



(11) Número de Publicação: **PT 2009278 E**

(51) Classificação Internacional:  
**F03B 13/18** (2007.10)

**(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: <b>2007.04.12</b>	(73) Titular(es): <b>PIPO SYSTEMS, S.L.</b> <b>C. COLÓN 20 36201- VIGO</b>	<b>ES</b>
(30) Prioridade(s): <b>2006.04.12 ES 200601021</b>		
(43) Data de publicação do pedido: <b>2008.12.31</b>	(72) Inventor(es): <b>ABEL CUCURELLA RIPOLL</b>	<b>ES</b>
(45) Data e BPI da concessão: <b>2009.12.02</b> <b>040/2010</b>	(74) Mandatário: <b>JOSÉ EDUARDO LOPES VIEIRA DE SAMPAIO</b> <b>R DO SALITRE 195 RC DTO 1250-199 LISBOA</b>	<b>PT</b>

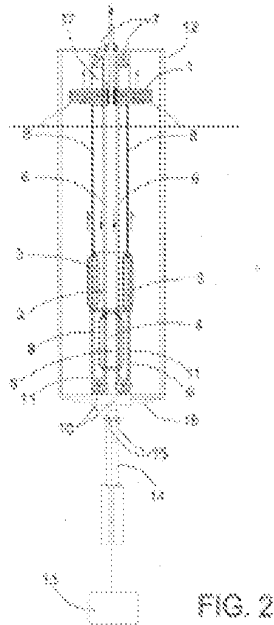
(54) Epígrafe: **SISTEMA PARA O APROVEITAMENTO MÚLTIPLO E A CONVERSÃO COMPLEMENTAR DE ENERGIA DAS ONDAS DO MAR**

(57) Resumo:

## RESUMO

### **Sistema para o aproveitamento múltiplo e a conversão complementar de energia das ondas do mar**

Sistema para o aproveitamento múltiplo e a conversão complementar da energia das ondas do mar, que inclui um estrutura (12) de guias verticais, ao longo das quais se desloca um corpo flutuante (1), e um primeiro tanque submerso de gás cativo (3) sustentado pelo dito corpo flutuante (1), caracterizado por incluir um segundo tanque submerso (5) com gás cativo (3), ligado ao dito corpo flutuante (1), com o dito primeiro tanque (2) e o segundo tanque (5) estando ligados um ao outro, de forma a trocarem os seus volumes respectivos de gás (3) devido ao efeito de mudanças de pressão da coluna de água (4) provocada pelas ondas. Melhora o desempenho de aproveitamento de energia do sistema. Figura 2 e figura 5.



## DESCRIÇÃO

### **Sistema para o aproveitamento múltiplo e a conversão complementar de energia das ondas do mar**

O presente invento refere-se a um sistema para o aproveitamento múltiplo e a conversão complementar da energia das ondas do mar.

#### ENQUADRAMENTO DO INVENTO

Os sistemas para gerar energia a partir das ondas do mar são conhecidos, baseando-se na utilização de forças de flutuação que actuam num corpo flutuante, fixo ou lastrado ao fundo do mar. O percurso de trabalho que o corpo flutuante executa devido à acção das forças de flutuação é usado para se obter energia.

Estes sistemas simples que aproveitam a energia da flutuação têm, no entanto, a desvantagem do percurso usado para aproveitar a potência reduzir proporcionalmente o percurso destinado a executar o trabalho. A capacidade dos geradores flutuantes é sempre limitada, por isso, pelas dimensões do corpo flutuante que estão, por seu lado, sujeitos à altura, longitude e frequência por minuto das ondas.

Os sistemas geradores de energia que aproveitam as forças de flutuação são sistemas limpos e simples, mas, até agora, não têm sido muito competitivos, se se tomar em consideração as suas dimensões necessárias e o pouco aproveitamento de energia. Estas são técnicas que exigem um aumento marcado no aproveitamento e conversão da energia para rentabilizar a instalação.

A Patente Espanhola ES 222483242 descreve um sistema para o aproveitamento múltiplo e conversão complementar da energia das ondas do mar, que apresenta vantagem sobre outros sistemas que, para além do aproveitamento de energia devido ao impulso corrente das ondas do corpo flutuante, permite aproveitar a energia devido as pressões da coluna de água no ar cativo num tanque submerso, que é aberto na sua base e se desloca num direcção oposta à do corpo flutuante.

No sistema descrito na patente acima mencionada, a acção complementar entre o corpo flutuante e o tanque submerso, uma acção que tem a sua origem nas mudanças de pressão do ar cativo contido pelo tanque, devido a mudanças na coluna de água que suporta, revela-se numa conversão complementar de energia. A dita conversão complementar tende a aumentar a intensidade da força ao longo de todo o percurso das ondas, nas direcções ascendente e descendente, de modo que o percurso de trabalho efectivo do corpo flutuante aumenta e, com ele, a capacidade do sistema aproveitar a energia.

No entanto, a grande inércia que tem de ser vencida pelos movimentos da água produzidos pelo tanque submerso do sistema da patente acima mencionada acaba por gerar grandes perdas hidrodinâmicas que reduzem muito a capacidade de aumentar o aproveitamento de energia. O dito sistema precisa, por isso, de ser melhorado.

O requerimento internacional WO 2005-103485, que é considerada a técnica anterior mais próxima do objecto da reivindicação 1, revela um gerador móvel, fixo de forma rígida ao lado inferior de uma bóia oceânica que se move para cima e para baixo com a passagem das ondas do oceano para criar energia eléctrica. A bobina do gerador mantém uma posição estável abaixo da superfície do oceano, enquanto o alojamento

do campo magnético se move com o movimento vertical da bóia em resposta à interacção com as ondas à superfície do oceano.

#### DESCRIÇÃO DO INVENTO

O objectivo do presente invento consiste em desenvolver um sistema para o aproveitamento múltiplo e a conversão complementar da energia das ondas do mar, que reduza ao máximo as perdas hidrodinâmicas do sistema do estado da arte sem que isto envolva uma perda significativa da capacidade de aumentar o aproveitamento da energia.

