

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 261**

51 Int. Cl.:  
**F03B 13/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06710079 .2**  
96 Fecha de presentación: **15.03.2006**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1861618**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.12.2007**

54 Título: **Aparato y sistema de control para la generación de energía a partir de energía de las olas**

30 Prioridad:  
**23.03.2005 GB 0505906**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**19.12.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**19.12.2012**

73 Titular/es:  
**AQUAMARINE POWER LIMITED (100.0%)  
151 ST VINCENT STREET  
GLASGOW G2 5NJ, GB**

72 Inventor/es:  
**THOMSON, ALLAN ROBERT;  
WHITTAKER, TREVOR JOHN y  
CROWLEY, MICHAEL DAVID**

74 Agente/Representante:  
**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

ES 2 393 261 T3

## DESCRIPCIÓN

Aparato y sistema de control para la generación de energía a partir de energía de las olas

La presente invención se refiere a un aparato para la generación de energía mediante la extracción de energía de las olas. Se describe también un sistema de control para su uso con el mismo.

5 La preocupación por el calentamiento global y la contaminación ambiental causada por el uso de combustibles fósiles para la generación de energía ha dado como resultado un movimiento hacia las denominadas fuentes de energía "verdes" o fuentes de energía renovables, tales como el movimiento de mareas, la energía de las olas y la energía eólica.

10 Desde hace tiempo se reconoce que las olas en el mar y otros cuerpos de agua proporcionan una cantidad de energía vasta y sustancialmente sin aprovechar y se han realizado muchas invenciones con la finalidad de lograr el objetivo de extraer energía del mar. Un tipo de dispositivo para la recuperación de energía de las olas es una aleta o péndulo que cuelga hacia abajo que bascula u oscila alternativamente por las olas en un cajón y el movimiento alternativo del péndulo se convierte en energía eléctrica. Una disposición de este tipo se describe en la patente de Estados Unidos N° 4.580.400. Una disposición alternativa es una estructura montada o soportada en el fondo del  
15 mar que tiene una palanca articulada unida a un panel para el movimiento alternativo y una disposición de este tipo se describe en la Publicación Internacional N° WO 2004/007953 A1. Esta disposición se utiliza en aguas relativamente profundas, a una profundidad preferida de aproximadamente  $L/2$ , en la que L es la longitud de onda de las olas esperadas en el lugar de uso. Una disposición un tanto similar se desvela en el documento WO 03/036081, en el que un cuerpo de movimiento alternativo se encuentra totalmente bajo el agua en un recipiente de agua de  
20 profundidad intermedia. En contraste, un dispositivo alternativo que se describe en el documento WO 98/17911 es para su uso en aguas poco profundas. Hace uso de las olas de "traslación" formadas cuando las olas de aguas profundas rompen o se rompen mientras corren hasta la orilla del mar. El dispositivo tiene una aleta, que es empujada hacia atrás por las olas de traslación y vuelve a la posición erguida entre cada impulso de ola por medio de muelles.

25 El documento US 4.371.788 describe una aleta flexible soportada en un bastidor que se mueve hacia atrás y hacia delante en respuesta al movimiento de las olas. El documento JP 04358769 desvela una aleta que oscila en respuesta al movimiento de las olas que se suministra con una porción deslizante que incluye un flotador que se extiende a medida que aumentan las profundidades del agua.

30 Hay muchos otros ejemplos de otros aparatos de generación de energía de las olas. Aunque tales dispositivos se han propuesto anteriormente tienen fallas fundamentales, por diversas razones, incluyendo la falta de solidez en lo que es un ambiente muy hostil; la necesidad de dispositivos "más complejos" para hacerlos aptos para su uso en ambientes hostiles con las implicaciones de coste y mantenimiento consecuentes; la necesidad de utilizar dispositivos de anclaje substanciales para sujetar tal aparato de forma segura en el fondo del mar; y costes de mantenimiento y reparación relativamente substanciales para tales dispositivos.

35 En particular, los dispositivos propuestos previamente han sido generalmente ineficaces. La cantidad de energía capturada de las olas incidentes ha tendido a ser baja y la conversión posterior de la energía capturada en electricidad pobre. Los dispositivos han tendido a producir energía de manera desigual con grandes 'picos' en la salida, lo que hace difícil proporcionar una salida de energía uniforme adecuada para su suministro en un sistema de red eléctrica.

40 Un objetivo de la presente invención es evitar o minimizar una o más de las desventajas anteriores.

La presente invención proporciona un dispositivo de conversión de energía de las olas, para su uso en aguas relativamente poco profundas, que comprende: una porción de base formada y dispuesta para su anclaje al lecho de una masa de agua durante el uso del dispositivo; una porción de aleta vertical conectada de manera pivotante a dicha porción de base, siendo empujada dicha porción de aleta a la vertical durante su uso y estando formada y  
45 dispuesta para oscilar, en uso, hacia atrás y hacia delante sobre la vertical en respuesta al movimiento de las olas que actúa sobre las caras de la porción de aleta; y medios de extracción de energía para extraer la energía del movimiento de la porción de aleta; caracterizado porque dicho dispositivo está formado y dispuesto de manera que cuando la porción de base está anclada al lecho de una masa de agua con la porción de aleta orientada hacia el movimiento de las olas, la porción de base y la porción de aleta se extienden verticalmente a través de al menos  
50 toda la profundidad del agua, para presentar una superficie sustancialmente continua al movimiento de las olas a lo largo de toda la profundidad del agua desde la cresta de la ola al fondo del mar, y la porción de aleta es suficientemente flotante en el agua para ser empujada a la vertical durante su uso y tiene un alto centro de flotabilidad y un centro de masas bajo.

55 Se entenderá que, aunque la porción de aleta se empuja a la vertical, en algunos estados del mar (débil), o cuando el movimiento de las olas no es regular, la porción de aleta puede de vez en cuando no oscilar a través de la vertical en cada movimiento de la ola.

Presentando una superficie sustancialmente continua para el movimiento de las olas a lo largo de la profundidad del agua (la "columna de agua"), la porción de aleta de la invención puede capturar eficientemente la máxima cantidad de energía a partir del movimiento de las olas imperante en un determinado lugar.

5 Huecos relativamente pequeños por encima, por debajo o en la porción de aleta, puede tener un efecto perjudicial en el factor de captura de energía de un dispositivo de la invención. La captura de energía se define como la relación de la energía capturada por un dispositivo con respecto a la energía disponible de las olas que inciden en el dispositivo.

10 Por ejemplo, un hueco entre la porción de base y la porción de aleta o entre la porción de aleta y el fondo del mar, a través del que el movimiento ondulatorio puede pasar, puede causar importantes pérdidas de energía. Los inventores han identificado que una pérdida de hasta un 30% en la captura de energía puede ocurrir por tener un hueco entre la porción de base y la porción de aleta como se explica más adelante con referencia a los resultados experimentales relativos a las realizaciones específicas de la invención. Por consiguiente, se prefiere que la porción de base y la porción de aleta estén formadas y dispuestas para funcionar sustancialmente sin un hueco entre las mismas. Del mismo modo los inventores han identificado que si la porción de aleta no se extiende hasta la superficie del agua en la cresta de la ola entonces se producen pérdidas sobre la parte superior de la aleta. Orificios o pasos relativamente pequeños a través de la porción de aleta tienen un efecto similar. Por lo tanto, preferiblemente la porción de aleta está formada y dispuesta para extenderse a través de la superficie del agua, es decir la aleta perfora la superficie del agua en condiciones de calma normales.

20 Preferiblemente, la porción de aleta está formada y dispuesta con la porción de base para tomar en cuenta los cambios en la profundidad del agua en un lugar determinado causados por el cambio de marea y tomar en cuenta también las variaciones esperadas de la altura de la ola, es decir, la porción de aleta y la base están dimensionadas de modo que la aleta perforará la superficie del agua en todos los niveles de marea y estados del mar previstos. Esto permite la captura de la energía de las olas a lo largo de toda la profundidad del agua, es decir, la columna de agua, incluyendo la superficie en todos, pero los más excepcionales, estados del mar (altos). Proporcionar algo de 'francobordo' a la aleta, una parte que sobresale por encima de la superficie del agua, tiene en cuenta la variación de las mareas y de las olas.

