geralmente, nesse exemplo, tetra-hédrica.

Cada mastro 204 (Figura 9) consiste em um bastão 204a acoplado-se, coaxial e telescopicamente, em uma maneira deslizante, dentro
10 de uma luva tubular 204b. As extremidades do conjunto assim obtido são conectadas aos respectivos elementos submersos 201. Um gerador de energia elétrica linear 205, alimentado pelo movimento alternado mútuo do bastão 204a e da luva 204b, é conectado à extremidade interna da mesma luva. Também, esse tipo de dispositivo gerador de energia é conhecido co-
15 mo tal, representado esquematicamente e não descrito em detalhes. Pode-se fazer, no entanto, referência ao que já foi mencionado para a segunda concretização.

Tanto um único elemento 201 quanto um único mastro 204 (com o gerador relevante 205) são flutuantes de forma neutra, quando imersos em
20 água, na profundidade operacional média deles. Sob a influência das ondas, os diferentes tanques 201 vão se encontrar por si só em diferentes regimes de movimento de água, ou porque espaçados por uma distância que não é múltipla do comprimento de onda, ou porque a diferentes profundidades. O movimento relativo entre eles vai criar tensão ou pressão nos mastros co-
25 nectantes 204. Consequentemente, o bastão interno 204a vai se movimentar com relação à luva externa 204b, e esse movimento alternado linear é explorado para gerar eletricidade. Potência é, portanto, extraída do movimento relativo das diferentes partes dos meios de conexão entre eles mesmos. A geometria da estrutura, também nesse caso, é tal que todo o movimento (cir-
30 cular) das partículas de água, devido à ação das ondas, é colhido para energia.

Em média, todos os elementos 201 vão tender a manter-se na

mesma posição, permanecendo substancialmente em repouso com relação à água circundante, cuja posição média não se movimenta, mesmo após muitos ciclos do movimento das ondas. Meios de massa virtuais podem ser também usados nesse caso. No entanto, para manter os elementos submersos 201, em média, na configuração tetra-hédrica nominal deles, vai ser necessário de tempo em tempo devolver parte da energia, para movimentar a posição média dos tanques e mastros, de modo a reagir a qualquer deslocamento devido a redemoinho, flutuabilidade diferente em diferentes profundidades, correntes ou operação desequilibrada das várias partes. Isso pode ser conduzido por uso dos geradores lineares como os motores elétricos, e/ou por fixação de pequenos propulsores na estrutura, e/ou colocando molas dentro dos mastros, e/ou usando dispositivos de flutuabilidade variável.

Se um dos tanques 201 for mais pesado do que os outros três idênticos (por deslocamento da mesma quantidade de água), o sistema, projetado para ter, em qualquer caso, uma flutuabilidade total neutra, vai tender a se autoorientar com os três tanques superiores submersos e um deles inferior. Nesse caso, esses elementos mais leves com os mastros, que os conecta entre si, podem ser substituídos por um único elemento submerso, como o elemento superior 1, 101 das concretizações prévias, de modo que todo o aparelho pode ser mantido a uma profundidade substancialmente fixa, abaixo da superfície da água. Os outros mastros conectantes para o tanque inferior também podem ser substituídos com um único mastro, de modo a gerar a variante considerada acima, quando da referência à segunda concretização. Degenerações análogas da estrutura dessa terceira concretização podem ser consideradas, se um tanque for mais leve do que os outros três idênticos. Como nas concretizações anteriores, o aparelho pode ser mantido, em média, a uma profundidade fixa abaixo da superfície por uso de dispositivos de flutuabilidade variável, presos nos tanques e controlados por um sistema de controle computadorizado.

A casa de máquinas pode ser posicionada dentro de um ou mais dos tanques 201, que, em uma disposição oceânica típica, pode ter um volume de 1.000 m^3 (o volume real vai depender da otimização selecionada, o

que, por sua vez, vai depender, entre outros fatores, do regime de ondas típico da região de disposição).

Como na concretização prévia, sob ondas extremamente grandes, o aparelho vai tender a movimentar-se como um todo, e, portanto, não vai haver movimentos relativos excessivos entre as suas partes. Posicionando-se os dispositivos de fluabilidade variável nos tanques e/ou nos mastros, ligados a um sistema de controle computadorizado, pode-se também dispor todo o aparelho para que afunde mais profundamente, em resposta a ondas maiores, e suba, quando as ondas são menores, protegendo-o, desse modo, de tempo agressivo e otimizando a sua eficiência.

A estrutura tetra-hédrica mostrada no exemplo é a estrutura rígida tridimensional mais simples que pode ser adotada, mas pode ser possível haver muitas outras configurações tridimensionais com o mesmo projeto básico simples. Por exemplo, vários módulos tetraédricos, como aquele descrito acima, podem ser interligados para formar uma camada estrutural total, estendendo-se por muitos quilômetros quadrados. Essa estrutura pode ser mantida a uma profundidade fixa de uma poucas dezenas de metros abaixo da superfície do mar média, para evitar interferência com os navios e minimizar o risco, devido a tempestades e ondas muito grandes. Essa estrutura vai ser modular com relação à geração e manutenção de energia, considerando que a falha de módulos únicos não vai impedir um trabalho satisfatório do sistema como um todo.

Com referência às Figuras 10 e 11, em uma quarta concretização do aparelho de acordo com a invenção, todo o movimento das ondas é capturado por uso apenas de dínamos, acoplados a cabos por meio de polias. Também nessa concretização, no entanto, a energia é extraída do movimento relativo entre um elemento superior submerso e um elemento inferior submerso, e do deslocamento consequente de um sistema conectando os elementos. De fato, essa concretização compartilha muitos aspectos com as primeira e segunda concretizações descritas acima, e as partes correspondentes são denotadas com números de referência correspondentes. Nessa concretização, um elemento inferior submerso 302 consiste em vários tan-

ques 303, conectados rigidamente entre si em sequência por um anel central 305 e em torno dele.