De acordo com este objectivo, o sistema do presente invento compreende um corpo flutuante, meios para aproveitar o movimento do sistema em energia pneumática, eléctrica ou hidráulica, meios para transmitir a dita energia para terra firme ou para uma estrutura, uma estrutura de guias verticais ao longo das quais o dito corpo flutuante se desloca, um primeiro reservatório submerso com gás cativo, aberto ao nível da sua base inferior, mantido pelo dito corpo flutuante e igualmente móvel ao longo da dita estrutura de guias verticais, meios de transmissão do movimento do dito corpo flutuante para o dito reservatório submerso, o dito corpo e o dito reservatório estando dispostos de forma a que o movimento do reservatório submerso seja na direcção oposta à do corpo flutuante, o movimento do corpo flutuante e do reservatório submerso sendo transmitido por um meio de transmissão do movimento para o dito meio de conversão do movimento em energia pneumática, eléctrica, ou hidráulica, caracterizado por compreender um segundo reservatório submerso com um gás cativo, aberto ao nível da sua base inferior, o dito segundo reservatório estando integralmente fixo ao dito corpo

flutuante, de forma a deslocar-se na mesma direcção que o dito corpo e por o dito primeiro reservatório submerso e o dito segundo reservatório estarem interligados de forma a trocarem os seus volumes de gás respectivos sob o efeito de trocas de pressão da coluna de água provocadas pelas ondas.

De preferência, o dito gás cativo é ar.

O efeito básico da presença dos dois tanques acima mencionados no sistema é o de permitir uma redução da perda de potência devido à inércia do movimento da água provocado pelos impulsos das ondas, sem que isto afecte negativamente a capacidade para aumentar o aproveitamento de energia do sistema.

O efeito descrito deve-se ao facto de, estando ambos os tanques submersos interligados e dispostos de modo a deslocarem-se na direcção oposta sob o efeito das ondas, as mudanças de pressão da coluna de água provocadas pelas ditas ondas e a troca ou transferência dos volumes de ar duplicam ambos. Este aspecto resulta na característica especial de gerar, em cada um dos ditos tanques, forças (impulsos nas subidas e massas nas descidas) que são adicionadas umas às outras e transmitidas na sua totalidade ao corpo flutuante, quer na subida, quer na descida, complementando, assim, com a mesma intensidade, as forças de flutuação que actuam directamente no dito corpo flutuante.

Assim, a acção complementar que foi exercitada no estado da arte entre o corpo flutuante e um único tanque submerso com volume variável, é agora exercitada por meio dos dois tanques submersos interligados, tendo como resultado que as perdas de potência devido à inércia dos movimentos da água são bastante menores, e o rendimento da energia de saída é muito maior.

Surpreendentemente, com o sistema do presente invento é possível conseguir-se um elevadíssimo desempenho de absorção de energia quando se trabalha com ondas muito pequenas, por exemplo com ondas de 0.5 metros. Graças a isto, ao contrario dos outros sistemas do estado da arte, o sistema do invento é viável em zonas tal como o mar Mediterrâneo, onde as ondas são pequenas mas abundantes, e onde existe uma grande procura de energia.

A presença dos dois tanques submersos também confere ao sistema a vantagem de ser altamente sensível a mudanças de pressão da coluna de água, de modo que qualquer variação de superfície duplica a coluna de água, levando a trocas de gases e volumes entre os ditos tanques. Assim, praticamente a partir do início do percurso de trabalho do corpo flutuante, as forças que são geradas actuam à sua máxima intensidade, complementando as forças de flutuação e o trabalho do sistema.

De acordo com uma forma de realização do presente invento, o dito sistema inclui um terceiro tanque submerso com gás cativo, aberto na sua base inferior, e ligado à dita estrutura de guias verticais, um segundo corpo flutuante ligado integralmente ao dito corpo flutuante, estando o dito segundo corpo flutuante alojado dentro do dito terceiro tanque submerso, de tal forma que flutue na sua superfície do liquido interior em simultâneo com e paralelamente ao dito primeiro corpo flutuante, e o volume de gás do dito terceiro reservatório sendo intermutável com o volume de gás de pelo menos um receptáculo exterior sob o efeito das mudanças de pressão da coluna de água provocadas pelas ondas.

Na forma de realização acima referida, o corpo alojado dentro do terceiro tanque constitui uma segunda bóia submersa que flutua na superfície do líquido interior do terceiro tanque

em simultâneo com e paralelamente à primeira bóia ou corpo flutuante que está à sua superfície. A dita segunda bóia submersa constitui, assim, uma superfície de aproveitamento do segundo volume que permite que o trabalho de flutuação executado no fuso vertical do sistema aumente sem a necessidade de ter uma bóia de grande dimensão à superfície.

Como é sabido, para que um corpo flutuante aproveite a máxima vantagem do percurso potencial de trabalho proporcionado pela onda, o comprimento do dito corpo não pode exceder 50% do comprimento da onda da onda média num determinado ponto no mar, isto é, não pode exceder o comprimento entre a crista e a cava da onda. O arranjo das duas bóias ou corpos flutuantes nos dois níveis que está descrito na forma de realização acima mencionada, uma à superfície e a outra submersa, tem a vantagem de permitir aproveitar a vantagem máxima de todo o percurso oferecido pelas ondas, mantendo, ao mesmo tempo, uma superfície de trabalho flutuante equivalente ao de uma bóia de grande dimensão com um percurso pequeno ou corpo flutuante à superfície.

Outra vantagem da forma de realização descrita assenta no facto do sistema ter assim três actuadores flutuantes que, na forma de um trabalho de impulso ou massa nos seus três níveis num fuso único (um primeiro corpo flutuante à superfície, um segundo corpo flutuante submerso e um actuador composto pelos primeiro e segundo tanque submersos em conjunto).

De acordo com outra representação do presente invento, o dito receptáculo exterior é pelo menos outro terceiro tanque submerso com gás cativo, proporcionado no pelo menos um módulo adjacente do sistema e interligado com o dito terceiro tanque submerso, o dito módulo adjacente incluindo também um primeiro

corpo flutuante e os ditos primeiro e segundo tanque submersos com gás cativo.