25 Preferiblemente, el dispositivo está formado y dispuesto para su ubicación a una profundidad media entre 6 y 20 metros, de manera deseable entre 8 y 16 metros. A estas profundidades más superficiales, la energía de choque de las olas disponible, en lugares marinos típicos es, al menos, sustancialmente mayor que en aguas más profundas a menudo utilizado por otros dispositivos de conversión de energía de las olas. Al mismo tiempo, sigue existiendo una profundidad suficiente para permitir que una porción de aleta de altura suficiente tenga una oscilación que extraiga energía de manera eficiente del movimiento de las olas. Por ejemplo, resultados experimentales que modelan la capacidad de extracción de energía de una porción de aleta de 12 m por 12 m que opera en profundidades de agua promedio de 22m y 10m muestra el beneficio de operar a la profundidad menos profunda. La captura de energía a una profundidad de agua de 10m fue de 1,4 a 2,2 veces la captura de energía a 22m, dependiendo del estado del mar que se está estudiando. Este aumento se atribuye al aumento de la fuerza de la ola horizontal a la menor profundidad combinado con el efecto de la aleta que captura energía a lo largo de toda la profundidad del agua a 10m. A profundidades menos profundas rompen las olas y la pérdida de desplazamiento volumétrico por una porción de aleta más corta reduce la energía disponible para la captura y la eficiencia del sistema se reduce sustancialmente.

30 Ventajasamente, la porción de aleta tiene una forma generalmente rectangular. Otras formas de aleta son posibles. La forma rectangular puede ser de una placa rígida generalmente plana, sin embargo, dependiendo del procedimiento de construcción de la porción de aleta, se pueden hacer otros cuerpos generalmente rectangulares. Si la porción de aleta se compone de una placa plana o placas planas, se prefiere que estén hechas de una estructura compuesta, reforzada. Esto mejora la capacidad de la porción de aleta para soportar las fuerzas impuestas por el movimiento de las olas. Por ejemplo, la porción de aleta puede estar construida de placas que comprenden dos capas exteriores de placa de acero con barras de refuerzo de acero colocadas a intervalos regulares entre las mismas, y soldadas a la superficie interior de cada placa. Durante el uso de una porción de aleta, el espacio entre las barras de refuerzo y los revestimientos exteriores se puede llenar con un material tal como el hormigón, para una resistencia añadida y para ajustar la flotabilidad. La porción de aleta puede estar construida de componentes modulares. Por ejemplo, la aleta puede comprender secciones de tuberías tubos generalmente circulares en sección dispuestos en un plano, apilándose horizontal o verticalmente en paralelo y adyacentes entre sí, para dar una forma generalmente rectangular a la aleta. Ventajasamente, cuando el tubo se apila horizontalmente para formar la porción de aleta, las secciones de los tubos o tuberías pueden tener distintos diámetros. Una porción de aleta con pequeñas secciones de tubo cerca de la base (pivote) y grandes secciones de tubos cerca hacia el borde superior tiene algunas ventajas con respecto al control del empuje y la robustez de la porción de aleta como se describe más adelante.

50 Una porción de aleta formada por secciones de tubería de esta manera tiene una serie de ventajas. La construcción "modular" de la porción de aleta permite un fácil transporte a un sitio de construcción en el que se monta la aleta. Los tubos tienen una resistencia inherente capaz de soportar fuerzas considerables, tales como fuertes movimiento de las olas, en particular, fuerzas de impacto, torsión y pandeo. Sin embargo, las fuerzas de la acción de choque de

las olas que actúan sobre una cara de la porción de aleta tienden a incrementarse, en las líneas en las que colindan las secciones de tubo, por un efecto de "embudo" de las curvas del tubo. Ventajosamente, cuando los tubos colindan, se proporciona un material de empaquetado para reducir las fuerzas locales de impacto de las olas. Preferiblemente, al menos la parte superior de la porción de aleta está provista de una superficie elástica. La superficie sirve para absorber la energía de los impactos transitorios, evitando daños en la porción de aleta. Por ejemplo, cuando la porción de aleta se compone de grandes secciones de tubo, la sección de tubo puede tener un tubo de diámetro más pequeño, de un material elástico, enrollado en espiral alrededor del mismo o que desliza sobre el mismo como un manguito. Esto proporciona una capa compatible en la superficie de los grandes tubos. Una porción de aleta formada por secciones de tubo presenta también la posibilidad de un fácil ajuste de la flotabilidad de la aleta y, por lo tanto, del efecto de empuje como se describe más adelante.

La altura de todo el dispositivo, la porción de base y la porción de aleta, está dimensionada para adaptarse a la profundidad en la que se encuentra el dispositivo, con la porción de aleta perforando el agua, al menos bajo condiciones de calma. Para maximizar la captura de la energía disponible, la altura de la porción de aleta es generalmente ligeramente menor que la altura global del dispositivo. Por ejemplo, cuando el dispositivo tiene 12 m de altura, la porción de aleta puede tener 10 m de altura situada sobre una base de 2 m. La captura de energía se puede mejorar adicionalmente mediante la instalación de una placa deflectora en la base, que dirige el movimiento de las olas hacia la aleta. Preferiblemente, la porción de aleta tiene una anchura al menos igual a su altura. Se ha encontrado que la captura de energía depende de la anchura de una porción de aleta, como se describe a continuación con referencia a las realizaciones específicas. Más preferiblemente, la anchura de la porción de aleta es entre 1 y 3 veces la altura de la porción de aleta. Para la profundidad de agua preferida de 8 a 16 m y los patrones de olas esperados en mares a estas profundidades, una amplia anchura de 10 a 30 m proporciona una captura de energía relativamente eficiente, hasta el 80% para algunos periodos de olas y/o realizaciones.

Preferiblemente, la porción de aleta tiene un borde superior y/o bordes laterales redondeados o contorneados con un radio en el intervalo de 0,5 a 2 m, preferiblemente de 1 a 1,5 m. Como se describe a continuación con referencia a las realizaciones específicas, proporcionar bordes laterales redondeados en la porción de aleta aumenta la captura de energía, mediante la reducción de la pérdida de energía debido al desprendimiento de vórtices a medida que las olas se mueven alrededor de los bordes de una porción de aleta. El contorno o curvatura adecuada de los bordes laterales de una porción de aleta dada puede determinarse fácilmente mediante la experimentación adecuada.

Los diseños existentes conocidos que utilizan una base montada en el fondo del mar y una aleta pivotante se han centrado en una aleta que se mantiene sustancialmente por debajo de la superficie del mar y la presente invención conduce a una dirección completamente diferente en la medida en que la porción de aleta está formada y dispuesta para perforar la superficie del agua.

La aleta está situada en el mar, de modo que una de las caras de la placa está directamente orientada hacia la dirección predominante de las olas en la ubicación elegida. La presión de las olas en la cara de la porción de aleta provoca una presión diferencial y de tal modo que hace que la misma oscile hacia atrás y adelante sobre sus pivotes.

Como se ha descrito anteriormente, se prefiere que la porción de aleta perfora la superficie del agua con un poco de francobordo disponible. A medida que la porción de aleta se inclina por la acción de onda desde la vertical, la se reduce cantidad de la porción de aleta que perfora la superficie del agua (francobordo). Esto puede conllevar, en función del tamaño de la ola onda, a la pérdida de energía ya que parte de la ola pasa por encima de la porción de aleta.

Este efecto puede ser mitigado mediante la provisión de una estructura adicional en la parte superior de la porción de aleta, que interactúa de manera más positiva con olas en la superficie, incluso cuando la porción de aleta está inclinada y reduce el francobordo. Por ejemplo la porción de aleta puede tener una placa adicional sustancialmente plana unida a lo largo de su borde superior, en ángulo recto con el plano de la aleta, para formar una "T", una "Y" cerrada o una estructura invertida en forma de "L". En todos los casos, se prefiere que estas estructuras adicionales tengan bordes redondeados, para el buen flujo de agua sobre y alrededor de las mismas.

Como alternativa, la parte superior de la aleta puede tener una forma alternativa, por ejemplo, el borde superior de la aleta puede tener una forma generalmente cilíndrica, de un diámetro sustancialmente mayor que el espesor general de la porción de aleta. Esta disposición es particularmente preferida cuando la porción de aleta tiene una forma modular, construida de una serie de secciones de tubos horizontalmente establecidos. El borde superior de la porción de aleta se construye simplemente mediante la adición de una sección de tubo de un diámetro mayor que la parte superior de la "pila" de "secciones de tubos estándares".

Se pueden prever otras formas, con el perfil de la parte de la porción de aleta que perfora el agua haciéndose para mejorar la captura de energía cuando la porción de aleta se encuentre cerca del ángulo de inclinación máximo esperado, en condiciones de mar normales.

Como se usa en la presente memoria descriptiva, la expresión "aguas relativamente poco profundas" pretende cubrir las aguas que tienen una profundidad en el intervalo de 6 a 20 metros y, por lo tanto, se apreciará que para tal

disposición, el dispositivo, es decir, la porción de base y dicha porción de aleta, puede tener una altura ligeramente mayor que la profundidad media del agua en la que el dispositivo se está utilizando. La profundidad media se refiere a la profundidad media entre las mareas altas y bajas, en la que el dispositivo se está utilizando en las aguas de las mareas.

