

①9



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



①1 Número de publicación: **2 354 097**

②1 Número de solicitud: 200901762

⑤1 Int. Cl.:  
**F03B 13/20** (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

④2 Fecha de presentación: **11.08.2009**

④3 Fecha de publicación de la solicitud: **10.03.2011**

④3 Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**10.03.2011**

⑦1 Solicitante/s: **NORVENTO, S.L**  
c/ **Ribadeo, nº 2 – Entlo.**  
**27002 Lugo, ES**

⑦2 Inventor/es: **Ribas Cadle, Juan y**  
**López Roibás, Gerardo**

⑦4 Agente: **Urizar Anasagasti, José Antonio**

⑤4 Título: **Aparato convertidor de la energía de las olas del mar en energía utilizable.**

⑤7 Resumen:

Aparato convertidor de la energía de las olas del mar en energía utilizable.

Un aparato convertidor de la energía de las olas del mar en energía eléctrica, mediante el cual el movimiento angular de una serie de flotadores o pétalos de longitud corta se transfiere a generadores eléctricos que alimentan la red eléctrica.

ES 2 354 097 A1

## DESCRIPCIÓN

Aparato convertidor de la energía de las olas del mar en energía utilizable.

### 5 Objeto

La invención se refiere a un sistema de extracción de energía del océano, más particularmente a un aparato convertidor de la energía de las olas del mar en energía eléctrica, mediante el cual el movimiento angular de una serie de flotadores o pétalos de longitud corta se transfiere a generadores eléctricos que alimentan la red eléctrica.

10

### Antecedentes de la invención

En el aprovechamiento de la energía de las olas los sistemas se pueden dividir en diferentes grupos básicos de sistemas de recogida: seguidores de contorno, absorbedores de punto, sistemas por rebase, columnas oscilantes de agua, y otros.

15

Los absorbedores de punto (por ejemplo la boya de OPT) utilizan el efecto antena para aumentar la captura energética cuando el dispositivo está sintonizado por sus características de masa, muelle y amortiguación. Generalmente este tipo de dispositivo utiliza movimientos verticales de un cuerpo de menos de 7 metros en diámetro para obtener energía. Este tipo de comportamiento se relaciona con un espectro de captura estrecho.

20

Los seguidores de contorno (el caso genérico es la "Balsa de Cockerell") utilizan movimientos angulares de cuerpos más largos para obtener su energía. El espectro de captura donde el sistema se sintoniza con el oleaje suele ser más amplio que en los absorbedores de punto. Al sintonizarse con el oleaje incidente, el sistema responde con amplitud máxima, consiguiéndose de esa manera maximizar la captura energética. Estos sistemas son más grandes y tienen la desventaja respecto a los absorbedores de punto de que tienen que orientarse en la dirección de la ola predominante.

25

Los tipos de sistemas anteriores presentan cada uno el inconveniente de: o bien sintonizarse con la ola en un punto con movimientos lineales con un rango frecuencial de captura estrecho, o bien requerir orientarse en la dirección predominante de las olas. Es, por tanto, de interés proveer un sistema que permita aprovechar las ventajas de los absorbedores de punto y de los seguidores de contorno reduciendo los inconvenientes mencionados.

30

Un sistema tal que cumpla esto se describe a continuación.

### 35 Descripción de la invención

El aparato de la invención es un sistema intermedio entre los dos tipos anteriormente mencionados, tiene características de absorbedor de punto (sistema que recoge la energía en un punto de la ola sintonizándose a la frecuencia de la ola para utilizar el efecto antena) y también tiene aspectos de seguidor de contorno (sistema con flotadores y bisagras que sigue el contorno de la superficie y extrae energía de los movimientos relativos entre diversos componentes). Esto permite absorber la energía de las olas más largas sin que la orientación del dispositivo hacia a la dirección de las olas sea un factor determinante.

40

El aparato de la invención contiene dos componentes básicos: el primero es una estructura central que soporta una serie de pétalos móviles orientados de forma radial y contiene el sistema de generación de electricidad, el segundo componente son los pétalos que van orientados de forma radial en la parte superior de la estructura. El movimiento angular relativo entre los pétalos y la estructura central se transmite por medio de un acoplamiento mecánico a un sistema de generación de energía eléctrica contenido en la estructura central.

45

Los pétalos van acoplados a la estructura central de forma que se mueven de forma rotacional respecto a una unión en forma de bisagra con eje horizontal, situado en la unión de cada pétalo con la estructura central. Esquemáticamente, los pétalos realizan movimientos de ascenso y descenso en dirección esencialmente paralela, al menos para pequeños giros, al eje longitudinal de la estructura central, que es vertical. Estos pétalos tienen una forma semi redondeada con cantos rectos en los puntos de acoplamiento a las bisagras. El volumen y grosor de cada pétalo disminuye cerca de la bisagra para disminuir los esfuerzos cortantes impuestos por la flotación del pétalo sobre la bisagra y aumentar los esfuerzos transmitidos a los generadores lineales.

50

55

Aunque se puede construir el pétalo completamente en acero naval, se considera hacerlo en goma, hypalon u otro elastómero, salvo la parte más próxima a la bisagra, donde se concentran los esfuerzos. Esto proporciona flexibilidad ante las olas y minimiza los impactos.

60

Para aumentar la inercia de los pétalos, están provistos de unos compartimentos que se pueden llenar de agua, lo que permite hundirlos hasta el nivel deseado y así sintonizar su movimiento al espectro energético del mar. La posición de estos compartimentos o tanques tiene su centro de gravedad entre el centro y el pico extremo (el más alejado de la bisagra) de los pétalos con objeto de aumentar la matriz de inercia y reducir la frecuencia natural de oscilación de los pétalos. Para dar flotación y forma se pueden llenar los espacios restantes de aire a presión, de forma parecida a las embarcaciones semi-rígidas.