Esta forma de realização tem a vantagem da transferência do gás cativo ser executado entre pelo menos os dois terceiro tanques submersos, cada um pertencente a um módulo do sistema, o que facilita uma transferência instantânea e contínua de gases (assim, uma mudança rápida e quase sem atrito dos níveis de água) e o movimento de cada uma das bóias submersas nos tanques acima mencionados de cada módulo.

De facto, durante períodos de mar calmo, o nível de gás interior / água dos terceiro tanques será o mesmo para cada módulo. Com o movimento do mar, no entanto, o dito nível de gás interior / água irá variar diferentemente em cada módulo, mas simultaneamente e em paralelo com as variações de superfície sob o efeito da acção das ondas. Isto facilitará uma troca de gases de um tanque para outro e, desta forma, o movimento ascendente e descendente, sem praticamente atrito, de cada uma das bóias ou corpos flutuantes submersos contidos pelos terceiro tanques de cada módulo, permanecendo ligados às bóias que flutuam na superfície livre do mar.

De preferência, os meios para converter o movimento em energia são proporcionado numa estrutura acima da dita estrutura de guias verticais. É assim muito fácil isolar os ditos meios de conversão da acção corrosiva da água do mar, facilitando desta forma a manutenção do sistema.

Também de preferência, os dito meios de transmissão do movimento incluem uma cremalheira ligada integralmente ao pelo menos dito primeiro corpo flutuante e algumas rodas dentadas proporcionadas num compartimento estanque à água proporcionado na dita estrutura por cima da dita estrutura de guias verticais, sendo o comprimento da dita cremalheira adequado

para engatar as ditas rodas dentadas. Este arranjo também minimiza, assim, a acção corrosiva da água do mar nos ditos meios de transmissão do movimento.

Mais uma vez de preferência, os ditos meios para converter o movimento em energia incluem pelo menos um gerador eléctrico, ou uma bomba pneumática, ou uma bomba hidráulica.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Para um melhor entendimento do que foi definido, são anexos alguns desenhos que mostram, esquematicamente e apenas como exemplo não restritivo, dois casos práticos de forma de não realização.

Nos ditos desenhos,

as figuras 1, 2 e 3 são alçados laterais esquemáticos de uma primeira forma de realização preferida do sistema do invento, que inclui o primeiro corpo flutuante e os ditos primeiro e segundo tanques submersos. A figura 1 corresponde ao sistema em posição de mar calmo. A figura 2 em posição de crista da onda, a figura 3 em posição de cava da onda.

as figuras 4, 5 e 6 são alçados laterais esquemáticos da segunda forma de realização preferida do sistema que inclui, além do primeiro corpo flutuante e ditos primeiro e segundo tanques submersos, um terceiro tanque submerso com um segundo corpo flutuante. A figura 4 corresponde ao sistema na posição de mar calmo, a figura 5 na posição de crista da onda e a figura 6 em posição de cava da onda.

## DESCRIÇÃO DE DUAS FORMAS DE REALIZAÇÃO PREFERIDAS

As figuras 1, 2 e 3 ilustram uma primeira forma de realização do sistema que inclui um corpo flutuante 1 à superfície, um primeiro tanque submersos semi-esférico com arcativo 3, aberto na sua base inferior para permitir a entrada de água do mar 4, e um segundo tanque submerso em forma de anel 5, com a mesma capacidade, também aberto na sua base e com arcativo 3 dentro dele.

O corpo flutuante 5 sustenta o tanque submerso semi-esférico 2 através de cabos 6 e roldanas 7, e o segundo tanque em forma de anel 5 por meio das barras 8. No que diz respeito ao dito primeiro tanque 2 e segundo tanque 5, estão ambos ligados um ao outro por meio dos cabos 9 e roldanas 10, ao longo dos quais também passam os tubos flexíveis 11 através dos quais se faz a troca de volumes de ar 3 dos ditos tanques 2, 5.

Quer o corpo flutuante 1, quer os tanques submersos 2, 5, deslocam-se verticalmente ao longo da estrutura 12 de guias verticais, às quais as roldanas 7 e 10 estão ligadas. A dita estrutura 12 de guias verticais mantém o corpo flutuante 1 e os tanques submersos 2, 5 em tensão e alinhados, de modo a evitar movimentos laterais.

A estrutura 12 de guias verticais é fixa pela sua parte inferior a algumas estruturas em betão 13 colocadas no leito do mar, usando as correntes 14 e roldanas 15 que constituem um sistema duplo de ancoragem por gravidade que só entrará em operação em condições de mar extremas, e para compensar as marés.

A mesma estrutura 12 de guias verticais tem na sua base inferior uma placa compensatória 16, que actua como uma ancoragem dinâmica das forças de trabalho, ajudando a manter o

corpo flutuante 1 e dos tanques 2, 5 em cada mudança de direcção.

O corpo flutuante 1 e o segundo tanque em forma de anel 5 estão integralmente fixos um ao outro pelas barras 8, de modo que a direcção na qual ambos os corpos se deslocam será sempre a mesma. O primeiro tanque 2, por outro lado, devido ao facto de estar ligado ao corpo flutuante 1 e ao segundo tanque 5 através das roldanas 7, 10 e cabos 6, 9, irão deslocar-se sempre numa direcção oposta a do corpo flutuante 1 e segundo tanque 5.

Assim, quando o corpo flutuante 1 subir ou descer sob o efeito da acção das ondas, o segundo tanque submerso 5 ou tanque em forma de anel também o faz, enquanto o primeiro tanque submerso 2 ou tanque semi-esférico desce ou sobe, respectivamente.