Em vez do mastro conectando o elemento superior submerso 301 (com os elementos flutuantes 309) com o elemento inferior submerso 302, os cabos 304 são presos com uma primeira extremidade no elemento superior 301, e com a outra extremidade nos pesos 316, passando pelas polias de desvio 317, suportadas por estruturas 318, montadas na parte externa dos respectivos tanques submersos 303. As polias 317 acionam os respectivos dínamos para a geração de eletricidade, não-mostrados, localizados dentro das estruturas de suporte 318 ou nos tanques 303. Sob a ação de uma onda monocromática (considerada aqui por simplicidade), o elemento superior 301 tende a descrever uma trajetória geralmente circular. Isso determina, alternativamente, tração ou liberação nos cabos, o que vai fazer com que as polias 317 se movimentem e, portanto, gerem eletricidade.

A presença dos pesos 316 garante geração de energia, durante tanto a tração quando a liberação, e também que, em média, o elemento superior 301 vai ser posicionado acima do centro de massa do elemento inferior 302. Os tanques inferiores 303 tendem a manter, em média, nas suas posições, devido à água que deslocam, nas suas massas inerciais e nas suas massas virtuais, devido à água particularmente encerrada e/ou às aletas. Para compensar os eventos excepcionais e para pequenos redemoinhos, devido aos atritos ou correntes desequilibrados, pequenos propulsores e/ou dispositivos de fluatuabilidade variável devem ser associados aos tanques 303 ou anel 305, controlados por um sistema de controle computadorizado. Em uma variante dessa concretização, os tanques inferiores submersos 303 podem ser mantidos em posição também por elementos flutuantes adicionais, como na segunda concretização.

Com referência agora às Figuras 12 a 16, uma quinta concretização do aparelho de acordo com a invenção é similar à primeira concretização, esclarecida também por uso de números correspondentes para partes idênticas ou análogas. Um elemento superior submerso 401, com os elementos flutuantes 409, e um elemento inferior submerso 402 têm a mesma

estrutura geral como na primeira concretização. O mesmo se aplica a uma
 peça de ligação 405 com um corpo em forma de disco externo 411 e um e-
 lemento esférico rotativo 412, com um furo 412a (Figura 13). Como nas con-
 cretizações anteriores, pode-se usar também meios de massa virtual (água
 5 parcialmente encerrada e/ou aletas).

O furo 412a, muito mais largo do que nas concretizações pré-
 vias, acomoda um bloco cilíndrico central 404d de um mastro 404, represen-
 tado esquematicamente, encerrando um contrapeso e uma casa de máqui-
 nas para a produção de energia elétrica, como explicado a seguir. O mastro
 10 404 compreende ainda um núcleo central 404b estendendo-se axialmente
 de ambas as bases planas do bloco 404d. Em torno do núcleo 404b, uma
 gaiola de reforço 404c se projeta axialmente da periferia do bloco 404d.

A extremidade superior do mastro 404 é conectada ao elemento
 superior submerso 401 por uma junta 408, de novo em um modo análogo às
 15 concretizações já descritas. A extremidade inferior do mastro 404 suporta
 pivotantemente um par de coletores de água 406, cada um deles com uma
 boca frontal de entrada 406a e uma parte traseira com aletas 406b. O con-
 junto dos dois coletores pode girar livremente em torno do eixo central do
 mastro 404, como a haste transversal com as turbinas da primeira concreti-
 20 zação. Além do mais, cada coletor pode oscilar em torno de um eixo mecâ-
 nico transversal (ortogonal ao eixo central do mastro), indicado em 407 na
 Figura 14. Os coletores são conectados hidraulicamente a um circuito de
 água, não-mostrado, formado no núcleo 404b do mastro 404. O circuito de
 água é comunicado com a casa das máquinas dentro do bloco 404d, que
 25 aloja um sistema gerador, por exemplo, uma turbina Francis, para converter
 o fluxo de água em energia elétrica.

O elemento superior submerso 401 é um tanque completamente
 submerso cheio de ar, cuja flutuabilidade é equilibrada pelo peso do mastro
 404 (incluindo o bloco central 404d com o contrapeso) e os coletores de á-
 30 gua 406. Sob a ação das ondas, o mastro 404 vai se movimentar em um
 movimento alternativo vertical, com relação à peça de ligação 405, e, conjun-
 tamente com o elemento esférico 412, vai se movimentar em um movimento

de inclinação oscilante, com relação ao elemento inferior submerso 402. O bloco 404d pode deslizar para fora do furo 412a, sem afetar o funcionamento do aparelho, pois a estrutura de gaiola 404c vai, nesse caso, entrar em contato com o elemento esférico 412 e proporcionar a resistência mecânica necessária. O movimento consequente da extremidade inferior do mastro 404 vai resultar em um influxo de água pressurizada para o circuito interno do mastro, pelos coletores 406, e, conseqüentemente, em um fluxo de água, que aciona a turbina na casa das máquinas. Também nessa concretização, portanto, energia é extraída do movimento relativo dos elementos submersos, provocando o movimento de uma extremidade do mastro conectante com relação à sua água circundante.

Como na primeira concretização, várias variantes são possíveis nas quais ou a função do elemento inferior submerso 402 é conduzida simplesmente pela peça de ligação 405 e o bloco 404d, e/ou a junta superior 408 é rígida, ou ambas essas simplificações ao mesmo tempo. É também possível considerar uma variante na qual os coletores 406 são substituídos por vários coletores, colocados rigidamente na extremidade inferior do mastro e voltados, acima e além de várias diferentes direções horizontais, para várias direções anguladas para cima e para baixo, com relação ao eixo do mastro. Nesse caso, pode ser necessário colocar válvulas na parte interna dos coletores, para bloquear o fluxo de água para aqueles que não ficam voltados para a direção de movimento da extremidade inferior do mastro. Essa variante (com todas as três simplificações ao mesmo tempo) vão ser menos eficientes do que a concretização mostrada nas figuras, mas vai ter uma vantagem importante de não ter qualquer parte móvel externa.