65

## ES 2 354 097 A1

La función básica de los pétalos es responder ante las variaciones de cota de la superficie del mar con movimientos angulares de ascenso-descenso para transmitir esfuerzo a una serie de generadores eléctricos lineales y convertirlo en energía eléctrica.

5 La estructura central es de un material rígido como acero naval o en algún caso aluminio. En la parte inferior tiene un plato reforzado de entre 8 y 20 metros de diámetro que se utiliza para aumentar la masa añadida y el amortiguamiento hidrodinámico. Esta pieza ralentiza los movimientos lo suficiente como para tratar la estructura central como sistema inercial y así obtener movimientos angulares relativos respecto de ella en los pétalos, para su posterior conversión en energía.

10 La estructura central consta de dos partes: una parte tubular inferior que va conectada al plato de fondo, y una pirámide invertida de tubos que soporta los pétalos. La parte inferior consiste en un tubo vertical de entre 0.5 y 2.5 metros de diámetro y una longitud que llega desde la base (sumergida entre 10 y 20 metros) y hasta el 50-80% del calado de dicha estructura. Dentro de este tubo se instala el sistema de generación de energía eléctrica, los circuitos y parte del lastre.

15 Una estructura de tubos en forma piramidal invertida conecta la parte tubular inferior de la estructura central con los ejes de los pétalos. Esta estructura tiene que tener la máxima resistencia mecánica y mínima superficie exterior para evitar el reflejo y la dispersión de la energía de las olas ya que está en la parte de máxima concentración energética.

20 Los ejes de los pétalos están situados en un mismo plano, idealmente horizontal, y forman en conjunto una línea poligonal virtual; en ellos se unen físicamente los pétalos a la estructura central, formando una articulación entre la estructura central y el pétalo. En la realización preferente forman un cuadrado en la parte superior de la estructura central. Cada eje soporta los elementos de rodadura, que en la realización preferente se conciben como rodamientos de contacto angular, por su gran capacidad para soportar carga radial al mismo tiempo que una carga axial menor aunque no despreciable.

25 Los rodamientos están conectados a una estructura reforzada en la base de los pétalos por medio de amortiguadores que reducen la concentración de esfuerzos permitiendo flexibilidad en la unión sin introducir ninguna fricción adicional.

30 La energía de los pétalos se transfiere por medio de un acoplamiento mecánico al sistema de generación de energía eléctrica localizado en la base de la estructura central. En la realización preferente se transfiere el movimiento hasta el sistema de generación de energía eléctrica con un sistema biela-manivela, utilizando una viga horizontal conectada rígidamente al pétalo que hace de manivela, la cual cruza hasta un punto de articulación con una viga vertical, que hace de biela, y que se une mediante una articulación al sistema de generación de energía eléctrica. Esta combinación permite convertir el movimiento angular del pétalo en movimiento de traslación en la estructura central, que es aprovechado por los sistemas de generación de energía eléctrica, de los que hay uno por cada pétalo.

35 En la realización preferente el sistema de generación de energía eléctrica es un generador eléctrico lineal. La parte móvil del generador lineal se encuentra unida mediante una articulación a la viga vertical o biela. Se aprovecha el movimiento relativo entre la parte móvil y la parte fija del generador eléctrico lineal para la generación de electricidad. Un sistema alternativo sería mediante un sistema hidráulico. En este caso la viga vertical o biela se encuentra unida, mediante una articulación, al vástago del cilindro hidráulico. El movimiento de traslación vertical de la biela se transmite al vástago que impulsa el fluido de trabajo. Las variaciones de presión en este fluido de trabajo son aprovechadas para generar energía eléctrica.

40 Se definen dos modos de operación del sistema. El modo normal, en el cual es capaz de extraer energía del oleaje y convertirla en eléctrica, y el modo de supervivencia, que se activa cuando las condiciones del mar son especialmente severas para garantizar la seguridad del dispositivo ante las grandes cargas mecánicas que suponen las olas en dichas condiciones del mar. Durante el funcionamiento en modo normal de operación, las vigas horizontales que se unen a los pétalos haciendo de manivelas se encuentran rígidamente acopladas a éstos, girando ambos solidariamente alrededor del eje de giro del pétalo mediante algún tipo de enclavamiento mecánico. Las vigas verticales, que hacen de bielas, se encuentran unidas a las manivelas mediante una unión articulada que permite el giro relativo de ambos componentes, y transmiten un movimiento de traslación vertical a los trasladores del sistema de generación de energía eléctrica, al que están unidas mediante una articulación. Durante la operación en modo de supervivencia, la unión entre la manivela y el pétalo se reconfigura, desacoplándose el giro entre estos dos componentes mediante la apertura del enclavamiento mecánico. Para ello, un actuador hidráulico lineal acoplado entre el pétalo y la manivela se usa para actuar sobre el repliegue de los pétalos. De este modo los pétalos pueden rotar hasta que las cuatro puntas estén en contacto, minimizando de esta manera la interacción entre el oleaje y el dispositivo y asegurando por tanto la supervivencia de éste. Los pétalos pueden ser de material elastómero o estar recubiertos de éste, por lo que no hay riesgo de daño por contacto entre ellos.

45 La viga vertical o biela penetra en la estructura central y va aislada del exterior por medio de un sistema de sellado que permita su movimiento, que sea resistente al ambiente marino y a fatiga, y que mantenga la estanqueidad, evitando tanto como sea posible la entrada de agua y aire húmedo.