Tal como mostram as figuras, o corpo flutuante 1 está integralmente fixo a um fuso 17 que, por seu lado, está fixa, pelo seu interior, a uma cremalheira não ilustrada, que engata em cada um dos seus lados com duas rodas que convertem o movimento do corpo flutuante 1 ao longo da dita cremalheira no movimento rotativo de dois fusos com um determinado torque de trabalho. O dito movimento rotativo é transmitido a um inversor de rotação com um output unidireccional, que transmite o movimento de um único fuso de accionamento e a energia de trabalho para um multiplicador, cujo output final é regulado por um variador de velocidade continuo que mantém as rotações dentro de um número limitado de rotações por minuto e as transmite a um volante de inércia. O movimento do fuso de accionamento pode ser transmitido finalmente a um ou dois fusos que, de acordo com o potencial das ondas, accionam um ou dois geradores eléctricos, um ou dois compressores pneumáticos, uma

ou duas bombas hidráulicas que alimentam membranas de osmose inversa para a dessalinização da água do mar ou, por exemplo, equipamento de accionamento para a produção de hidrogénio.

Na forma de realização descrita, as rodas dentadas, em conjunto com os outros componentes do sistema de transmissão mecânico e os componentes do sistema de conversão de movimento em energia, são montadas num compartimento estanque à água encaixadas numa estrutura exterior, não ilustrada. Os ditos componentes estão assim protegidos da acção directa e corrosiva da água do mar.

Como foi visto, o sistema descrito constitui uma melhoria do sistema de aproveitamento múltiplo e conversão complementar de energia do estado da arte, que persegue uma redução das perdas dinâmicas provocadas pelos movimentos das massas de água do sistema.

De modo a conseguir-se o dito objectivo, e como se pode ver nas figuras anexas, os dois tanques 2, 5 foram dispostos interligados pelos tubos 11 através dos quais é feita a transferência de ar 3 entre os tanques 2, 5.

Tal como está ilustrado na figura 1, numa posição de mar calmo, o nível de água / ar de ambos os tanques submersos 2, 5 é o mesmo.

Em posição de crista da onde (figura 2), corpo flutuante 1 sobe accionado pela energia das ondas do mar, transmitindo o seu movimento a ambos os tanques submersos 2, 5 através dos cabos 6 e das barras 8. O primeiro tanque semi-esférico 2 desloca-se numa direcção oposta à do corpo flutuante 1, de modo que, quando o corpo 1 sobe, o dito tanque submerso 2 afasta-se da superfície, tendo como resultado que, à medida que a coluna de água que o suporta aumenta, o ar cativo 3 que contém é transferido para o segundo tanque em forma de anel 5, que

também sobe para a superfície arrastado pelas barras 8 que o mantêm fixo ao corpo flutuante 1.

A transferência de ar 3 para o segundo tanque em forma de anel 2, que é feita durante a subida da onda, gera forças em ambos os tanques (aumento do peso no tanque semi-esférico 2 e aumento do impulso no tanque anelar 5) que são transmitidas ao corpo flutuante 1 através dos cabos 6 e barras 8, e são adicionadas (complementam) à potência de impulso gerada pelo impulso das ondas (forças flutuantes).

Em posição de cava da onda (figura 3), o corpo flutuante 1 desce sob o efeito das ondas, e assim também o faz tanque anelar 5, que lhe está ligado por meio das barras 8. À medida que o dito tanque anelar 5 ganha coluna de água 4, o ar 3 que contém é transferido para o tanque semi-esférico 2, que sobe em direção à superfície arrastado pelos cabos 6 e roldanas 7 que o fixam.

A transferência de ar 3 para o primeiro tanque semi-esférico 2, que é feita durante a descida da onda, gera em ambos os tanques algumas forças (aumento do impulso no tanque semi-esférico 2 e aumento do peso no tanque anelar 5) que são transmitidas ao corpo flutuante através dos cabos 6 e barras 8, e são adicionados (complementados) à potência gerada pela descida das ondas (massa do corpo flutuante).

No presente invento, a acção complementares que é exercida no estado da técnica entre o corpo flutuante 1 e um único tanque submerso, cuja acção redundava num aumento do trabalho efectivo executado pelo sistema durante a subida e descida das ondas, é agora exercido entre o corpo flutuante 1 e os dois tanques submersos interligados 2, 5, dispostos de modo a permitir uma redução significativa das perdas de potência produzidas pela inércia dos movimentos da água e, como

resultado, um aumento significativo no output de energia do sistema.

As figuras 3, 4 e 5 ilustram uma segunda representação preferida do presente invento no qual, entre o corpo flutuante 1 e os tanques submersos 2, 5, foi montado um terceiro tanque submerso 18 fixo à estrutura 12 de guias verticais. O dito terceiro tanque 18 também contém ar cativo 3 dentro dele, e está aberto na sua base, mas tem a característica especial de ter dentro dele um segundo corpo 19 que flutua na superfície do líquido paralela e simultaneamente com o corpo flutuante 1 ao qual está ligado por meio do fuso 17 e barras periféricas 20.

Como pode ver-se nas figuras 4,5 e 6, o dito terceiro tanque 18 tem duas aberturas superiores 21, através das quais o ar 3 que contém pode ser transferido para um receptáculo exterior, não ilustrado, ou para um terceiro tanque 18 proporcionado num módulo adjacente ao sistema.

O ar cativo que o terceiro tanque 18 contém é proporcionado à pressão certa, de modo que o seu volume ocupe até 50% da capacidade do dito tanque. O corpo flutuante 19 alojado dentro dele poderá assim deslocar-se simultaneamente e em paralelo com a bóia exterior 1, usando as mudanças do nível de pressão de superfície e da coluna de água provocada pelas ondas.

Como foi referido na descrição do invento, o segundo corpo flutuante submerso 19 constitui uma segunda bóia ou superfície flutuante nas quais irão actuar as forças das ondas do mar que lhe são transmitida por pressão atmosférica e, assim, uma segunda superfície que irá permitir que o trabalho executado num único fuso 17 aumente. Assim, com duas pequenas bóias 1, 19, que permitem retirar a maior vantagem do potencial percurso das ondas (crista - cava), obtém-se a mesma superfície de

trabalho, mas com maior percurso do que aquele que se obteria com uma bóia exterior única de maiores dimensões, o que seria muito mais difícil de deslocar através das ondas.