Vai-se considerar do que foi exposto acima que o aparelho de acordo com a invenção é capaz de evitar todas as limitações dos conversores de energia das ondas da técnica anterior, e que usa um sistema conceitualmente diferente para extrair energia das ondas.

O aparelho de acordo com a invenção pode ser colocado completamente sob água, de modo que possa ser protegido de tempo agressivo, e, se desejado, também isolado de ondas de comprimentos de onda mais

curtos, que contribuem para o desgaste e a ruptura de estruturas em alto-mar. Dois ou mais elementos submersos são usados, mantidos em repouso com relação à água circundante por meio de qualquer combinação do seguinte: água parcialmente encerrada (massa virtual), aletas, massa inercial e propulsores.

Alguns dos elementos submersos (possivelmente um como nas primeira, segunda, quarta e quinta concretizações) têm uma massa inercial a mais baixa possível, e um tamanho pequeno com relação ao menor dos comprimentos de onda principais que se deseja colher para energia, mas suficientemente grande para interceptar movimento de água suficiente. Outros elementos ou meios de conexão submersos têm, correspondentemente, uma massa inercial muito grande (nas primeira, segunda, quarta e quinta concretizações), para compensar a flutuabilidade daqueles anteriores. Na terceira concretização, em vez disso, todos os elementos submersos têm a massa inercial para compensar a flutuabilidade dentro deles.

Os elementos tendem a seguir o movimento da água, que os circunda inicialmente, que é aproximadamente circular para uma única onda monocromática. Quando os elementos são colocados em diferentes regimes de movimento com relação aos comprimentos de onda principais (por exemplo, a diferentes profundidades), eles se movimentam relativamente entre si. Por ligação deles com o meio de conexão, é possível extrair energia desse movimento relativo ou do movimento relativo induzido do meio de conexão, com relação a alguns elementos submersos ou à água circundante.

Desse modo, as vantagens do presente aparelho podem ser resumidas a seguir.

É mais eficiente, porque usa todos os componentes do movimento das ondas, os seus elementos sendo mantidos, tanto quanto possível, em repouso com relação à água circundante, contrário a um aparelho tradicional usando um ou mais flutuadores como elemento superficial.

Pode ter um projeto simples, muito fácil de implementar e manter, especialmente em algumas das variantes simplificadas descritas. Como mencionado, isso pode ser útil para fins de elaboração de protótipo.

Tendo apenas elementos submersos com massa inercial muito baixa ou muito grande, tem um movimento desprezível, devido às oscilações naturais.

5 Pode ser posicionado em alto-mar, em água muito profunda. A sua posição geográfica média pode ser mantida constante, com o uso de meio de empuxo, ou pode, em qualquer caso, ser sinalizada por meio de sistema GPS, acoplado a radiotransmissores e/ou emissores de luz e/ou bóias sonares.

10 Pode ser projetado de uma maneira tal que seja em grande parte não afetado, ou apenas ligeiramente afetado, por tempo extremamente agressivo. Todo o aparelho vai se movimentar devido a ondas muito grandes, de modo que a distância relativa entre os elementos vai exceder o ponto limite apenas sob uma combinação muito improvável de fatores. Em qualquer caso, se o movimento não exceder o limite máximo, o aparelho pode
15 ser projetado para simplesmente desmontar, e pode-se dispor o sistema para que ele seja remontado por si só, uma vez que a tempestade tenha passado (possivelmente em um modo automático, se os elementos são dotados com propulsores).

20 Funciona com a mesma eficiência tanto com um sistema de ondas monocromáticas como com um de ondas não monocromáticas, e não é sensível à direção das ondas.

 O tamanho do aparelho e a energia que ele pode colher das ondas são apenas limitados pelo comprimento de onda. Uma computação simplificada mostra que seria possível construir aparelhos produzindo mais de
25 10 MW de potência (como uma média) de ondas de água profunda monocromáticas de altura de 5 m (ou mais altas).

 Todas as concretizações foram descritas com referência às suas configurações oceânicas; as concretizações destinadas à disposição em áreas com ondas de menor comprimento de onda vão ser consequentemente
30 escaladas para baixo.

 Outras variações e/ou modificações podem ser feitas no conversor de energia das ondas aperfeiçoado, de acordo com a presente invenção,

sem se afastar do âmbito de proteção da própria invenção, como definido pelas reivindicações em anexo.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho conversor de energia das ondas, compreendendo pelo menos dois elementos (1, 2) mutuamente conectados pelo meio de conexão (4), móvel para permitir o deslocamento mútuo dos ditos elementos (1, 2), em resposta às ondas na água na qual o aparelho é colocado, o aparelho compreendendo ainda um meio de conversão de energia (6), para converter o movimento do dito meio de conexão (4) em energia elétrica, e meios para armazenar e/ou transportar a outro lugar a energia produzida, o aparelho sendo caracterizado pelo fato de que os ditos pelo menos dois elementos (1, 2) são elementos completamente submersos tornando o aparelho, considerado como um todo, de flutuabilidade neutra, meios sendo proporcionados para manter a posição de cada um dos ditos elementos submersos substancialmente em repouso com relação com a água circundante, com a qual ficam em contato direto, de modo que os elementos (1, 2) vão se movimentar sob a ação das ondas, substancialmente do mesmo modo que nas partículas de água não perturbadas colocadas na mesma região, os ditos pelo menos dois elementos submersos (1, 2) sendo mutuamente espaçados de modo a adotar as respectivas posições afetadas diferentemente pelo movimento da água induzido pelas ondas.
2. Conversor de energia das ondas de acordo com a reivindicação 1, compreendendo um elemento submerso superior (1) e um inferior (2), cada um deles compreendendo pelo menos um tanque (1, 2) cheio com água e ar, os ditos meios para manter posição compreendendo meios de peso associados com o dito meio de conexão (4).
3. Conversor de energia das ondas de acordo com a reivindicação 2, em que o dito meio de conexão compreende um elemento móvel (4), estendendo-se entre os ditos elementos e conectado de um modo móvel pelo menos com o dito elemento inferior submerso (2).
4. Conversor de energia das ondas de acordo com a reivindicação 3, em que o dito elemento inferior submerso (2) compreende uma peça de ligação (5), para ligação do elemento submerso (2) ao dito elemento alongado (4), a dita peça de ligação (5) compreendendo um elemento esférico

(12) com um furo (12a) para acoplamento deslizante do dito elemento alongado (4), o dito elemento esférico (12) sendo rotativo dentro de um alojamento (11a), definido por um corpo externo (11) da dita peça (5).