5 La porción de aleta del dispositivo está empujada hacia la vertical, con el fin de proporcionar una fuerza de recuperación a la aleta durante su oscilación en respuesta a la acción de las olas. El empuje de la porción de aleta afecta también a su período de oscilación natural, que puede afectar a la eficacia de captura de energía en una medida limitada. El empuje de la porción de aleta hacia la posición vertical se consigue proporcionando una porción de aleta que tiene una flotabilidad suficiente para empujar dicha porción de aleta a dicha orientación generalmente  
10 vertical con respecto a dicha porción de base. Por lo tanto, en una disposición de la invención, dicho medio de empuje comprende dicha porción de aleta con flotabilidad sustancial. Convenientemente, la flotabilidad de la porción de aleta es ajustable. Esto permite el ajuste de la fuerza de recuperación de la porción de aleta. La flotabilidad puede proporcionarse en una porción de aleta teniendo cámaras en la estructura de la aleta, que se pueden llenar con aire u otro gas, o que se pueden llenar con un material de espuma. Por ejemplo, cuando la porción de aleta comprende  
15 secciones de tubos, las secciones de tubo se pueden llenar de aire, al menos en cierta medida. Convenientemente, la flotabilidad de la porción de aleta se ajusta inundando o parcialmente inundando una o más cámaras llenas de aire.

La porción de aleta tiene un alto centro de flotabilidad y un bajo centro de masas. La porción superior de la aleta se somete al mayor movimiento en uso, ya que está más alejada del pivote y, por lo tanto, tiene a las mayores fuerzas actuando sobre la misma. Tener una aleta con una masa reducida (mayor flotabilidad) en su porción superior, las  
20 fuerzas de flexión que actúan sobre la misma se reducen. Las propiedades deseadas pueden, por ejemplo, lograrse proporcionando una porción de aleta que comprende secciones de tubo horizontalmente apiladas con el diámetro de la tubería utilizada cada vez mayor hacia la porción superior de la aleta. Tuberías de inundación de inundación parcial cerca de la base (punto de pivote) de la aleta proporcionan un bajo centro de masas, mientras que tuberías de mayor diámetro cerca de la porción superior de la aleta proporcionan un gran volumen de aire para proporcionar  
25 flotabilidad centrada hacia la porción superior de la aleta.

Se pueden proporcionar medios de empuje independientes alternativos o adicionales. Por ejemplo, muelles o barras de torsión formados y dispuestos para empujar dicha porción de aleta hasta una orientación generalmente vertical con respecto a dicha porción de base. Los medios de empuje independientes se pueden ajustar si es necesario.

30 La distancia desde el eje de la porción de aleta de pivote hasta su centro de flotabilidad y el momento añadido de inercia dependerán de la profundidad del agua. Las simulaciones numéricas y los experimentos han determinado que es extremadamente difícil de hacer que un período natural de cabeceo de la aleta que coincida con el periodo de la ola incidente, si la profundidad del agua es sustancialmente mayor a 20 metros.

Se apreciará que la altura de las olas en cualquier punto dado no es consistente todo el año y en cualquier momento  
35 dado el período de la ola incidente será diferente. Por lo tanto, para maximizar la eficiencia y el rendimiento del dispositivo, la porción de aleta está formada y dispuesta para cambiar su periodo natural. Por tanto, preferiblemente, se proporcionan medios para alterar el centro de flotabilidad de dicha porción de aleta, alterar la fuerza de flotabilidad; mover el centro de masas de la porción de aleta con respecto a dicha porción de base; alterar el centro de masas de la porción de aleta, y/o alterar las características de dicho medio de empuje.

40 Preferiblemente, para maximizar la captura de energía, el período natural de cabeceo de la aleta se ajusta para ser igual al período de la ola dominante de la onda incidente. Esto puede lograrse por uno de los medios siguientes:

- ajustar la masa de la aleta añadiendo o eliminando el lastre (típicamente agua);
- ajustar el centro de masas de la aleta moviendo la altura de una masa interna,
- ajustar el volumen de la porción de aleta mediante inflado;
- 45 - o ajustar la rigidez de un medio de empuje, por ejemplo, un muelle elastomérico, o (muelle de aire) gas comprimido conectado entre la aleta y la porción de base o algún otro punto fijo, tal como por ejemplo, el fondo del mar.

Preferiblemente, para minimizar las cargas en el dispositivo durante eventos meteorológicos/oleajes extremos, y para facilitar el mantenimiento, dicha porción de aleta está formada y dispuesta de modo que pueda establecerse  
50 más o menos horizontal en el fondo del mar (o similar). Preferiblemente, esta funcionalidad se consigue inundando la aleta con agua de manera que se hunda hasta el fondo del mar o lleve a la porción de aleta al fondo del mar y la enclave en una posición fija.

Preferiblemente, para minimizar las cargas potencialmente perjudiciales durante los eventos meteorológicos/oleajes extremos, el área superficial de la porción de aleta se puede reducir para minimizar su efecto de acoplamiento con  
55 una onda incidente. Esto puede lograrse por uno de los siguientes medios:

- la porción de aleta es inflable y puede desinflarse a fin de reducir su tamaño;
- una gran porción de la superficie de la aleta se desprende en eventos extremos es decir, la porción de aleta es

frangible o se diseña para romperse, en una posición definida, bajo carga extrema dejando el resto del dispositivo sin ningún daño;

- la porción superior de la aleta, preferiblemente la porción más superior, que penetra en la superficie del agua durante el uso del dispositivo, está formada y dispuesta para ser retráctil en la porción de aleta durante eventos meteorológicos/oleajes extremos. Esta disposición evita daños en dicha porción superior.

Un problema particular asociado con los dispositivos de energía de las olas de la técnica anterior que están anclados al fondo del mar es que se requieren dispositivos de anclaje relativamente importantes. En la presente invención, y debido a la flotabilidad relativa de la porción de aleta, los sistemas de anclaje sustancial del tipo descrito en la técnica anterior no son necesarios. Por lo tanto, preferiblemente, se proporcionan medios de anclaje, deseablemente un dispositivo de anclaje de auto-fijación, para una fijación y liberación rápida.

Se puede proporcionar una pluralidad de dispositivos de acuerdo con la presente invención, por tanto, en otro aspecto, la presente invención proporciona un sistema de generación de energía que comprende una pluralidad de dispositivos conversión de la energía de las olas del tipo descrito anteriormente e interconectados entre sí.

Para proporcionar una salida de energía uniforme desde una disposición de dispositivos de conversión de la energía de las olas de acuerdo con la presente invención, la porción de aleta de los dispositivos adyacentes se puede colocar en cascada formando un ángulo con la dirección de la ola predominante, de modo que la distancia entre la primera y última aletas es de al menos un cuarto de la longitud de onda en la dirección de propagación de la ola.

Un problema importante en los diseños existentes es que los costos de mantenimiento son generalmente altos debido a la necesidad de utilizar pesados equipo de elevación para fines de mantenimiento. La presente invención evita o minimiza estas desventajas mediante la utilización de componentes, en particular la porción de aleta, que son neutralmente flotante, lo que los hace fáciles de manejar. Esto se puede conseguir mediante la utilización de espuma u otros materiales de baja densidad unidos a los componentes del dispositivo o la introducción de huecos o cámaras en los componentes que pueden estar llenas de aire para aumentar la flotabilidad o llenarse con lastre (típicamente agua) según se requiera.

Ventajosamente para compensar los niveles de marea, tanto diariamente como durante todo el año, el eje de giro de la porción de aleta puede moverse arriba y abajo con respecto a la porción de base. Por lo tanto, la porción de aleta se puede elevar o bajar con respecto al fondo del mar cuando está en uso. Preferiblemente, la porción de aleta puede estar montada sobre un eje de soporte que en sí es mantenido entre dos porciones de soporte que permiten que la porción de aleta y el eje de soporte se muevan hacia arriba y hacia abajo (debido a la flotabilidad de la porción de aleta) en respuesta a las variaciones de nivel de la marea. Como alternativa, la porción de aleta puede estar montada en el eje de soporte que está montado en actuadores u otros medios que pueden estar formados y dispuestos con medios de control para mover la porción de aleta hacia arriba o hacia abajo de acuerdo con las condiciones de marea. En todos los casos, en los que la porción de aleta puede moverse hacia arriba y hacia abajo, la porción de base y la porción de aleta continúan presentando una superficie sustancialmente continua para el movimiento de las olas a lo largo de la profundidad del agua. Esto se puede disponer, por ejemplo, proporcionando placas deflectoras móviles en la porción de base, que se elevan a medida que se eleva la porción de aleta, para presentar una superficie continua de placa deflectora de la porción de base y la porción de aleta para el movimiento de las olas.