## ES 2 354 097 A1

En el caso de la realización preferente, que emplea generadores eléctricos lineales, un sistema alternativo de transferir el esfuerzo a los generadores lineales es por medio de cables bajo tensión. A la parte móvil del generador lineal se le añade un peso para mantener la tensión mecánica en el cable de forma que el sistema pueda generar energía eléctrica para ambos sentidos de giro del pétalo. El cable pasa por una polea situada con cota superior a la de posición más alta de la viga con función de manivela. Esto permite invertir la dirección de los esfuerzos para asegurar que los movimientos hacia arriba de los pétalos (que hacen la máxima fuerza por su volumen de desplazamiento) hagan que el cable trabaje bajo tensión. El orificio de entrada del cable se encuentra sellado mediante un sistema que permita el deslizamiento del cable, sea resistente al ambiente marino, a fatiga y mantenga la estanqueidad.

La invención también se puede combinar con sistemas de eólica marina utilizando el poste central como referencia inercial. Esto se puede llevar a cabo tanto en los sistemas eólicos flotantes como los sistemas cimentados. En el caso de un sistema flotante la estructura que soporta los ejes respecto de los cuales giran los pétalos se fijan al poste central del generador. En los dos casos los generadores lineales van por encima del agua con la parte móvil del generador conectada a la parte superior del pétalo. El sistema utiliza un sistema de sellado para proteger el sistema de generación de energía eléctrica.

En el caso de un sistema eólico cimentado, requiere raíles verticales con cojinetes para poder desplazar el centro de rodamiento hasta el nivel medio del agua, que es cambiante con las mareas. Este ajuste permite mantener el convertidor en su configuración a pesar de cambios del nivel del agua, y se puede materializar de distintas maneras. El punto de unión superior entre el sistema de generación de energía eléctrica y el poste central del generador también se mueve por raíles y va acoplado a los rodamientos por medio de una viga de unión para mantener el sistema de generación de energía eléctrica y el pétalo acoplados con posibilidad de subir y bajar con las mareas. El sistema también sirve para sacar el sistema del agua como estrategia de supervivencia en tormentas o para llevar a cabo mantenimiento en seco.

El aparato convertidor en su variante de transmisión de esfuerzos mediante cables bajo tensión también se puede combinar con sistemas eólicos marinos tanto cimentados como flotantes. En el caso de un sistema eólico flotante los pétalos están apoyados sobre una estructura fijada al poste del sistema eólico. El cable tensionado entra en el interior del poste a través de unos orificios sellados mediante un sistema que permita el deslizamiento del cable, sea resistente al ambiente marino, a fatiga y mantenga la estanqueidad. El cable pasa por unas poleas situadas por encima de los pétalos que transmiten el movimiento de los cables al generador lineal. En el interior del poste se encuentran las partes móviles del generador lineal y los pesos necesarios para mantener el cable tensionado.

En el caso de un sistema eólico cimentado la estructura de soporte de los pétalos se encuentra unida al poste del sistema eólico mediante unos cojinetes apoyados sobre raíles fijos al mástil y que se pueden desplazar verticalmente para compensar los cambios en el nivel medio del agua debidos a las mareas. De esta forma los pétalos se pueden desplazar verticalmente para ajustar su posición a los cambios de marea.

### Breve descripción de los dibujos

Para una mejor comprensión del aparato conversor de energía, se describirá a continuación una realización preferente del mismo con la ayuda de los dibujos acompañantes en los que, con carácter orientativo y no limitativo, se representa lo siguiente:

- La Figura 1 muestra esquemáticamente una sección longitudinal del sistema con los sistemas básicos: los pétalos para los movimientos del mar, el mecanismo para transferir el esfuerzo, y los generadores lineales.

- La Figura 2 muestra esquemáticamente una sección longitudinal del sistema alternativo que emplea un sistema hidráulico para la generación de energía eléctrica.

- La Figura 3 muestra una vista en planta del aparato conversor con cuatro pétalos y el plato de base.

- La Figura 4 muestra el convertidor de energía undimotriz en modo de supervivencia con los pétalos en alto y el cuerpo semi-hundido.

- La Figura 5 muestra variaciones del número de pétalos que puede utilizar el sistema.

- La Figura 6 muestra una variación en la forma del pétalo eliminando volumen cerca de la bisagra para disminuir el esfuerzo cortante y aumentar el esfuerzo transferido a los generadores lineales.

- La Figura 7 muestra una variación en la forma del pétalo aumentando el volumen en el extremo para aumentar la inercia y sintonizar el sistema a las frecuencias más bajas del oleaje. La curvatura cóncava en la parte inferior también aumenta la masa añadida y transfiere más presión al pétalo.

- La Figura 8 muestra la sección central del convertidor con sus componentes principales.

- La Figura 9 muestra una sección en planta de los ejes, rodamientos y amortiguadores que acoplan los pétalos a la sección central.

## ES 2 354 097 A1

- La Figura 10 muestra el sistema de transferencia de movimiento desde los pétalos hasta los generadores lineales.

- La Figura 11 muestra un sistema alternativo de transferir el esfuerzo a los generadores lineales. En vez de utilizar una viga para transferir el esfuerzo en ambas direcciones se conecta el generador por medio de un cable en tensión mantenido por un peso adicional en la parte móvil del generador lineal.

- La Figura 12 muestra el acoplamiento del sistema a diferentes sistemas de eólica marina. En el caso del tener un aerogenerador de estructura flotante el sistema de extracción de energía de las olas va fijo a la línea de flotación, en el caso del sistema cimentado el sistema de extracción de energía de las olas se ha de poder desplazar verticalmente para compensar el cambio de nivel medio del agua por mareas u otros.

- La Figura 13 muestra detalles del sistema deslizante, mediante el cual se puede ajustar la altura del sistema de extracción de energía de las olas a la posición óptima para cada nivel del mar.

- Las Figuras 14a y 14b muestran el acoplamiento del sistema, en su variante con cables tensionados, a diferentes sistemas de eólica marina. En el caso del sistema flotante la estructura de soporte de los pétalos va fija a la línea de flotación y en el caso del sistema cimentado se desplaza verticalmente.

- La Figura 15 muestra detalles del sistema de deslizamiento vertical de la estructura de soporte de los pétalos para ajustar la posición de los mismos al nivel medio del mar en el caso de aerogenerador de estructura cimentada.