5 5. Conversor de energia das ondas de acordo com a reivindicação 3 ou 4, em que o dito elemento alongado (4) é conectado ao dito elemento superior submerso (1) por meio de uma junta esférica (8).

6. Conversor de energia das ondas de acordo com qualquer uma das reivindicações de 3 a 5, em que o dito elemento alongado (4) se estende além do dito elemento inferior submerso (2), o dito meio de conversão de
10 energia compreendendo um meio de turbina (6), conectado à extremidade inferior (4a) do dito elemento alongado (4).

7. Conversor de energia das ondas de acordo com qualquer uma das reivindicações de 3 a 5, em que o dito elemento alongado (404) se estende além do dito elemento inferior submerso (402), o dito meio de conversão de energia compreendendo um meio de coleta de água (406), conectado
15 à extremidade inferior do dito elemento alongado (404), um circuito de água, formado dentro do dito elemento alongado (404) e comunicado com o dito meio de coleta de água (406), e um meio de turbina de água colocado no dito elemento alongado (404), e acionado pela água liberada pelo dito circuito de água.
20

8. Conversor de energia das ondas de acordo com a reivindicação 7, em que o dito elemento alongado (404) compreende um núcleo axial (404b), no qual o dito circuito de água é formado, estendendo-se de um bloco central (404d) acoplado dentro do dito furo (412a) do dito elemento esférico (412) e encerrando uma casa de máquinas para o dito elemento de turbina de água, e uma gaiola de reforço (404c) circundando o dito núcleo (404b) e projetando-se axialmente da periferia do dito bloco (404d).
25

9. Conversor de energia das ondas de acordo com qualquer uma das reivindicações de 4 a 8, em que os ditos meios de conversão de energia compreendem meios geradores acionados pelo deslocamento mútuo entre o
30 dito elemento alongado (4, 404) e o dito elemento esférico (12, 412), e entre o dito elemento esférico (12, 412) e o dito corpo externo (11, 411).

10. Conversor de energia das ondas de acordo com a reivindicação 2, em que o dito meio de conexão compreende vários cabos (304), presos com uma primeira extremidade no dito elemento superior submerso (301) e com a outra extremidade nos pesos (316), os ditos cabos (304) passando pelas polias de desvio (317), suportadas pelas estruturas (318) montadas no dito elemento inferior submerso (302), o dito meio de conversão de energia compreende um meio de dínamo, acionado pelas ditas polias (317) e alojado dentro do, ou associado com o, dito elemento inferior submerso (302).

11. Conversor de energia das ondas de acordo com qualquer uma das reivindicações de 2 a 10, em que o dito elemento superior submerso (1, 101, 301, 401) tem um pequeno tamanho com relação ao menor dos comprimentos de onda que se deseja colher.

12. Conversor de energia das ondas de acordo com a reivindicação 11, em que o dito elemento inferior submerso (2, 102, 302, 402) compreende uma pluralidade de tanques (3, 103, 303, 403), que são dispostos perifericamente em torno de uma superfície lateral cilíndrica de um corpo em forma de disco (5, 405) ou em forma de anel (305).

13. Conversor de energia das ondas de acordo com qualquer uma das reivindicações de 2 a 12, em que vários elementos flutuantes (9, 109, 309, 409) são conectados, por meio de cabos (10, 110, 310, 410) a uma superfície de topo (1b, 101b, 301b, 401b) do dito elemento superior submerso (1, 101, 301, 401).

14. Conversor de energia das ondas de acordo com qualquer uma das reivindicações de 2 a 12, em que vários elementos flutuantes (113) são conectados, por meio de cabos (115), às respectivas extremidades de vigas radiais (114), projetando-se do dito elemento inferior submerso (102).