Preferiblemente, dicho medio de extracción de energía utiliza un fluido hidráulico a presión alta para accionar un motor hidráulico, de manera deseable, un motor hidráulico de flujo y velocidad variable. El fluido es presurizado por la oscilación de la porción de aleta, preferiblemente por medio de un pistón y un cilindro accionado por la porción de aleta, que presuriza el fluido hidráulico. El beneficio del motor de flujo y velocidad variable es que el flujo puede ser regulado continuamente, preferiblemente por control por ordenador, para hacer un uso más eficiente de la energía de salida de la porción de aleta. El control por ordenador hace coincidir los parámetros de funcionamiento del motor de velocidad variable con el flujo de fluido hidráulico, generado por la acción de la porción de aleta.

Más preferiblemente, el medio de extracción de energía comprende un motor hidráulico, que está conectado a través de un acumulador de energía de volante de inercia a un sistema generador de energía eléctrica de velocidad variable. El sistema generador de energía eléctrica de velocidad variable puede, por ejemplo, comprender un motor de velocidad variable/generador de inducción, que está conectado a un sistema de red eléctrica por un motor inversor y rectificador de línea. Durante su uso, la salida del motor hidráulico se utiliza para alimentar el volante de inercia, cuya energía se extrae a través del sistema generador de energía eléctrica de velocidad variable para suministrar energía eléctrica a la red. El volante de inercia se mantiene girando en su intervalo de funcionamiento óptimo por la velocidad controlada de extracción de energía. Preferiblemente, el control del sistema generador de energía eléctrica de velocidad variable es a través de un sistema de control por ordenador.

Preferiblemente, el control de la operación del dispositivo de generación de energía de las olas y su medio de extracción de energía se realiza por un sistema de control informático vinculado. El sistema de control ajusta los parámetros de funcionamiento de la porción de aleta del motor hidráulico, y del sistema generador de energía eléctrica de velocidad variable, para optimizar la producción de energía eléctrica del dispositivo en tiempo real.

El sistema de control por ordenador controla el funcionamiento de la porción de aleta, el circuito hidráulico que contiene el motor hidráulico, el volante de inercia y el sistema generador de energía eléctrica de velocidad variable y ajusta los parámetros de acuerdo con un algoritmo apropiado.

5 Preferiblemente, el dispositivo de conversión de la energía de las olas comprende, además, sensores, que determinan el patrón y la fuerza de las olas antes de que golpeen la porción de aleta. Estos sensores permiten el ajuste de los parámetros del dispositivo de conversión de la energía de las olas y del medio de extracción de energía de manera predictiva por dicho sistema de control por ordenador. Los sensores pueden, por ejemplo, estar colocados por delante de la porción de aleta.

10 La presente invención proporciona también un procedimiento para extraer energía de las olas que comprende las etapas de:

- a) proporcionar un dispositivo de conversión de la energía de las olas de acuerdo con la invención,
- b) colocar dicho dispositivo en el lecho de una masa de agua con una profundidad entre 6 y 20 m, con su porción de aleta orientada en la dirección de las olas;
- c) extraer energía de las olas de las olas de dicha masa de agua.

15 Otras características y ventajas preferidas de la presente invención se describirán ahora con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

La Figura 1 muestra un alzado lateral esquemático de un dispositivo de conversión de la energía de las olas de acuerdo con la presente invención;

20 La Figura 2 muestra una vista lateral de una disposición alternativa del dispositivo de conversión de la energía de las olas;

La Figura 3 es una vista frontal de otra disposición alternativa;

La Figura 4 es una vista en perspectiva de una porción de aleta para su uso con la invención;

La Figura 5 es un diagrama esquemático de un sistema de extracción de energía para su uso con la invención;

25 Las Figuras 6(a-c) muestran tres realizaciones de un dispositivo de la invención construidas a partir de secciones de tubos.

Las Figuras 7(a-d) muestran una realización adicional de un dispositivo de la invención construida a partir de secciones de tubos.

30 Un dispositivo de conversión de la energía de las olas, indicado de forma general con el número de referencia 1, se muestra en forma esquemática en la Figura 1 y comprende una porción de base 2 que está anclada al fondo del mar 4 en una masa de agua 6. Una porción de aleta 8 se extiende desde dicha porción de base 2 y está conectada de manera pivotante a la misma y dicha porción de aleta 8 se extiende hacia arriba con el fin de perforar la superficie 10 de la masa de agua en la que se ancla el dispositivo. La porción de aleta 8 se mueve hacia atrás y hacia adelante en un movimiento oscilante en respuesta a la acción de las olas 7 sobre la misma. La porción de aleta está montada sobre la porción de base sobre pivotes 12, lo que permite que la porción de aleta se articule con respecto a la porción de base 2. En la realización mostrada, la porción de aleta tiene una flotabilidad de tal manera que la porción de aleta tiende a ser empujada en una orientación generalmente vertical con respecto a la porción de base. Se proporciona una unidad de extracción de energía (no mostrada - Véase Figura 5) para obtener la energía generada por el movimiento de la porción de aleta en relación con la acción de las olas sobre la misma. Una placa deflectora 13 está equipada en cada lado de la porción de base para mejorar la captura de energía de la energía de las ondas incidentes al dirigirla hacia la porción de aleta 8.

Volviendo a la Figura 2, que es generalmente similar a la disposición mostrada en la Figura 1, la porción de aleta está provista de medios de empuje adicionales en forma de muelles hidráulicos 14 (mostrados esquemáticamente) que tienden a empujar a la porción de aleta 8 en una orientación generalmente vertical con respecto a la porción de base 2.

45 La Figura 3 muestra, en una vista frontal, una disposición alternativa en la que se utiliza un tubo de torsión 16 que tiene características de empuje elásticas y que empuja/insta a dicha porción de aleta 8 en una orientación generalmente vertical con respecto a la porción de base 2. La barra de torsión está situada detrás de una placa deflectora 13, (mostrada con la línea discontinua) en la porción de base 2. Esto cubre lo que de otro modo sería un hueco entre la porción de aleta 8 y la base 2, lo que conlleva a una pérdida de la energía de las olas.

50 Se observará que en ambas de las realizaciones descritas anteriormente hay un grado de "francobordo", que es la porción de la porción de aleta que se extiende por encima de la superficie del agua. Además, en cada caso, la porción de base 2 y la porción de aleta 8 no tienen sustancialmente ningún espacio en el medio, para que el agua no fluya a través, lo que resulta en una pérdida de energía.

55 La Figura 4 es una vista en perspectiva del perfil de una porción de aleta 8 que se puede utilizar con el dispositivo en las Figuras 1 ó 2 y 3. Los bordes laterales 18 de la aleta están redondeados para reducir los efectos del derramamiento de vórtices a medida que una ola golpea alrededor de la aleta. La porción superior de la aleta 20 también está redondeada.

## ES 2 393 261 T3

La Figura 5, es una ilustración esquemática de un sistema de extracción de energía para la conversión del movimiento de oscilación de un dispositivo de conversión de la energía de las olas de la invención en luz eléctrica.

El movimiento de oscilación de la porción de aleta de un dispositivo de la invención (no mostrado en esta figura, pero generalmente como se muestra en la Figura 1) está acoplado por una conexión adecuada (no mostrada) y un vástago de accionamiento 21 a un ariete hidráulico (pistón) 22 que se mueve alternativamente en un cilindro 23 y está doblemente accionado. El cilindro 23 forma parte de un circuito hidráulico 24 al que está conectado por un punto de salida 26 en un extremo de descarga 28 del cilindro y un orificio de entrada 30 en el extremo opuesto (entrada) del extremo 32 del cilindro 23.

Un paso 34 de flujo de fluido equipado con una válvula anti-retorno 36 permite que el fluido hidráulico 37, en el circuito 24, fluya a través del ariete 22 (pistón) desde el extremo de entrada 32 del cilindro al extremo de descarga 28.

Durante su uso, a medida que el ariete 22 oscila hacia adelante y hacia atrás en el cilindro 23, el fluido hidráulico es forzado a través del paso 34 de flujo de fluido en el extremo de descarga 28 del cilindro durante la carrera de cierre del ariete 22. En la carrera de apertura del ariete 22 el líquido no puede fluir de regreso a través del paso 34 de flujo de fluido a causa de la operación de la válvula anti-retorno 36 y, por lo tanto, se bombea fuera del orificio de salida 26 del cilindro 23. El vástago de accionamiento 21 tiene un área de sección transversal que es la mitad del área de la sección transversal del cilindro 23. Esto significa que el área de sección transversal del ariete (pistón) 22 hacia el extremo de entrada del cilindro 23 es el doble del que está orientado hacia el extremo de salida del cilindro 23. En consecuencia, el ariete 22 es de doble efecto y bombea el mismo volumen de líquido hidráulico tanto en su carrera de apertura como de cierre. Esta acción de bombeo presuriza el fluido hidráulico en el circuito 24.