Na forma de realização descrita, o corpo flutuante 1, o corpo flutuante submerso 19 e o segundo tanque anelar 5 estão integralmente ligados uns aos outros por meio do fuso 17, barras periféricas 20 e barras 8a, de modo que todos eles se deslocam na mesma direcção. Por outro lado, o tanque submerso semi-esférico 2 desloca-se numa direcção oposta, uma vez que estão ligado ao corpo flutuante 1 pelos cabos 6, 9 e roldanas 7, 10.

Em posição de mar calmo (figura 4) o nível de água interior / ar do tanque 18 é mantido a meia altura e a bóia 19 numa posição intermédia no dito tanque 18.

Com o movimento da água do mar (figuras 5, 6), no entanto, o dito nível de água interior / ar irá variar, o que facilitará a troca de ar 3 de um tanque 18 para outro localizado no módulo adjacente ou num receptáculo exterior e, desta forma, o movimento ascendente e descendente, sem praticamente qualquer atrito, de cada uma das bóias 19 que os ditos tanque 128 contêm.

Como pode ver-se na figura 5, na posição de crista da onda, o corpo flutuante submerso 19 subiu sob impulso do corpo flutuante 1 ao qual está ligado, levando à transferência do ar 3 em direcção ao tanque 18a do módulo adjacente (figura 6). No dito módulo, o corpo flutuante 1 está na posição de cava da onda (figura 6), de modo que o corpo flutuante submerso 19 foi forçado a descer pelo corpo flutuante 1 ao qual está ligado, levando desta forma à entrada de ar 3 do tanque 18a do módulo adjacente que está na posição de crista da onda.

A transferência quase instantânea e contínua dos volumes de ar 3 de cada um dos tanques interligados 18a, 18b permite o trabalho de flutuação quase isento de atrito das bóias submersas ou corpos flutuantes 19 de cada um dos módulos.

Surpreendentemente, o sistema do invento descrito na forma de realização das figuras 4,5 e 6 tem vantagem, quando comparado com os sistemas do estado da arte, por conseguir o output de energia máximo, uma vez que por um lado duplica o trabalho de flutuação e, por outro, aumenta a eficácia real do trabalho executado durante o percurso das ondas. Tudo isto graças à presença de três actuadores flutuantes que, na forma de impulso ou de massa trabalham nos seus três níveis num fuso único (primeiro corpo flutuante à superfície, um segundo corpo flutuante submerso e um actuador constituído pelos primeiro e segundo tanques submersos, em conjunto).

Lisboa, 23 de Fevereiro de 2010.

## REIVINDICAÇÕES

1. Sistema para o aproveitamento múltiplo e a conversão complementar da energia das ondas do mar, que compreende um corpo flutuante (1), meios de conversão do movimento do sistema em energia pneumática, eléctrica ou hidráulica, meios de transmissão da dita energia para terra firme ou para uma estrutura, uma estrutura (12) de guias verticais ao longo das quais o dito corpo flutuante (1) se desloca, um primeiro reservatório submerso (2) com gás cativo (3), aberto ao nível da sua base inferior, mantido pelo dito corpo flutuante (1) e igualmente móvel ao longo da dita estrutura (12) de guias verticais, meios (6,7) de transmissão do movimento do dito corpo flutuante (1) para o dito reservatório submerso (22), o dito corpo e o dito reservatório (2) estando dispostos de forma a que o movimento do reservatório submerso (2) seja na direcção oposta à do corpo flutuante (1), o movimento do corpo flutuante (1) e do reservatório submerso (2) sendo transmitido por um meio (17) de transmissão do movimento para o dito meio de conversão do movimento em energia pneumática, eléctrica, ou hidráulica, caracterizado por compreender um segundo reservatório submerso (5) com um gás cativo (3), aberto ao nível da sua base inferior, o dito segundo reservatório (5) estando integralmente fixo ao dito corpo flutuante (1), de forma a deslocar-se na mesma direcção que o dito corpo (1) e por o dito primeiro reservatório submerso (2) e o dito segundo reservatório (5) estarem interligados de forma a trocarem os seus volumes de

gás respectivos (3) sob o efeito de trocas de pressão da coluna de água (4) provocadas pelas ondas.

2. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender um terceiro reservatório submerso (18, 18a, 18b) com um gás cativo (3) aberto ao nível da sua base inferior e fixo a dita estrutura (12) de guias verticais, um segundo corpo flutuante (19) integralmente fixo ao dito primeiro corpo flutuante (1), o dito segundo corpo flutuante (19) estando alojado no interior do dito terceiro reservatório submerso (18, 18a, 18b) de forma a flutuar na sua superfície do líquido interior em simultâneo com e paralelamente ao dito primeiro corpo flutuante (1), e o volume de gás (3) do dito terceiro reservatório (18, 18a, 18b) sendo intermutável com o volume de gás (3) de pelo menos um receptáculo exterior sob o efeito das mudanças de pressão da coluna de água (4) provocadas pelas ondas.
3. Sistema de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por o dito receptáculo exterior ser pelo menos um outro terceiro reservatório submerso (18, 18a, 18b) disposto dentro de pelo menos um módulo adjacente do sistema e interligado com dito terceiro reservatório submerso (18, 18a, 18b), o dito módulo adjacente compreendendo igualmente um primeiro corpo flutuante (1) assim como um primeiro (2) e um segundo (5) reservatórios submersos.

4. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado por os ditos meios de conversão do movimento em energia estarem dispostos numa estrutura por cima da dita estrutura (12) de guias verticais.
5. Sistema de acordo com a reivindicação 4, caracterizado por os ditos meios de transmissão compreenderem uma cremalheira integralmente fixa a pelo menos o dito primeiro corpo flutuante (1) e rodas dentadas dispostas num compartimento estanque à água previsto na dita estrutura por cima da dita estrutura (12) de guias verticais, o comprimento da dita cremalheira sendo concebido para engrenar com as ditas rodas dentadas.
6. Sistema de acordo com a reivindicação 4, caracterizado por os ditos meios de conversão do movimento em energia compreenderem pelo menos um gerador eléctrico, uma bomba pneumática ou uma bomba hidráulica.