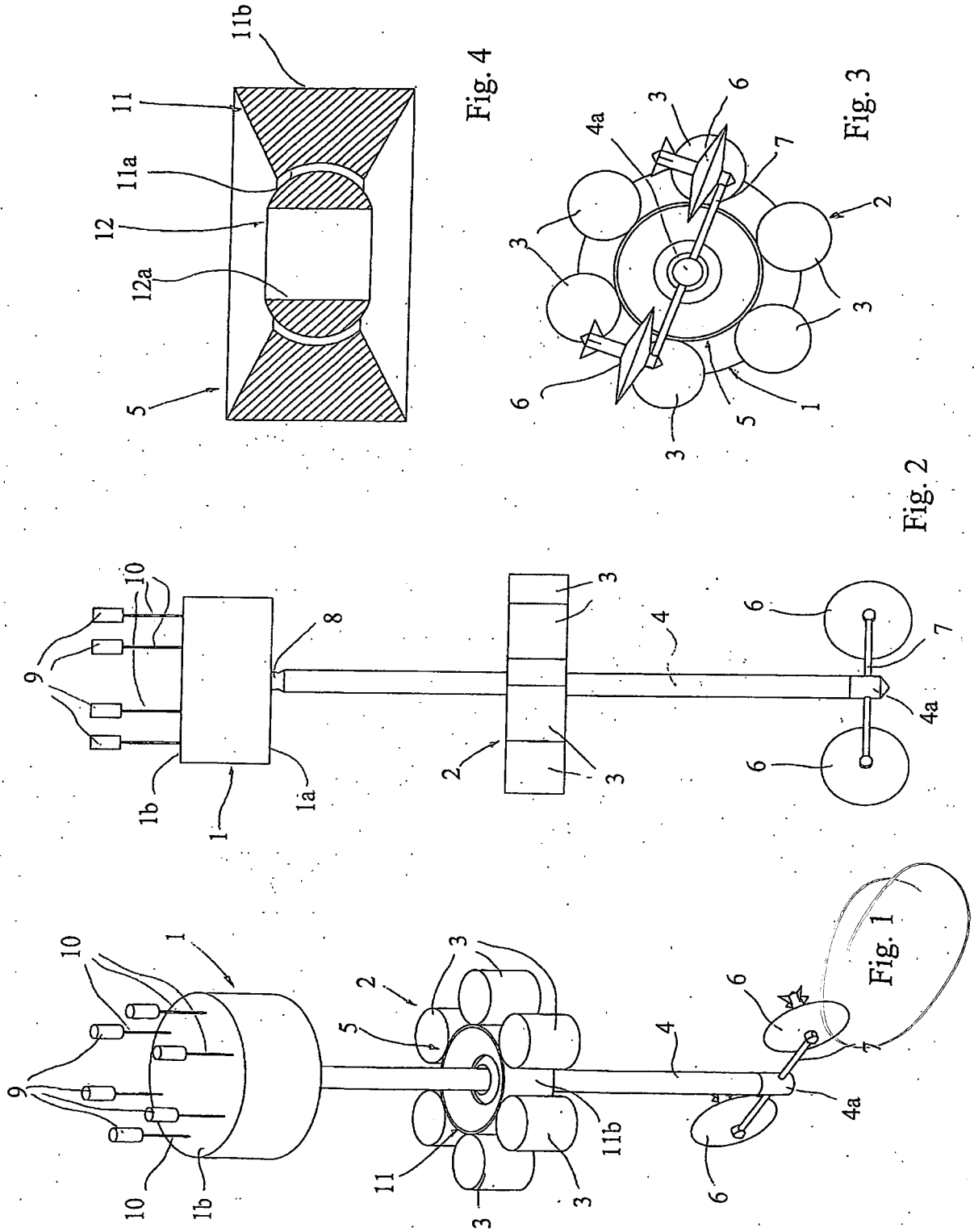
15. Conversor de energia das ondas de acordo com qualquer uma das reivindicações de 3 a 9, em que o dito elemento alongado (4, 104, 404) tem uma estrutura axialmente extensível, o dito meio de conversão de energia compreendendo um meio gerador, acionado pelo movimento alternado de extensão e contração do elemento alongado (4, 104, 404).

16. Conversor de energia das ondas de acordo com a reivindicação 1, compreendendo vários elementos submersos, cada um deles compreendendo pelo menos um tanque (201) cheio com água e ar, os ditos elementos submersos sendo conectados mutuamente por vários elementos alongados (204), de modo a formar um conjunto tridimensional (204), tendo uma estrutura axialmente extensível, o dito meio de conversão de energia compreendendo meios geradores acionados pelo movimento alternado de extensão e contração dos elementos alongados (204).

17. Conversor de energia das ondas de acordo com a reivindicação 16, compreendendo quatro elementos alongados (201), conectados por meio de seis elementos alongados (204), de modo a formar um conjunto tetraédrico.

18. Conversor de energia das ondas de acordo com a reivindicação 16 ou 17, em que cada elemento alongado (204) compreende um bastão (204a), acoplado-se, coaxial e telescopicamente, de uma maneira deslizante, dentro de uma luva tubular (204b), meios geradores sendo conectados à extremidade interna da mesma luva, de modo a ser alimentados pelo movimento alternado mútuo do bastão e da luva.

19. Conversor de energia das ondas de acordo com qualquer uma das reivindicações de 16 a 18, em que os ditos elementos submersos (201) têm um pequeno tamanho com relação ao menor dos comprimentos de onda principais que se deseja colher.