### Descripción detallada de una realización preferente de la invención

Para facilitar la comprensión de esta descripción detallada de la invención, se indica a continuación el significado de las referencias numéricas en las Figuras 1-15:

1. Pétalos para recoger las variaciones de presión de las olas y convertirlo en movimiento angular.
101. Recorte en el pétalo para reducir el área que cruza la superficie libre cerca de la bisagra. Esto permite reducir los esfuerzos cortantes en la bisagra sin sacrificar el momento angular que se utiliza para generar energía.
102. Cantos rectos en la parte cercana al eje del pétalo.
103. Punto donde los pétalos se tocan en modo de supervivencia.
104. Sección rígida en forma de tubo con brazos para agarra la sección flexible. Éste tiene la función de soportar los amortiguadores y los rodamientos.
105. Compartimentos de agua para aumentar la inercia del pétalo para acoplar su dinámica a la dinámica de las olas.
106. Curva cóncava en la parte inferior del pétalo para aumentar la masa añadida y mejorar la captura energética.
107. Cubierta o parte superior del pétalo.
2. Estructura de soporte de bajo impacto ante las olas.
201. Tubo central que contiene los generadores y todos los componentes básicos de generación incluyendo circuitos de control y sistemas para monitorear las condiciones de funcionamiento.
202. Estructura superior con tubos angulares para conectar los ejes de rotación de los pétalos al tubo central.
3. Viga vertical o biela que transfiere el esfuerzo a los generadores eléctricos lineales.
4. Generadores lineales, localizados en la parte baja de la estructura de soporte para funcionar como lastre.
401. Parte móvil del generador lineal.
5. Punto de unión entre la viga horizontal o manivela y el pétalo. La unión es rígida en el modo normal de operación y articulada en el modo de supervivencia.
6. Unión articulada entre la viga vertical o biela y el generador eléctrico lineal.
7. Eje de rotación del pétalo respecto a la estructura superior.

## ES 2 354 097 A1

8. Viga horizontal o manivela para transferir el movimiento del pétalo a la viga vertical. Puede estar curvado para minimizar la resistencia hidrodinámica.
9. Cilindro hidráulico que recoge los pétalos durante el modo de supervivencia.
- 5 10. Punto de giro entre viga vertical y viga horizontal.
11. Sistema de sellado.
- 10 11b. Sistema de sellado para el sistema acoplado con sistemas eólicos marinos.
12. Plato reforzado para aumentar la masa añadida, el frenado hidrodinámico y minimiza los movimientos de la sección central.
- 15 13. Sistema hidráulico para generación de energía hidráulica.
1301. Vástago del cilindro hidráulico.
14. Lastre para mejorar la estabilidad.
- 20 15. Estructura cuadrada en la versión preferida de los cuatro ejes.
16. Punto de ensanchamiento de los ejes para fijar el eje ante los esfuerzos cortantes y axiales.
- 25 17. Rodamiento a un ángulo oblicuo al eje de rotación.
18. Canto angular en el punto de ensanchamiento.
19. Amortiguador que transfiere el movimiento a los rodamientos desde la sección rígida.
- 30 20. Cables bajo tensión para transferir el movimiento en una versión alternativa de la invención.
21. Sistema de sellado para sellar el orificio de entrada del cable del exterior.
- 35 21b. Sistema de sellado para el sistema acoplado con sistemas eólicos marinos.
22. Polea alta para transferir movimiento al cable.
23. Masa en la parte móvil del generador lineal para mantener el cable bajo tensión.
- 40 24. Sistema eólico marino flotante.
25. Sistema eólico marino cimentado.
- 45 26. Estructura de soporte de los ejes respecto a los cuales giran los pétalos.
27. Punto de acoplamiento entre los sistemas de generación de energía eléctrica y el poste del generador.
28. Sistema de generación de energía eléctrica.
- 50 2801. Traslátor del sistema de generación de energía eléctrica.
29. Raíles verticales para poder mover el sistema verticalmente sobre poste fijo.
- 55 30. Cojinetes para poder desplazar los pétalos.
31. Raíles verticales para soportar el generador lineal.
32. Viga de unión para mantener separación entre la bisagra del pétalo y el extremo de los generadores lineales.
- 60 33. Cojinetes para poder desplazar el extremo superior del sistema de generación de energía eléctrica.
34. Cojinetes apoyados sobre raíles fijos al poste y que permiten el desplazamiento vertical.
- 65 35. Raíles verticales para poder mover el sistema verticalmente sobre poste fijo.

## ES 2 354 097 A1

El aparato convertidor de energía de olas es una estructura flotante formado por dos componentes básicos: los pétalos (1) y la estructura central (2) que contiene el sistema de generación y actúa como sistema inercial para obtener movimiento relativo respecto de los pétalos, para luego transmitir energía por medio de un acoplamiento mecánico al sistema de generación de energía eléctrica.

Los pétalos van acoplados a la estructura de tal forma que pueden rotar (7) respecto a la estructura central. Estos pétalos tienen una forma semi redondeada (ver Figura 3) con cantos rectos en los puntos de acoplamiento (102) a las bisagras. El volumen del pétalo disminuye cerca de la bisagra (101) para disminuir los esfuerzos cortantes y aumentar los esfuerzos transmitidos al sistema de generación de energía eléctrica.

La forma y configuración de los pétalos presentan varias posibilidades. Aunque en la versión preferida se utilizan cuatro pétalos, es posible utilizar distintas configuraciones. La misma invención se puede aplicar a diferentes números de pétalos (ver Figura 5). La forma se puede modificar para reducir el volumen cerca de la bisagra (101) y reducir el área de casco que cruza la superficie libre en este punto. De esta forma se reducen los esfuerzos cortantes en el eje sin sacrificar momento de esfuerzo contra los generadores lineales. La parte (101) cercana al eje se fabrica de un material rígido para poder llevar las concentraciones de esfuerzo que imponen el resto del pétalo con esta forma.