La presión en el circuito hidráulico 24, causada por la acción del ariete en el cilindro se utiliza para accionar un motor hidráulico de desplazamiento variable 38 a través del cual pasa el fluido. El fluido utilizado para accionar el motor hidráulico se hace pasar después a un depósito 40 en el que se mantiene disponible hasta llevarse nuevamente al cilindro, a través de una segunda válvula anti-retorno 42 y el orificio de entrada 30.

Un acumulador 44, que es un cilindro de presión 46 que contiene aire, está conectado al circuito de presión entre el cilindro 23 y el motor hidráulico 36. Cuando el fluido es bombeado fuera del cilindro en el circuito hidráulico 46 de aire se comprime para almacenar algo de la presión producida por la acción de bombeo del ariete 22. Esto tiene el efecto de suavizar las variaciones en la presión del fluido que entra en el motor hidráulico 36, lo que permite un funcionamiento más eficiente.

El motor hidráulico 38 acciona un volante de inercia 48 que almacena la energía del motor hidráulico 38 hasta que se convierte en electricidad mediante un generador de inducción/motor 50 que conecta con el volante de inercia. La energía del generador de inducción 50 se convierte a través de un inversor de motor 52 y el rectificador lineal 54 en una salida eléctrica 56 apropiada para la conexión a una red eléctrica (no mostrada). El generador de inducción/motor y su convertidor asociado y el rectificador forman un sistema generador de electricidad de velocidad variable que se utiliza para mantener el volante de inercia 48 girando dentro de su intervalo óptimo mediante la extracción de energía del volante de inercia en una forma controlada. El generador/motor está controlado por ordenador para variar la extracción de energía del volante de inercia en respuesta a los aumentos repentinos en la velocidad del volante de inercia. Para optimizar la salida de este sistema, el motor hidráulico 38 está controlado por un sistema de control por ordenador 58. (Conexiones desde el sistema de control por ordenador a los diversos elementos del sistema de generación no se muestran por razones de claridad en la Figura). El sistema de control por ordenador 58 controla entre otras cosas, la velocidad de ariete, la presión hidráulica y la velocidad de giro del motor hidráulico con el fin para determinar el desplazamiento óptimo para el motor en cualquier momento dado. El sistema de control por ordenador 58 sirve también para ajustar el dispositivo para el periodo de olas predominantes de tal manera que la fuerza y la velocidad angular están en fase, dependiendo de las características del mar según se requiera.

La Figura 6a muestra un dispositivo de la invención 1, que tiene una porción de aleta 8 de 12 m por 12 m unida por pivotes 12 a una porción de base 2, que tiene aproximadamente 2 m de alto. La porción de aleta consiste en una disposición de secciones de tubo 60 apiladas horizontalmente con un diámetro de 1,8 m. Las secciones de tubos 60 tienen separaciones 62 de 50 mm entre las mismas, que se llenan con un material de envasado 64. Un vástago de accionamiento 66 está unido de forma pivotante a cada lado de la porción de aleta 8. Estos se conectan a los pistones dentro de los cilindros hidráulicos 68 que están articulados con la porción de base 2. Una placa deflectora 70 llena el espacio entre la sección de tubo inferior 72 de la porción de aleta 8 y el fondo del mar 74. Durante su uso, cuando la porción de aleta 8 se hace oscilar en respuesta a la acción de las olas, los vástagos de accionamiento 66 se accionan para hacer que el fluido hidráulico en los cilindros 68 aumente la presión por la acción de los pistones (véase figura 5). El fluido a presión se hace fluir después hacia fuera y vuelve a través de las conexiones de tuberías 76 en el circuito hidráulico del resto del sistema de extracción de energía (no mostrado, véase Figura 5, por ejemplo).

La Figura 6b muestra otra realización de un dispositivo 1 de configuración similar al de la Figura 6a excepto que las secciones de extremo curvadas 78 ("efectores terminales") se encuentran situadas en cada borde lateral 80 de la

porción de aleta. En pruebas, se ha mostrado que estos efectores terminales 78 mejoran la captura de energía (véase resultados de prueba, a continuación).

5 La figura 6c muestra otra realización adicional, que tiene la misma configuración que la de la Figura 6b, pero con la disposición de secciones de tubos 82 adicionales situadas en la porción superior de la porción de aleta. Durante su uso, estas proporcionan flotabilidad adicional y la estructura adicional proporciona también una interacción más positiva con las olas en la superficie del agua cuando la porción de aleta 8 está inclinada.

Las Figuras 7(a-d) muestran diferentes vistas de un dispositivo de la invención 1 similar al de la Figura 6a pero con bordes laterales 18 y porción superior 20 redondeados.

10 La Figura 7a muestra el dispositivo 1 en vista en perspectiva, con el medio de obtención o extracción de energía no mostrado, aparte de los vástagos de accionamiento 66 y cilindros hidráulicos 68. La Figura 7b muestra el dispositivo 1 en alzado frontal, con un alzado lateral mostrado en la Figura 7c. Un alzado lateral en sección, a lo largo de la línea XX que se muestra en la Figura 7b se muestra como la Figura 7d.

15 En la presente realización, la porción de aleta 8 tiene aproximadamente 18 m de ancho y el dispositivo 1 es de alrededor de 12 m de altura para hacer que la captura de energía sea particularmente eficaz a una profundidad de agua de hasta 12 m. La porción de aleta 8 está construida de cuatro secciones de tubos dispuestas horizontalmente 60, cada una de 1,8 m de diámetro. Los espacios 62 entre cada sección de tubo 60 son más grandes que los de la porción de aleta 8 de la Figura 6a, aproximadamente 1 m y se llenan con placas curvadas 84. La superficie requerida sustancialmente continua que se presentará al movimiento de las olas se completa con las placas deflectoras curvadas 70 montadas en la porción de base 2.

## 20 **Resultados de las pruebas**

Las pruebas realizadas utilizando un modelo de un dispositivo 1 de la forma mostrada en la Figura 6a ha demostrado los beneficios sustanciales de proporcionar un dispositivo en el que la porción de base y la porción de aleta presentan una superficie sustancialmente continua para el movimiento de las olas. El dispositivo 1 de la Figura 6a puede mostrar una mejora en la captura de energía de alrededor un 36% en comparación con un dispositivo 25 similar en el que no se llenan los espacios 62 entre las secciones de tubo 60 y no se coloca la placa deflectora 70, que llena el espacio por debajo de la porción de aleta.

La adición de los efectores terminales curvados 78 como en el dispositivo de la Figura 6b proporciona una mejora adicional, que puede ser del orden del 16%, en la captura de energía. Igualmente la adición de secciones de tubo 82 como en la Figura 6c puede añadir alrededor de un 10% a la eficiencia medida para la captura de energía.

30 La anchura de la porción de aleta en relación con su altura también se ha encontrado que tiene un efecto significativo en la captura de energía. Por ejemplo, para un dispositivo de la misma forma general que la que se muestra en la Figura 6b, el factor de captura de energía en las pruebas modelo se redujo significativamente cuando la aleta tenía 12 m de altura por 6 m de ancho en comparación con la aleta de 12 m por 12 m. La prueba se llevó a cabo utilizando una amplia gama de estados del mar (dieciséis) diseñados para representar las condiciones que se 35 esperan a lo largo de las costas del océano Atlántico o Pacífico en las profundidades preferidas de la invención. El aumento de la anchura de la aleta en un 50%, pasando de 12 m a 18 m, duplicó la producción de energía.

Diversas modificaciones pueden hacerse a las realizaciones descritas anteriormente sin apartarse del alcance de la presente invención. Por tanto, por ejemplo, el dispositivo puede ser utilizado en sistemas de desalinización de agua. Como alternativa, una pluralidad de dispositivos pueden utilizarse como un sistema de defensa costera a fin de 40 reducir la erosión costera.

## REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de conversión de energía de las olas (1), para su uso en aguas relativamente poco profundas, que comprende: una porción de base (2) formada y dispuesta para su anclaje al lecho de una masa de agua (6) durante el uso del dispositivo; una porción de aleta vertical (3) conectada de manera pivotante (12) a dicha porción de base, estando dicha porción de aleta formada y dispuesta para oscilar, durante su uso, hacia atrás y hacia delante sobre la vertical en respuesta al movimiento de las olas que actúa sobre las caras de la porción de aleta (8), y medios de extracción de energía para extraer energía a partir del movimiento de la porción de aleta; es cuando dicho dispositivo (1) formado y dispuesto de manera que cuando la porción de base (2) está anclada al lecho de una masa de agua (6) con la porción de aleta (8) orientada hacia el movimiento de las olas, la porción de base (2) y la porción de aleta (8) están extendidas verticalmente a través de al menos toda la profundidad del agua, para presentar una superficie sustancialmente continua al movimiento de las olas a lo largo de toda la profundidad del agua desde la cresta de la ola hasta el fondo del mar, y dicha porción de aleta es suficientemente flotante en agua para ser empujado hacia la vertical durante su uso, **caracterizado porque** dicha porción de aleta tiene un alto centro de flotabilidad y un bajo centro de masas.
2. Un dispositivo de conversión de energía de las olas (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la porción de aleta (8) y la porción de base (2) están dimensionadas de manera que la porción de aleta (8) atravesará la superficie del agua (10) en todos los niveles de marea y estados del mar esperados.
3. Un dispositivo de conversión de energía de las olas (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la conexión pivotante (12) de la porción de aleta (8) es movable hacia arriba y hacia abajo con respecto a la porción de base (2).
4. Un dispositivo de conversión de energía de las olas (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la porción de aleta (8) tiene una forma generalmente rectangular.
5. Un dispositivo de conversión de energía de las olas (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la porción de aleta (8) es de construcción modular.
6. Un dispositivo de conversión de energía de las olas (1) de acuerdo con la reivindicación 5, en el que los componentes modulares están seleccionados entre el grupo constituido por placas planas, placas planas reforzadas compuestas y tubos.
7. Un dispositivo de conversión de energía de las olas (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la porción de aleta (8) comprende secciones de tubo (92) dispuestas en un plano paralelo y adyacentes entre sí para dar una forma generalmente rectangular a la aleta.
8. Un dispositivo de conversión de energía de las olas (1) de acuerdo con la reivindicación 7, en el que las secciones de tubo (92) están horizontalmente dispuestas con secciones de mayor diámetro de la tubería hacia el borde superior de la porción de aleta.
9. Un dispositivo de conversión de energía de las olas (1) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que al menos la porción superior de la porción de aleta (8) está provista de una superficie elástica.
10. Un dispositivo de conversión de energía de las olas (1) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la porción de base (2) comprende una placa deflectora (13) formada y dispuesta para dirigir el movimiento de las olas hacia la porción de aleta (8).
11. Un dispositivo de conversión de energía de las olas (1) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la porción de aleta (8) tiene una anchura al menos igual a su altura.
12. Un dispositivo de conversión de energía de las olas (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la anchura de la porción de aleta (8) es entre uno y tres veces la altura de la porción de aleta.
13. Un dispositivo de conversión de energía de las olas (1) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la porción de aleta (8) tiene una porción superior o borde lateral (18) redondeado.
14. Un dispositivo de conversión de energía de las olas (1) de acuerdo con la reivindicación 13, en el que se redondea el borde (18) en un radio de 0,5 a 2 m.
15. Un dispositivo de conversión de energía de las olas (1) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el borde superior de la porción de aleta (8) tiene una forma en sección transversal seleccionada del grupo constituido por cilíndrica, una forma de "T", de 'Y' cerrada y de 'L' invertida.
16. Un dispositivo de conversión de energía de las olas (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que el borde superior de la porción de aleta (8) tiene una forma generalmente cilíndrica en sección transversal y es de un diámetro sustancialmente mayor que el espesor general de la porción de aleta.

17. Un dispositivo de conversión de energía de las olas (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, en el que la porción de aleta (8) está provista de cámaras que contienen al menos uno de aire, gas o una espuma.
- 5 18. Un dispositivo de conversión de energía de las olas (1) de acuerdo con la reivindicación 17, en el que la flotabilidad es ajustable por inundación de una cámara llena de aire.
19. Un dispositivo de conversión de energía de las olas (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, en el que se proporcionan medios de empuje adicionales seleccionados del grupo constituido por barras de torsión (16), muelles elastoméricos (14) y muelles de gas comprimido.
- 10 20. Un dispositivo de conversión de energía de las olas (1) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la porción de aleta (8) está formada y dispuesta para cambiar su periodo natural de oscilación por medios seleccionados del grupo constituido por: alterar el centro de flotabilidad de dicha porción de aleta; alterar la fuerza de flotabilidad; mover el centro de masas de la porción de aleta con respecto a dicha porción de base; alterar el centro de masas de la porción de aleta, y alterar las características de dicho medio de empuje.
- 15 21. Un dispositivo de conversión de energía de las olas (1) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la porción de aleta (8) está formada y dispuesta de modo que puede colocarse en horizontal, durante su uso, por medios seleccionados del grupo constituido por: inundar la porción de aleta con agua de modo que se hunda hasta el fondo marino, y, conducir la porción de aleta al fondo del mar y enclavarla en una posición fija.
- 20 22. Un dispositivo de conversión de energía de las olas (1) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el área de la superficie de la porción de aleta (8) puede reducirse por medios seleccionados del grupo constituido por: proporcionar una porción de aleta que sea inflable y pueda desinflarse para reducir su tamaño, proporcionar una porción de aleta que sea frangible, y proporcionar una porción de aleta en la que la porción superior de la aleta esté formada y dispuesta para ser retráctil en el resto de la porción de aleta.
- 25 23. Un dispositivo de conversión de energía de las olas de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el medio de extracción de energía comprende: un motor hidráulico (38) accionado por fluido hidráulico de alta presión, un acumulador de energía de volante de inercia (48) conectado a dicho motor hidráulico, y un generador de energía eléctrica de velocidad variable (50) accionado por dicho volante de inercia.
24. Un sistema de generación de energía que comprende una pluralidad de dispositivos de conversión de energía de las olas (1) de acuerdo con la reivindicación 1 e interconectados entre sí.
- 30 25. Un sistema de generación de energía de acuerdo con la reivindicación 24 en el que las porciones de aleta (8) de la pluralidad de dispositivos están colocadas, durante su uso, en una disposición con la porción de aleta de los dispositivos adyacentes en cascada formando un ángulo con la dirección de las olas predominantes, de modo que la distancia entre la primera y la última aletas es al menos un cuarto de una longitud de onda en la dirección de propagación de las olas.
- 35 26. Un procedimiento para extraer energía de las olas que comprende las etapas de: proporcionar un dispositivo de conversión de energía de las olas (1) de acuerdo con la reivindicación 1, colocar dicho dispositivo en el lecho de una masa de agua, con su porción de aleta (8) orientada en la dirección de las olas, y extraer energía de las olas de las olas de dicha masa de agua.
- 40 27. Un procedimiento para extraer energía de las olas de acuerdo con la reivindicación 26, en el que el dispositivo de conversión de energía de las olas (1) está ubicado en el lecho de una masa de agua con una profundidad entre 6 y 20 m.
28. Un procedimiento para extraer energía de las olas de acuerdo con la reivindicación 27, en el que el dispositivo de conversión de energía de las olas (1) está ubicado en el lecho de una masa de agua con una profundidad entre 8 y 16 m.