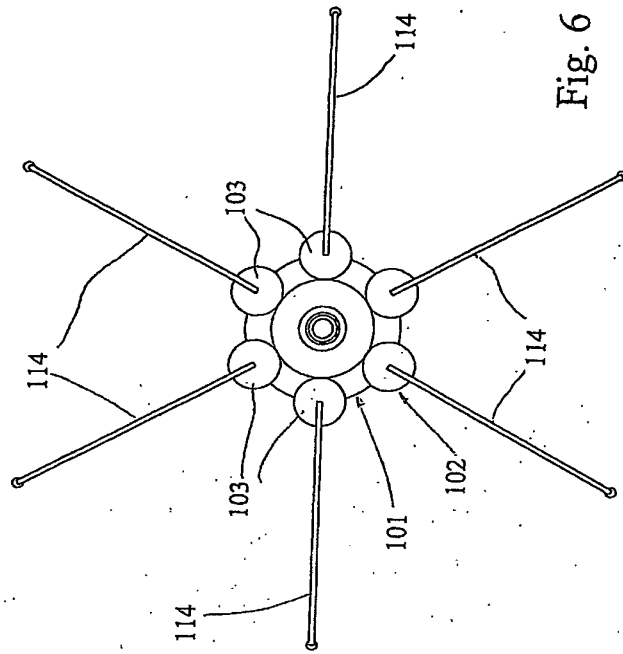


Fig. 6

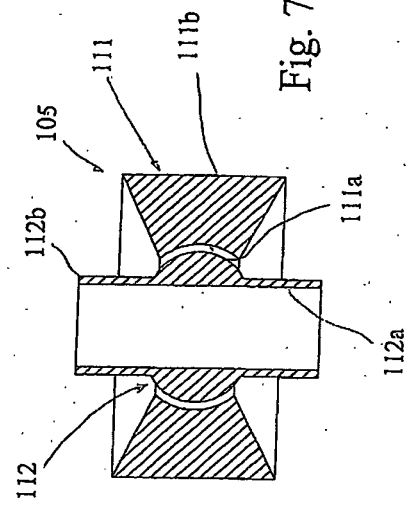


Fig. 7

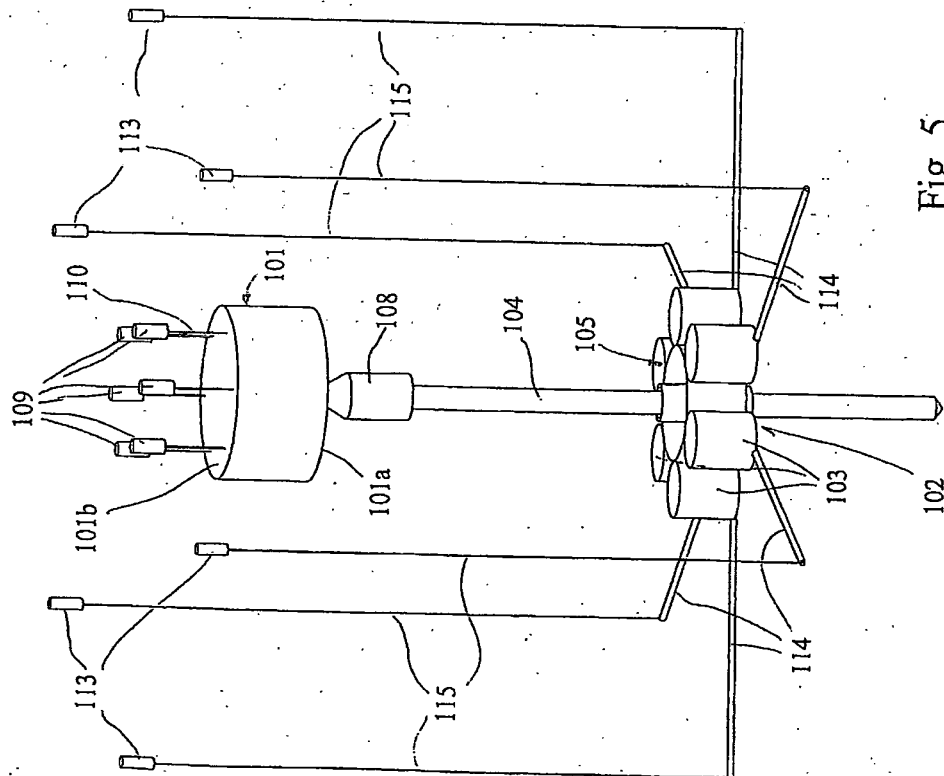


Fig. 5

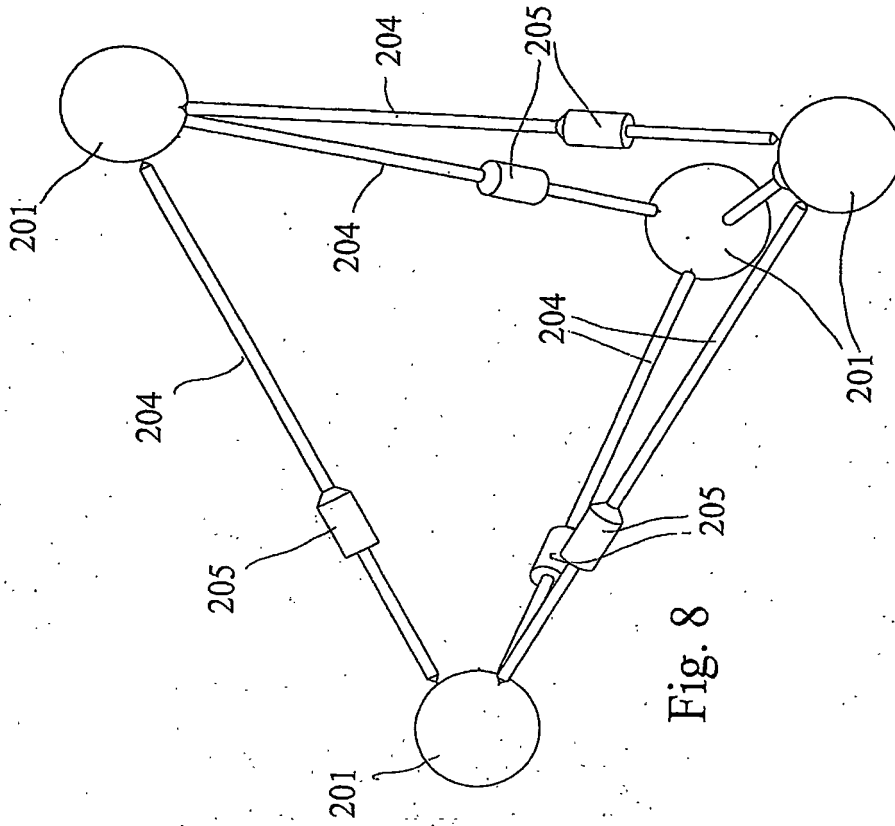


Fig. 8

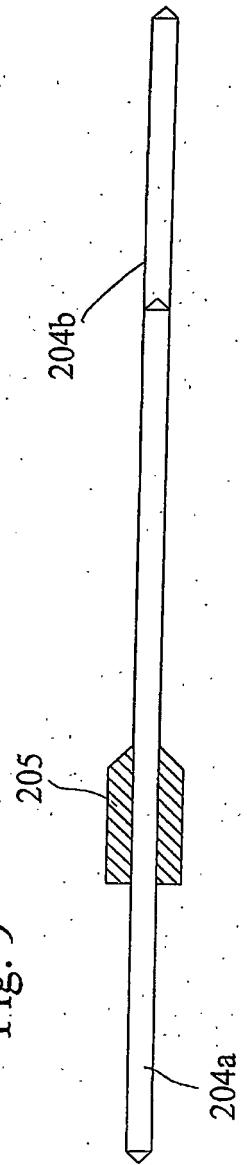


Fig. 9

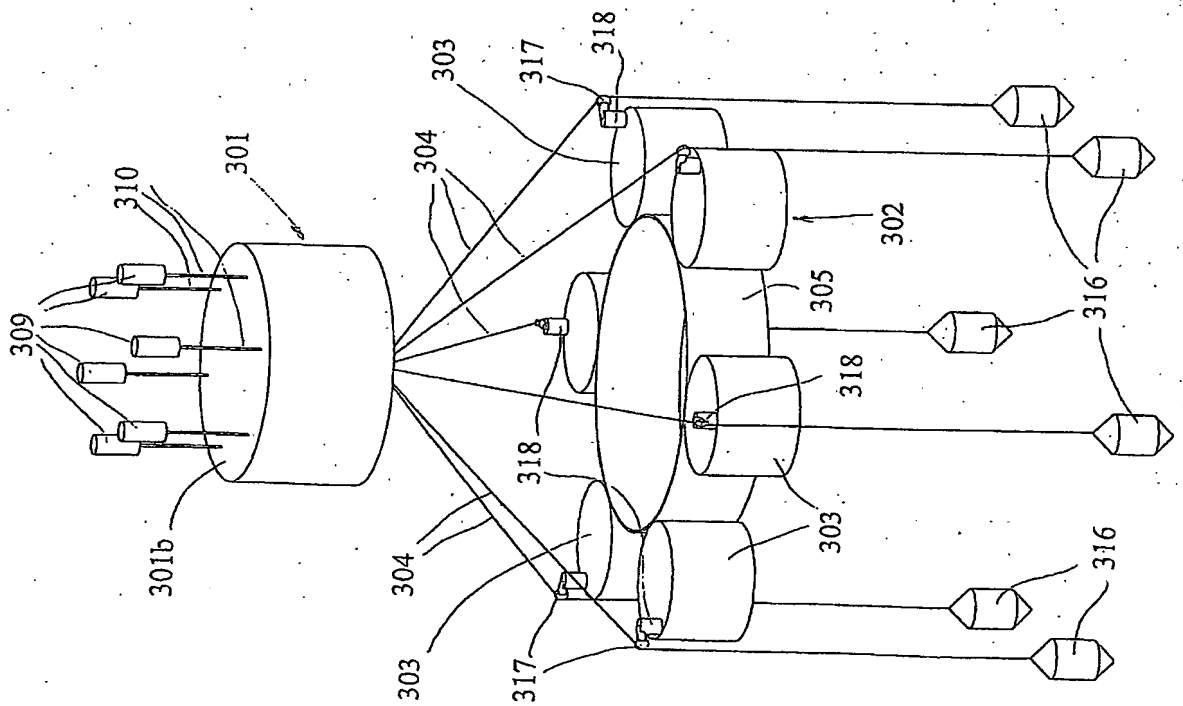


Fig. 10

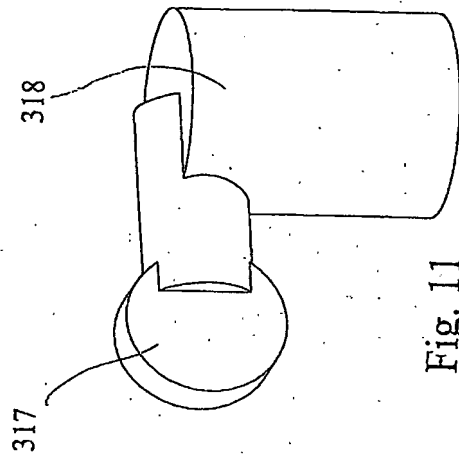


Fig. 11

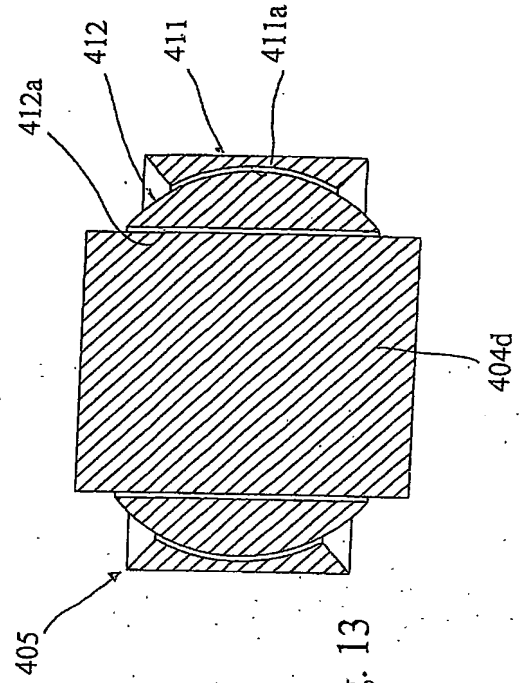
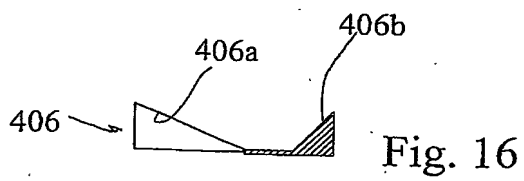
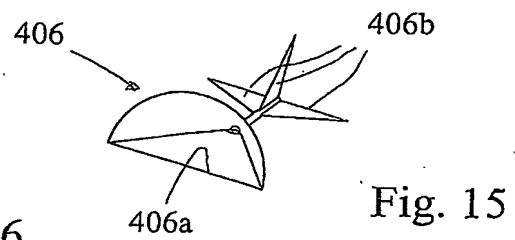
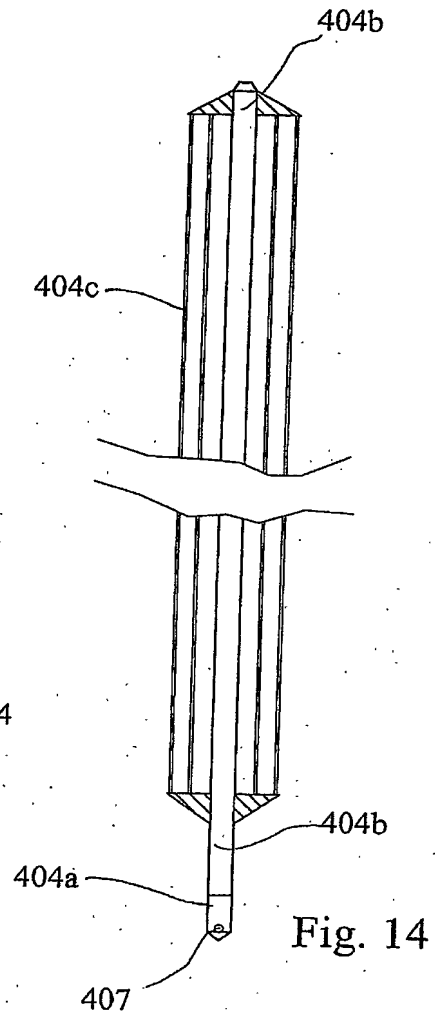
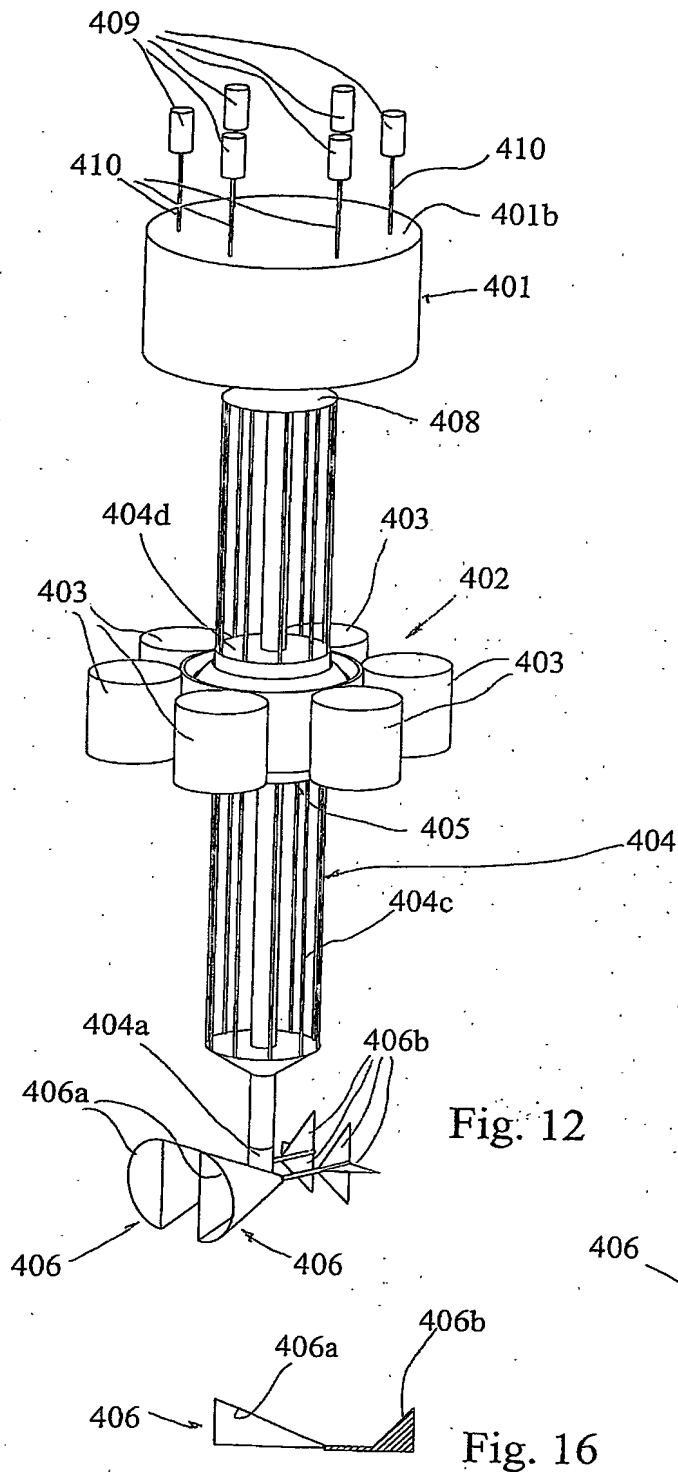


Fig. 13



RESUMO

Patente de Invenção: **"CONVERSOR DE ENERGIA DAS ONDAS COMPLETAMENTE SUBMERSO"**.

A presente invenção refere-se a um aparelho conversor de energia das ondas, compreendendo pelo menos dois elementos (1, 2) mutuamente conectados pelo meio de conexão (4), móvel para permitir o deslocamento mútuo dos elementos (1, 2), em resposta às ondas na água na qual o aparelho é colocado, o aparelho compreendendo ainda um meio de conversão de energia (6), para converter o movimento do meio de conexão (4) em energia elétrica, e meios para armazenar e/ou transportar a outro lugar a energia produzida, o aparelho sendo caracterizado pelo fato de que os elementos (1, 2) são elementos completamente submersos não flutuantes tornando o aparelho, considerado como um todo, de flutuabilidade neutra, meios sendo proporcionados para manter a posição de cada um dos elementos submersos substancialmente em repouso com relação com a água circundante, com a qual ficam em contato direto, de modo que os elementos (1, 2) vão se movimentar sob a ação das ondas, substancialmente do mesmo modo que nas partículas de água não perturbadas colocadas na mesma região, os pelo menos dois elementos submersos (1, 2) sendo mutuamente espaçados pelo meio de conexão (4), de modo a adotar as respectivas posições afetadas diferentemente pelo movimento da água induzido pelas ondas.