Para aumentar la inercia de los pétalos, se llenan compartimentos de agua (106), esto permite hundirlos hasta el nivel deseado y así sintonizar su movimiento al espectro energético del mar. La posición de estos compartimentos o tanques tiene su centro de gravedad entre el centro y el pico extremo (el más alejado de la articulación) de los pétalos con objeto de aumentar los componentes de la matriz de inercia y reducir la frecuencia natural de los pétalos. La curvatura cóncava (107) en la parte inferior también aumenta la masa añadida de agua para transferir más presión al pétalo.

La estructura central (2) es de un material rígido como acero naval o en algún caso aluminio o composite. En la parte inferior tiene un plato reforzado (12) de entre 8 y 20 metros de diámetro que se utiliza para aumentar la masa añadida y el amortiguamiento hidrodinámico en dirección vertical. Esta pieza ralentiza los movimientos lo suficiente como para tratar la pieza como referencia inercial y así obtener movimientos angulares relativos que se convierten en energía.

Conectado al plato de fondo la sección central tiene un tubo vertical (201) de entre 0.5 y 2.5 metros de diámetro y una longitud que llega desde la base hasta un punto situado entre 0.5-0.8 veces esta longitud de distancia hasta la superficie. Dentro de este tubo se instala el sistema de generación de energía eléctrica, los circuitos y parte del lastre (14).

Una estructura de tubos colocados en ángulo (202) conecta la sección central con los ejes de los pétalos. Esta estructura tiene que tener la máxima resistencia y un mínimo efecto sobre las olas ya que está en la parte de máxima concentración de energía.

Los ejes en la versión preferida forman un cuadrado (15) en la parte superior de la estructura central. Cada eje tiene dos puntos de ensanchamiento donde se emplazan los rodamientos de contacto angular (16) que sirven para poder llevar los esfuerzos cortantes. Los rodamientos de los ejes (17) se adaptan a los cantos del ensanchamiento (18) para poder resistir cargas en la dirección axial.

Los rodamientos están conectados a los cascos por medio de una serie de amortiguadores (19) que reducen la concentración de esfuerzos permitiendo flexibilidad en la unión sin introducir ninguna fricción adicional.

La energía que los pétalos absorben del mar se transfiere por medio de un acoplamiento mecánico al sistema de generación de energía eléctrica (4) localizado en la base de la estructura central. En la realización preferente se transfiere el movimiento hasta el sistema de generación de energía eléctrica con un sistema biela-manivela, utilizando una viga horizontal (8) unida rígidamente (5) al pétalo que hace de manivela, la cual cruza hasta un punto de articulación (10) con una viga vertical (3), que hace de biela, y que a su vez se une mediante una articulación (6) al sistema de generación de energía eléctrica. Esta combinación permite convertir el movimiento angular del pétalo en movimiento de traslación en la estructura central, que es aprovechado por el sistema de generación de energía eléctrica, de los que hay uno por cada pétalo. La viga horizontal puede estar curvada hacia arriba para disminuir la resistencia hidrodinámica a su movimiento de balanceo, ya que puede cruzar frecuentemente la superficie libre.

En la realización preferente el sistema de generación de energía eléctrica es un generador eléctrico lineal (4). La parte móvil del generador lineal (401) se encuentra unida mediante una articulación (6) a la viga vertical o biela (3). Se aprovecha el movimiento relativo entre la parte móvil y la parte fija del generador eléctrico lineal para la generación de electricidad. Un sistema alternativo sería mediante un sistema hidráulico (13). En este caso la viga vertical o biela (3) se encuentra unida, mediante una articulación (6), al vástago del cilindro hidráulico (1301). El movimiento de traslación vertical de la biela se transmite al vástago que impulsa el fluido de trabajo. Las variaciones de presión en este fluido de trabajo son aprovechadas para generar energía eléctrica.

La viga vertical o biela penetra en la estructura central y va aislada del exterior por medio de un sistema de sellado (11) que permita su movimiento, que sea resistente al ambiente marino y a fatiga, y que mantenga la estanqueidad, evitando tanto como sea posible la entrada de agua y aire húmedo.

## ES 2 354 097 A1

Durante el funcionamiento en modo normal de operación, las vigas horizontales (8) que se unen a los pétalos (1) haciendo de manivelas se encuentran rígidamente acopladas (5) a éstos, girando ambos solidariamente alrededor del eje de giro del pétalo (7) mediante algún tipo de enclavamiento mecánico. Las vigas verticales (3), que hacen de bielas, se encuentran unidas a las manivelas mediante una unión articulada (10) que permite el giro relativo de ambos componentes, y transmiten un movimiento de traslación vertical a los traslatores del sistema de generación de energía eléctrica, al que están unidas mediante una articulación (6). Durante la operación en modo de supervivencia, la unión entre la manivela y el pétalo (5) se reconfigura, desacoplándose el giro entre estos dos componentes mediante la apertura del enclavamiento mecánico. De este modo los pétalos pueden rotar hasta que las cuatro puntas estén en contacto (103), minimizando de esta manera la interacción entre el oleaje y el dispositivo y asegurando por tanto la supervivencia de éste. Los pétalos pueden ser de material elastómero o estar recubiertos de éste, por lo que no hay riesgo de daño por contacto entre ellos.

En el caso de la realización preferente, que emplea generadores eléctricos lineales, un sistema alternativo de transferir el esfuerzo a los generadores lineales es por medio de cables bajo tensión (20) en vez de utilizar una viga para transferir el esfuerzo en ambas direcciones. A la parte móvil del generador eléctrico lineal se le añade un peso (23) para mantener la tensión mecánica y que el sistema pueda generar energía eléctrica para ambos sentidos de giro del pétalo. El cable pasa por una polea (22) situada con cota superior a la de posición más alta de la viga con función de manivela. Esto permite invertir la dirección de los esfuerzos para asegurar que los movimientos hacia arriba de los pétalos (que hacen la máxima fuerza por su volumen de desplazamiento) hagan que el cable trabaje bajo tensión. Un sistema de sellado (21) protege el generador eléctrico lineal.