Lisboa, 23 de Fevereiro de 2010

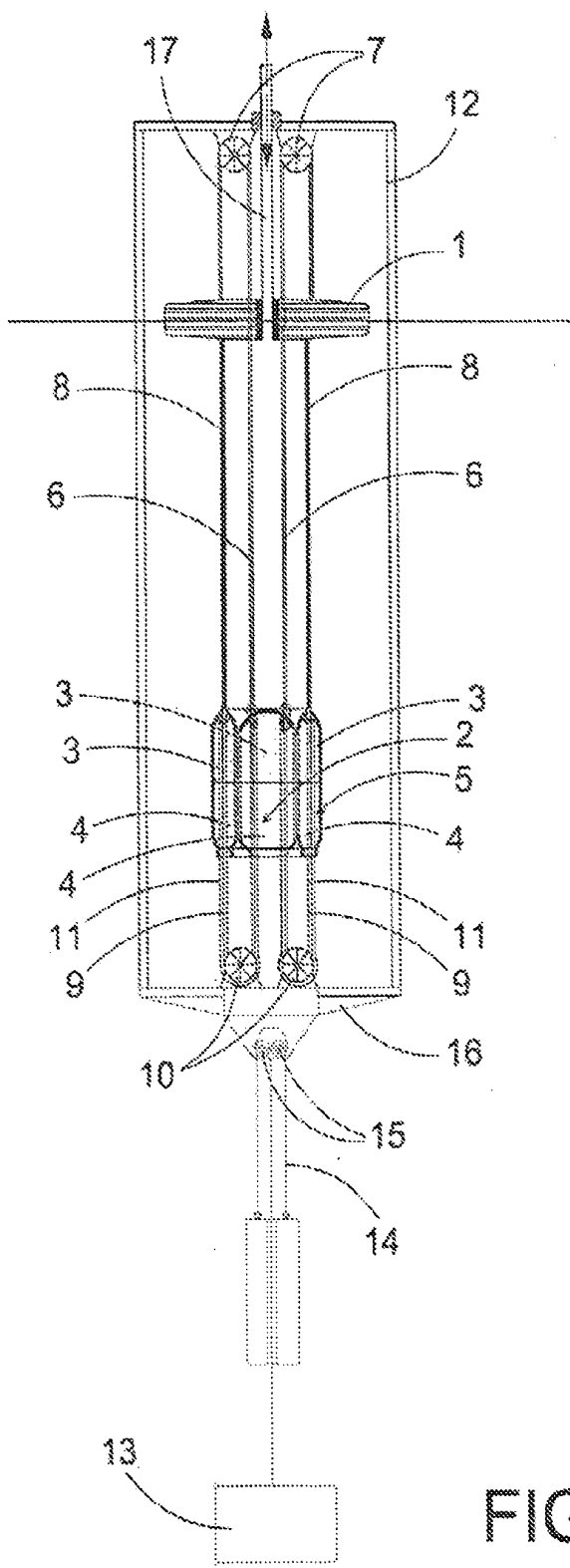


FIG. 1

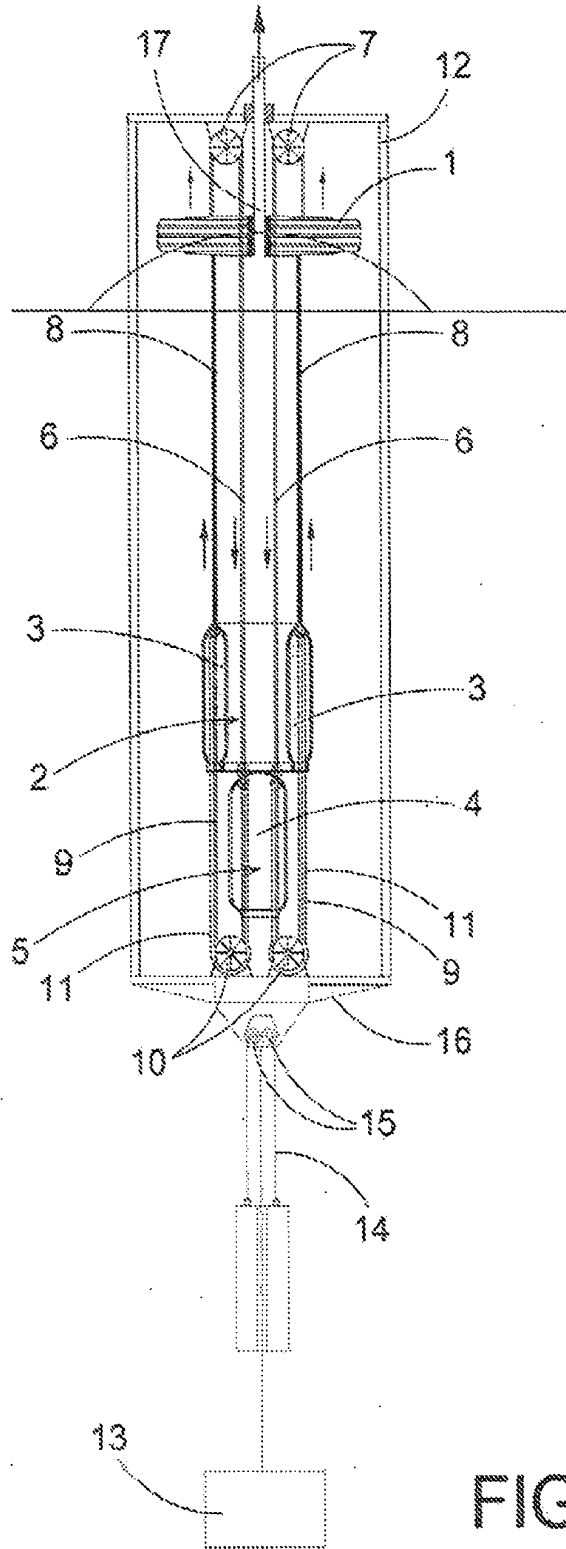