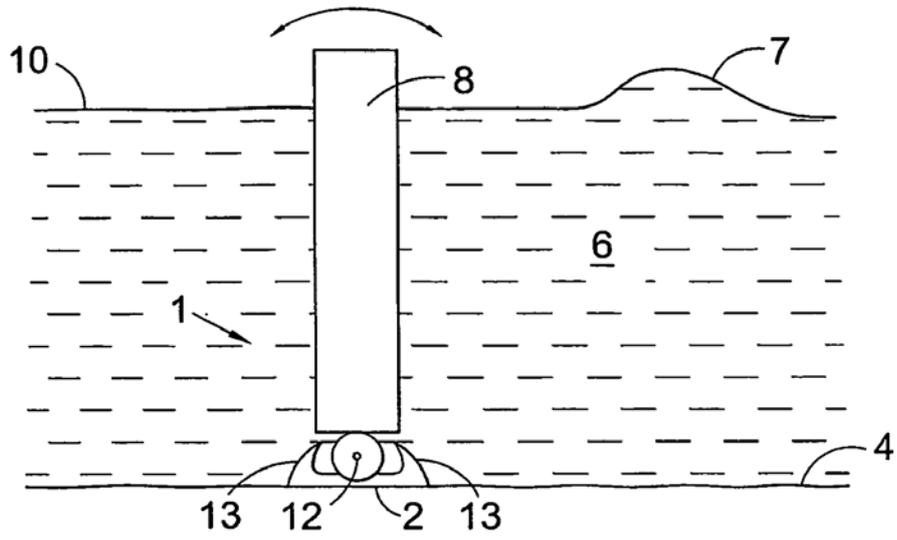


Fig. 1

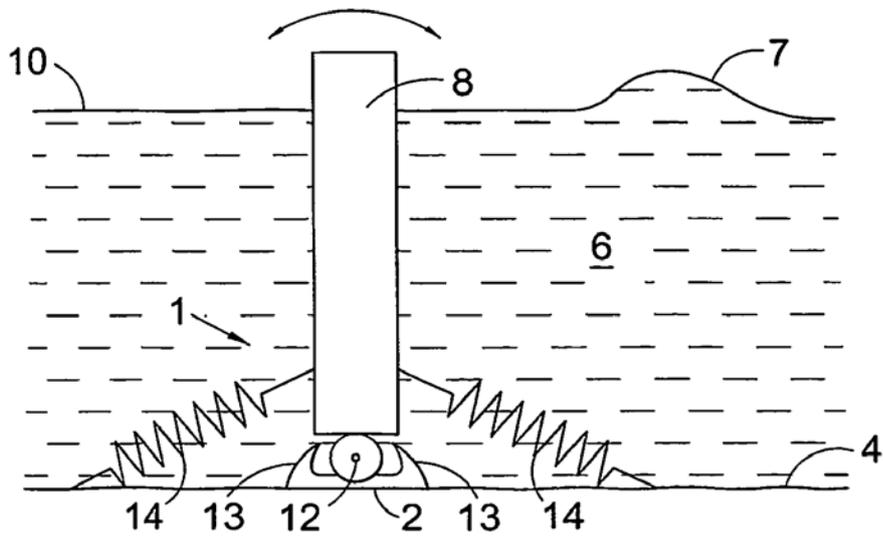


Fig. 2

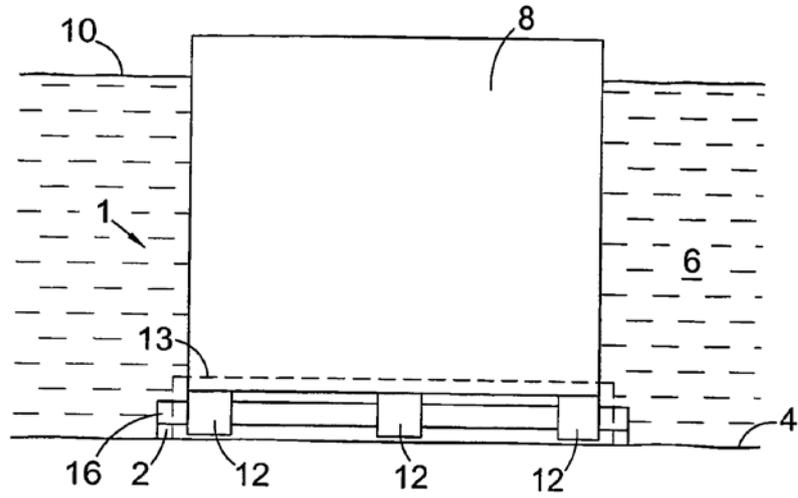


Fig. 3

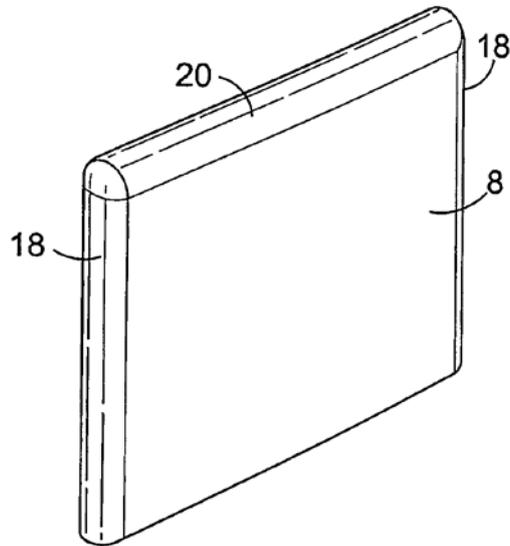


Fig. 4

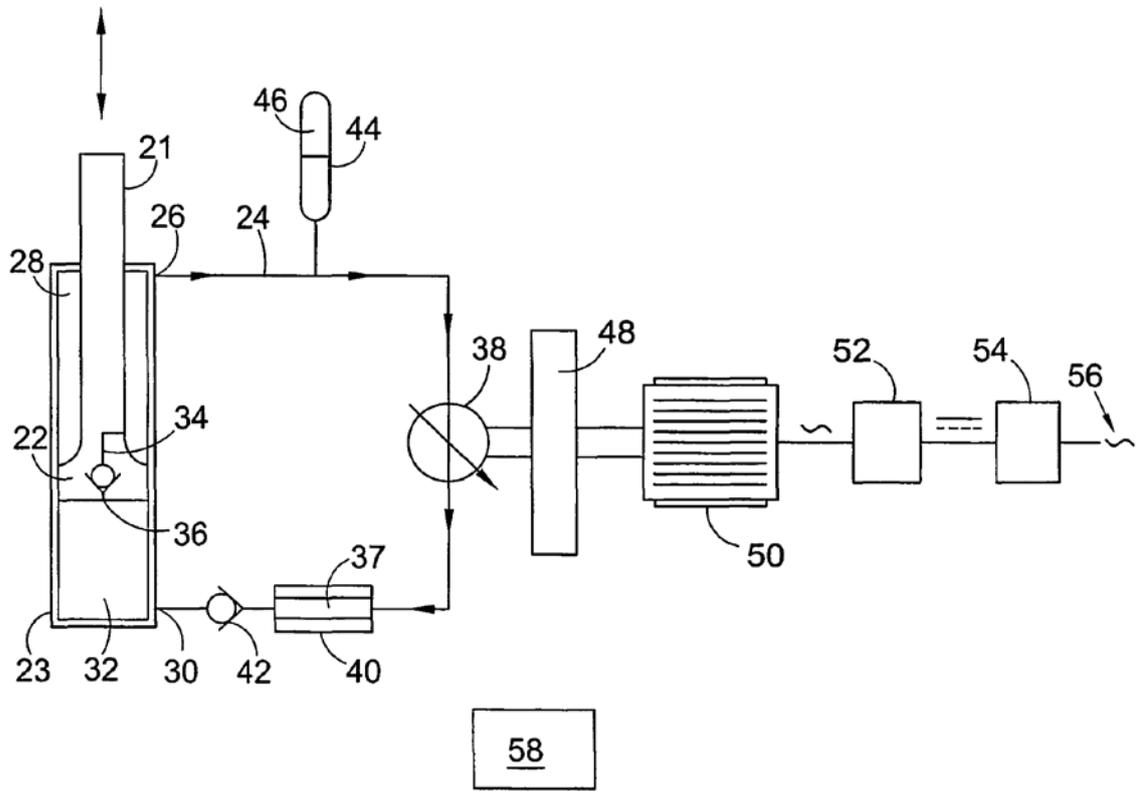


Fig. 5

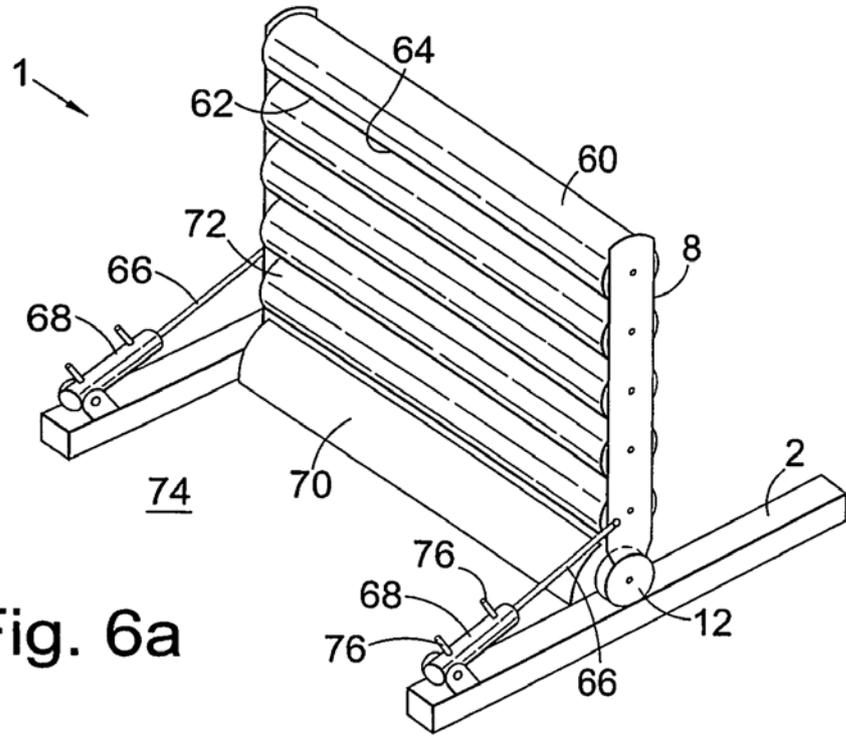


Fig. 6a