El dispositivo de la invención también se puede combinar con sistemas de eólica marina utilizando el poste central del aerogenerador como referencia inercial. Esto se puede llevar a cabo tanto en los sistemas flotantes de aerogeneración (24) como en los sistemas cimentados (25). En el caso de un sistema flotante la estructura de soporte de los ejes respecto a los cuales giran los pétalos (26) se fijan directamente a la torre del aerogenerador, a la altura correspondiente a la línea de flotación de éste. El punto de acoplamiento de los sistemas de generación de energía eléctrica a la torre (27) es igualmente fijo. En los dos casos los sistemas de generación de energía eléctrica (28) van por encima del agua con el traslador de los sistemas de generación de energía eléctrica (2801) conectados a la parte superior del pétalo (108). El sistema utiliza un sistema de sellado (11b) para proteger el sistema de generación de energía eléctrica.

En el caso de un aerogenerador cimentado es necesario el uso de un sistema de posicionamiento para el sistema de captura de energía del oleaje. Este sistema hace uso de raíles verticales (29), distribuidos en la periferia de la torre del aerogenerador, sobre los que se hace la rodadura mediante deslizaderas u otro tipo de cojinetes, (30) para así poder desplazar el sistema hasta el nivel medio del agua, que es cambiante con las mareas. Dicha posición vertical está activamente controlada mediante un servomecanismo. Este ajuste permite mantener el convertidor en su configuración a pesar de cambios del nivel del agua, y se puede materializar de distintas maneras. El punto de unión superior entre el sistema de generación de energía eléctrica y el poste central del generador (33) también se mueve por raíles (31) y va acoplado a la estructura de soporte de los ejes de los pétalos por medio de una viga de unión (32). De esta manera el sistema de generación de energía eléctrica y la estructura de soporte del pétalo permanecen acoplados con posibilidad de subir y bajar con las mareas. Este sistema también sirve para sacar el sistema del agua como estrategia de supervivencia en tormentas, o bien para llevar a cabo mantenimiento en seco.

El aparato captador de energía del oleaje en su variante de transmisión de esfuerzos mediante cables bajo tensión también se puede combinar con sistemas eólicos marinos tanto flotantes (24) como cimentados (25). En el caso de un sistema flotante los pétalos tienen sus ejes soportados por una estructura que permanece fijada a la torre del aerogenerador. El cable tensionado (19) entra en el interior del poste a través de unos orificios sellados (21b) y pasa por unas poleas altas (22) que transmiten el movimiento de los cables al generador lineal. En el interior del poste se encuentran la parte móvil del generador eléctrico lineal (401) y los pesos (23) necesarios para mantener el cable tensionado.

En el caso de un aerogenerador cimentado al fondo del mar, la estructura de soporte de los pétalos se encuentra unida al poste del sistema eólico mediante un sistema que permite su posicionamiento en la dirección vertical. Dicho sistema se apoya a través de cojinetes (34) sobre raíles fijos al poste (35), lo que permite que se desplace verticalmente gracias a un servomecanismo. De esta forma los pétalos se pueden desplazar verticalmente para ajustar su posición a los cambios de marea.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Aparato flotante convertidor de la energía asociada a las olas del mar en energía eléctrica, **caracterizado** porque comprende:
- a. una estructura central de soporte (2) que tiene un eje longitudinal generalmente vertical y que además contiene un sistema de generación de electricidad;
  - 10 b. una pluralidad de estructuras móviles o pétalos (1) cada uno de ellos orientado de forma radial respecto a dicha estructura central (2) y acoplado de forma que puede moverse de forma rotacional respecto a ella, girando alrededor de un eje generalmente horizontal (7), formando el conjunto de los ejes de los pétalos un plano generalmente horizontal que permanece cercano a la línea de flotación del convertidor, transmitiéndose el movimiento rotacional inducido por el oleaje en los pétalos mediante un acoplamiento mecánico, situado en dicha estructura central de soporte, para así transformar un movimiento angular de 15 dichos pétalos en un movimiento longitudinal y poder transformar la energía asociada a dicho movimiento mediante un actuador lineal en energía.
- 20 2. Aparato convertidor de la energía del oleaje según reivindicación 1 en el cual el actuador lineal que transforma la energía proveniente del oleaje es una máquina eléctrica lineal (4).
3. Aparato convertidor de la energía del oleaje según reivindicación 1 en el cual el actuador lineal que transforma la energía proveniente del oleaje es de naturaleza hidráulica (13).
- 25 4. Aparato convertidor de la energía del oleaje según reivindicación 1 en el cual el acoplamiento mecánico del movimiento entre pétalos y actuador lineal se realiza con un sistema de manivela (8) y biela (3), estando la manivela unida rígidamente al pétalo (5) y unida por una articulación a la biela (10), estando dicha biela a su vez unida por una articulación (6) al actuador lineal, dicha combinación permitiendo convertir el movimiento oscilante angular del 30 pétalo en movimiento de oscilación vertical del actuador lineal.
5. Aparato convertidor de la energía del oleaje según reivindicación 1 en el cual el acoplamiento mecánico del movimiento entre pétalos y actuador lineal se realiza con un sistema de cables bajo tensión mecánica, estando la manivela (8) unida rígidamente al pétalo (5) y unida por un cable (20) a la máquina eléctrica lineal, manteniéndose la 35 tensión mecánica en el cable mediante un peso (23) situado en la parte inferior del actuador lineal, dicha combinación permitiendo convertir el movimiento oscilante angular del pétalo en movimiento de oscilación vertical del actuador lineal.
- 40 6. Aparato convertidor de la energía del oleaje según reivindicaciones 1 y 4 en el cual la penetración de la biela en el la parte tubular de la estructura central de soporte queda aislada del ambiente exterior mediante un sello (11) con una forma y composición del material tales que permitan su movimiento y que sea resistente al ambiente marino y a fatiga.
- 45 7. Aparato convertidor de la energía del oleaje según reivindicaciones 1 y 5 en el cual la penetración del cable tensionado en la parte tubular de la estructura central de soporte queda aislada del ambiente exterior mediante un sello (21) con una forma y composición del material tales que permitan su movimiento y que sea resistente al ambiente marino y a fatiga.
- 50 8. Aparato convertidor de la energía del oleaje según reivindicaciones 1 a 7 en el cual los actuadores lineales están localizados en la parte inferior de la estructura central de soporte (2) lastrando dicha estructura central.
- 55 9. Aparato convertidor de la energía del oleaje según reivindicaciones 1 a 8 en el cual el sistema puede cambiar su modo de operación normal (ver Figura 1) a uno de supervivencia (ver Figura 4), y que mediante el desacoplamiento del giro del pétalo (1) del giro de la manivela (5) permite actuar a un sistema auxiliar que repliega los pétalos hasta que los extremos de éstos más alejados de la estructura central (103) estén en contacto, con objeto de minimizar el efecto del oleaje sobre el conjunto.
- 60 10. Aparato convertidor de la energía del oleaje según reivindicaciones 1 a 9 en el que un actuador hidráulico lineal (9) acoplado entre cada pétalo (1) y la correspondiente manivela (5) se usa para actuar sobre el repliegue de los pétalos.
- 65 11. Aparato convertidor de la energía del oleaje según reivindicaciones 1 a 10 en el que dicha estructura central de soporte (2) está formada por un plato base de arrastre (12) en su parte inferior que la estabiliza en dirección vertical, un cuerpo tubular (201) unido a dicho plato base que aloja los mecanismos y dispositivos destinados a la conversión de energía, y un conjunto estructural de tubos en forma de pirámide invertida (202) que conecta dicho cuerpo tubular con los ejes (7) alrededor de los cuales giran los pétalos.