FIG. 2

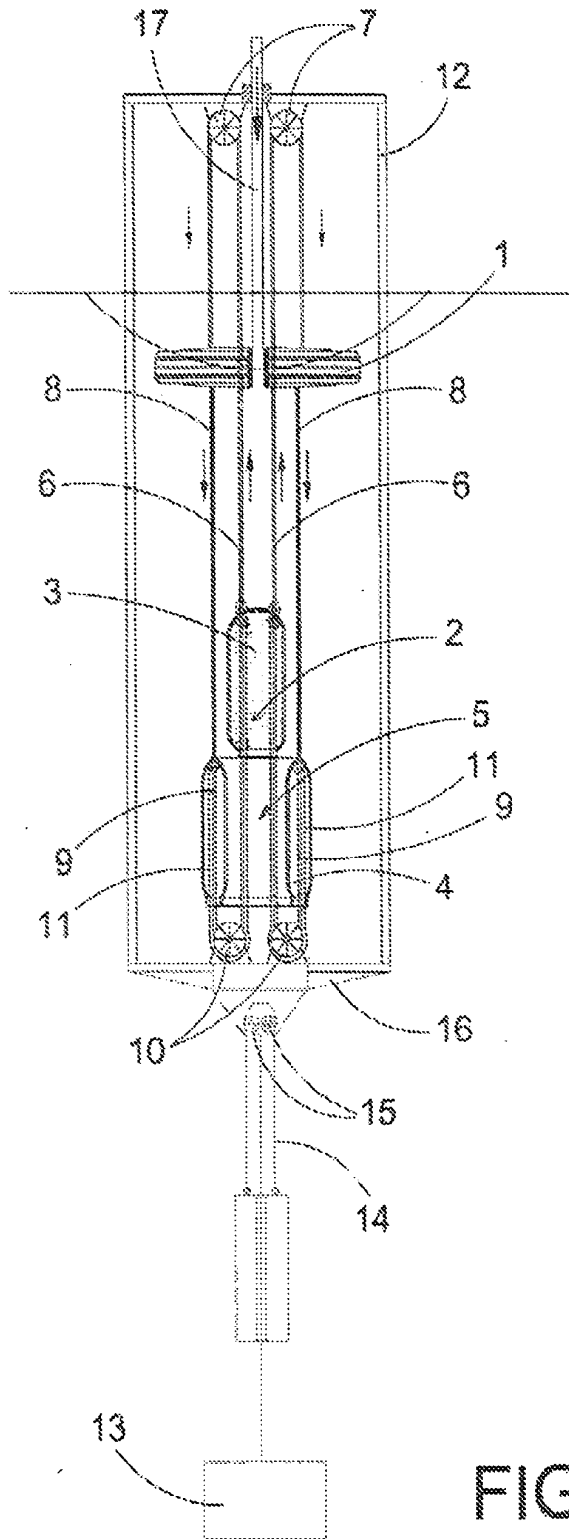
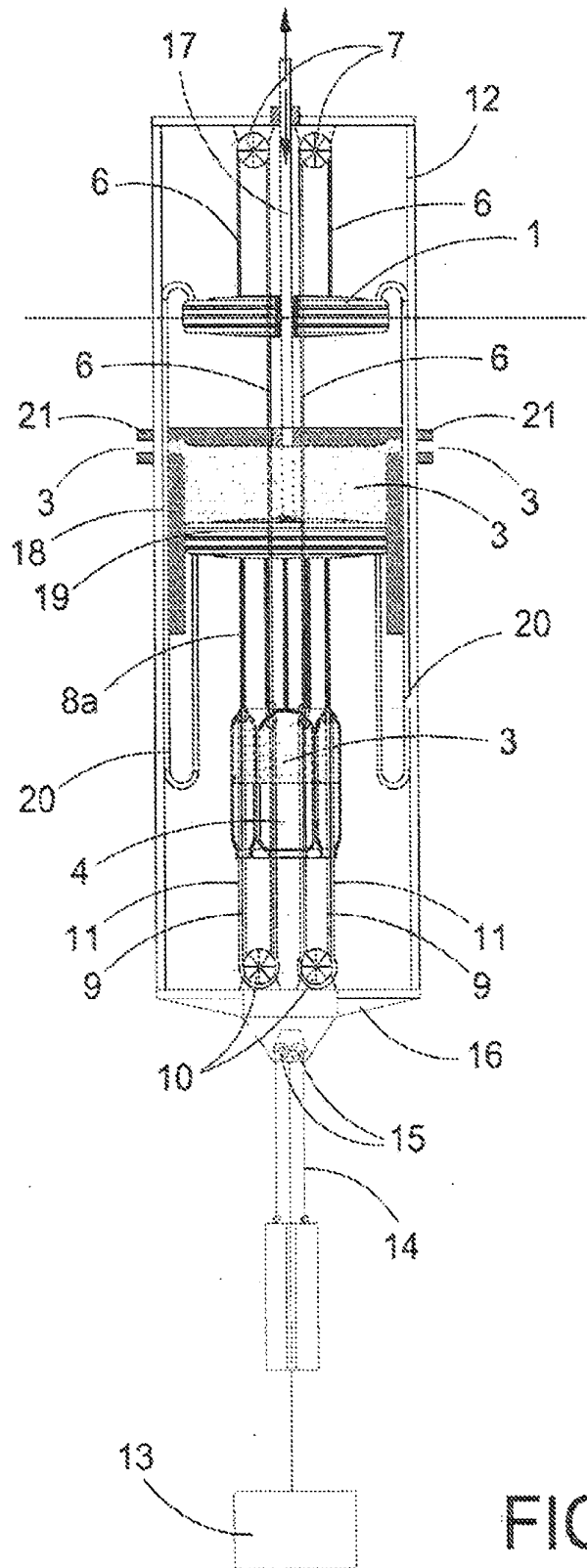