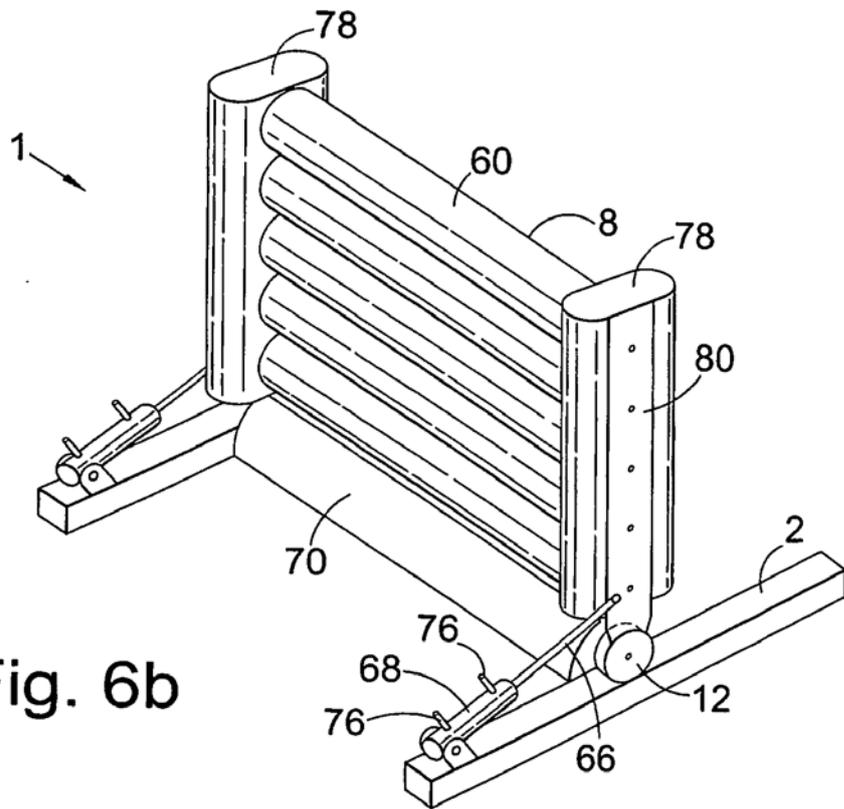


Fig. 6b

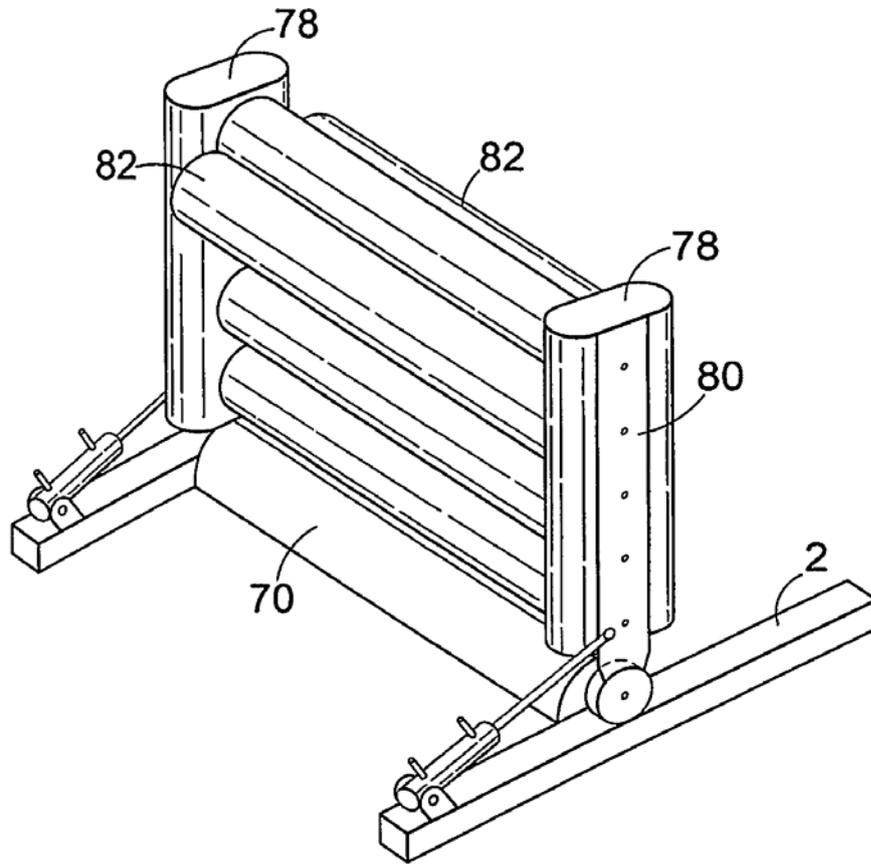


Fig. 6c

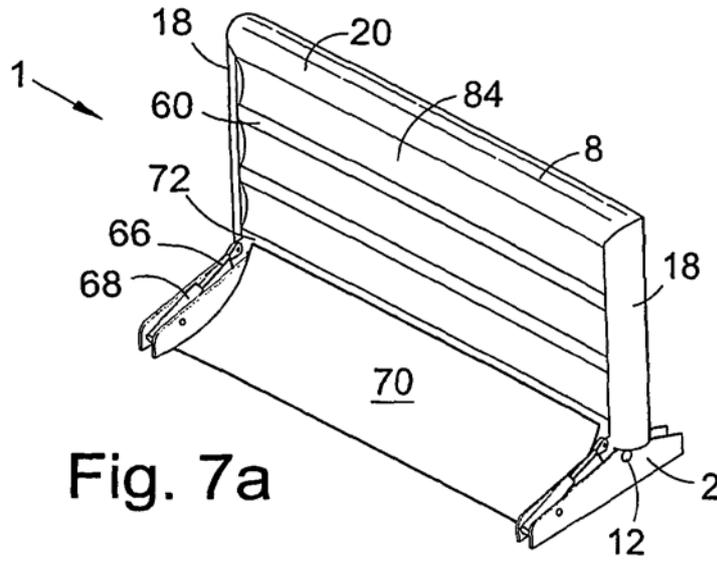


Fig. 7a

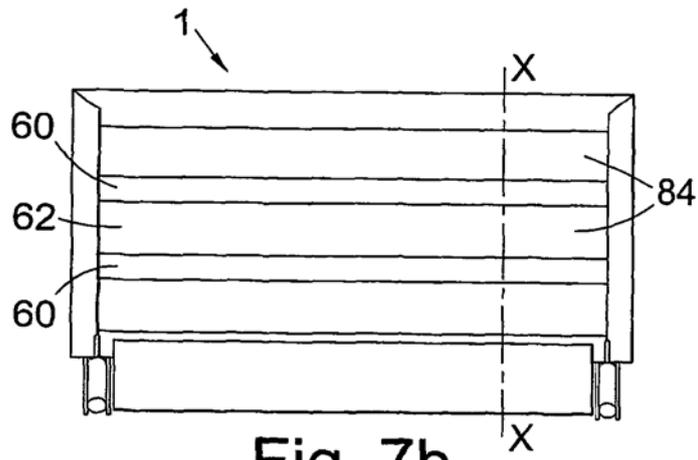


Fig. 7b

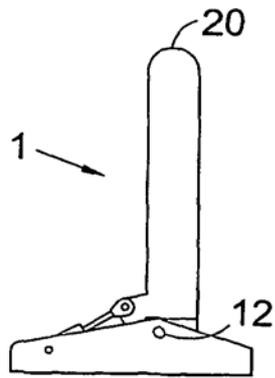


Fig. 7c

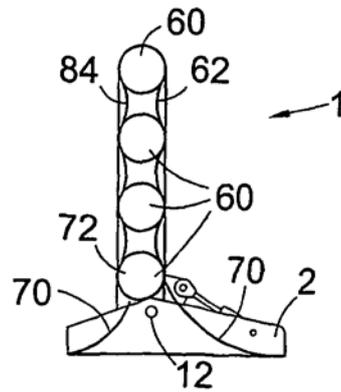


Fig. 7d