FIG. 3



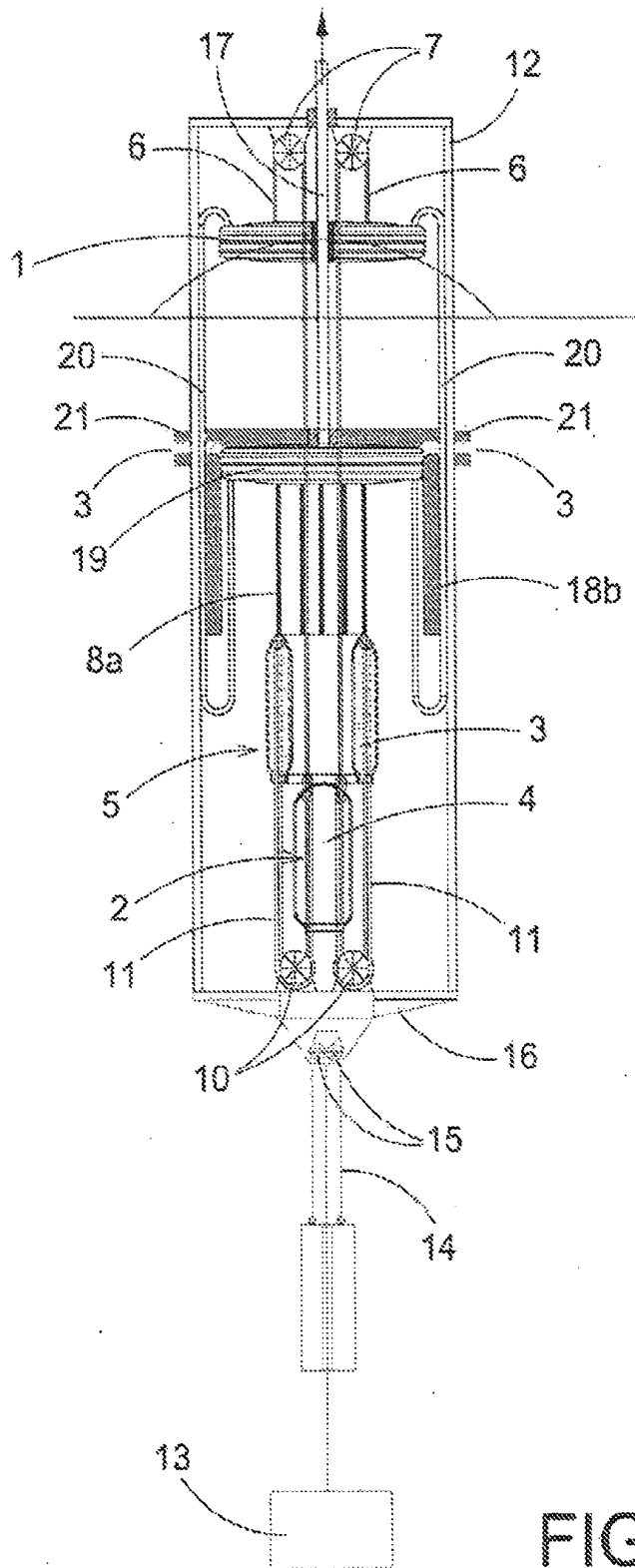


FIG. 5

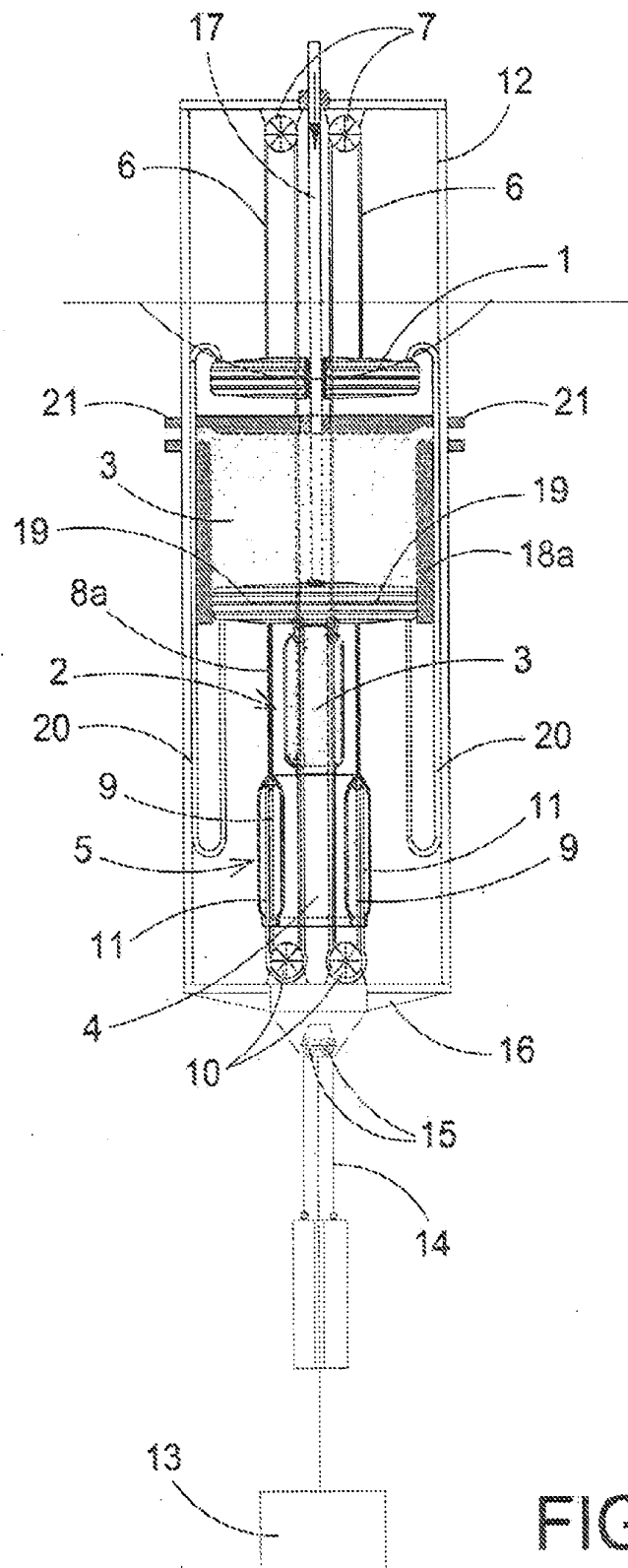


FIG. 6