## ES 2 354 097 A1

12. Aparato convertidor de la energía del oleaje según reivindicaciones 1 a 10 en el cual se integra el cuerpo central de soporte (2) en la torre de un aerogenerador, ya sea cimentado o flotante, con objeto de obtener un sistema capaz de aprovechar la energía de las olas y del viento conjuntamente.

- 5 13. Aparato convertidor de la energía del oleaje y del viento según reivindicación 12 en el que la estructura del aerogenerador está cimentada en el fondo del mar, proveyéndose el convertidor de energía del oleaje de un sistema de posicionamiento vertical que lo desplaza a lo largo de una parte de la torre del aerogenerador (25) para así compensar las variaciones de nivel medio del mar causadas por las mareas.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

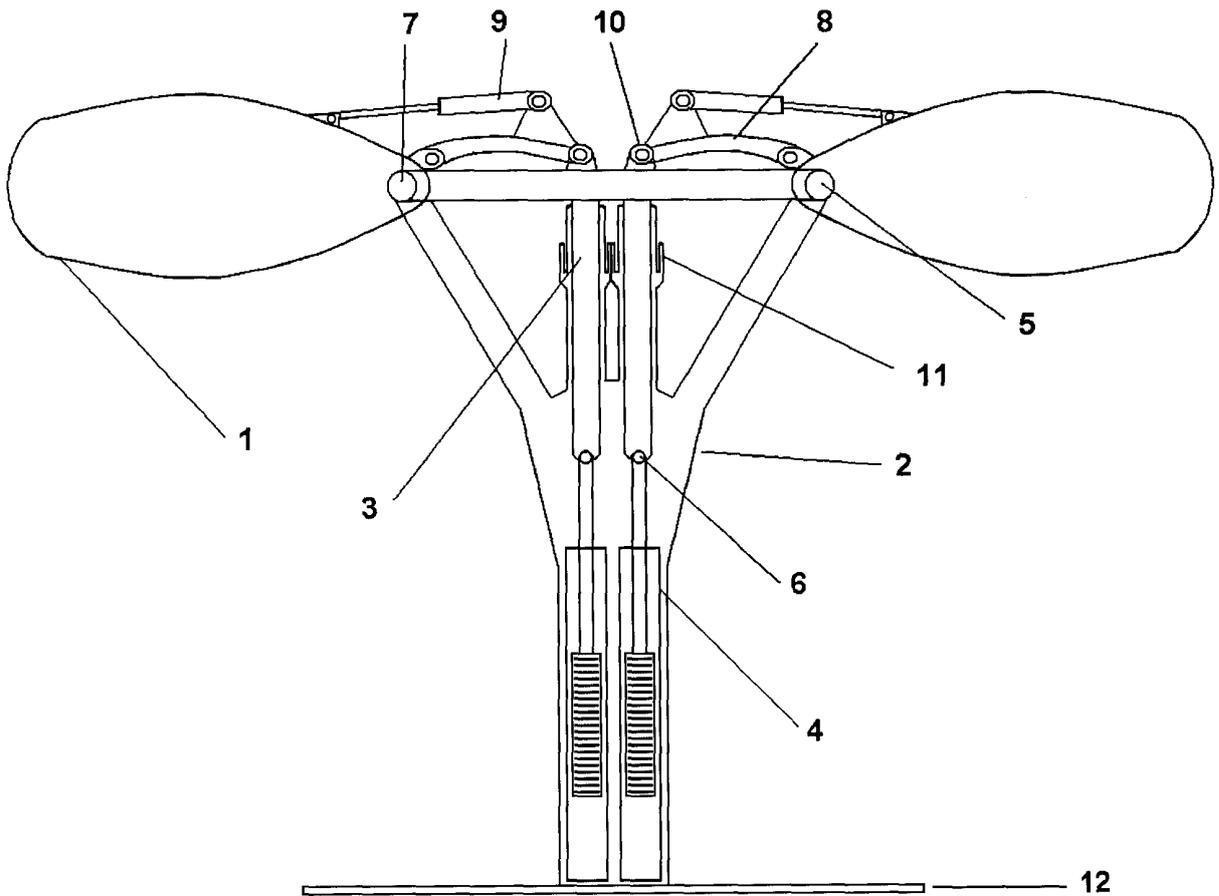
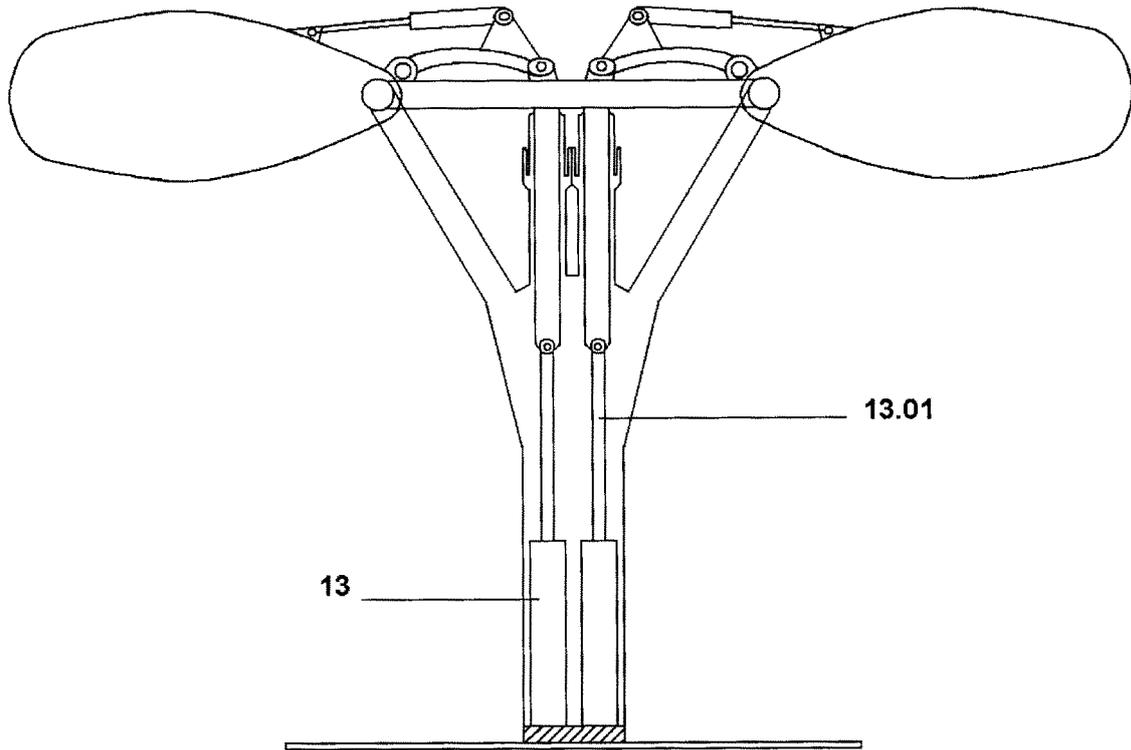
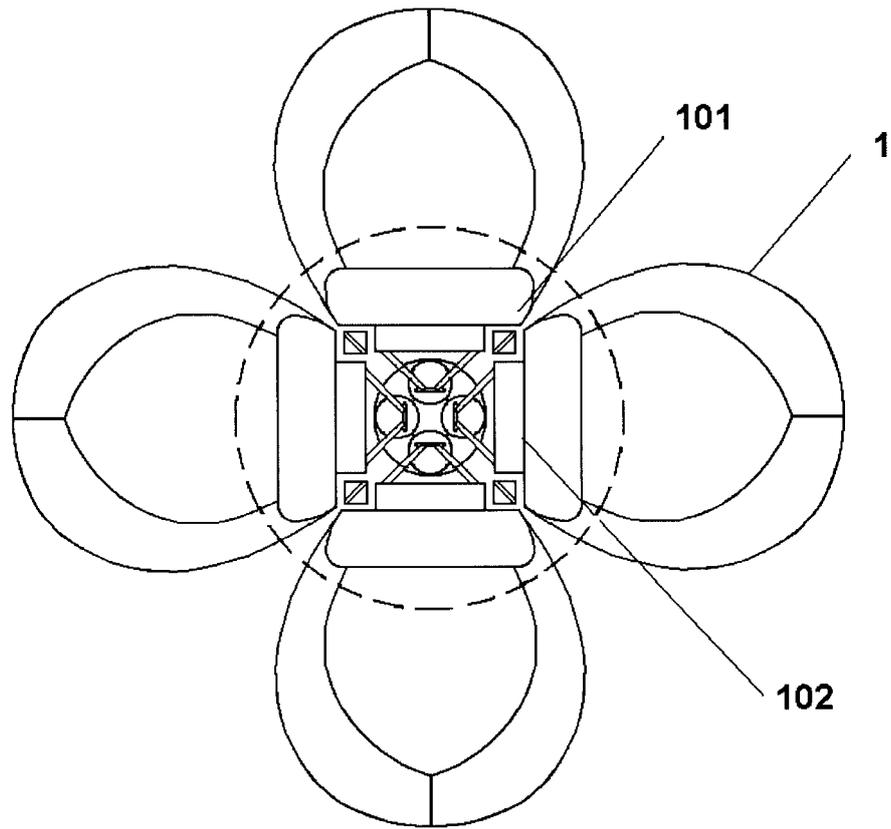


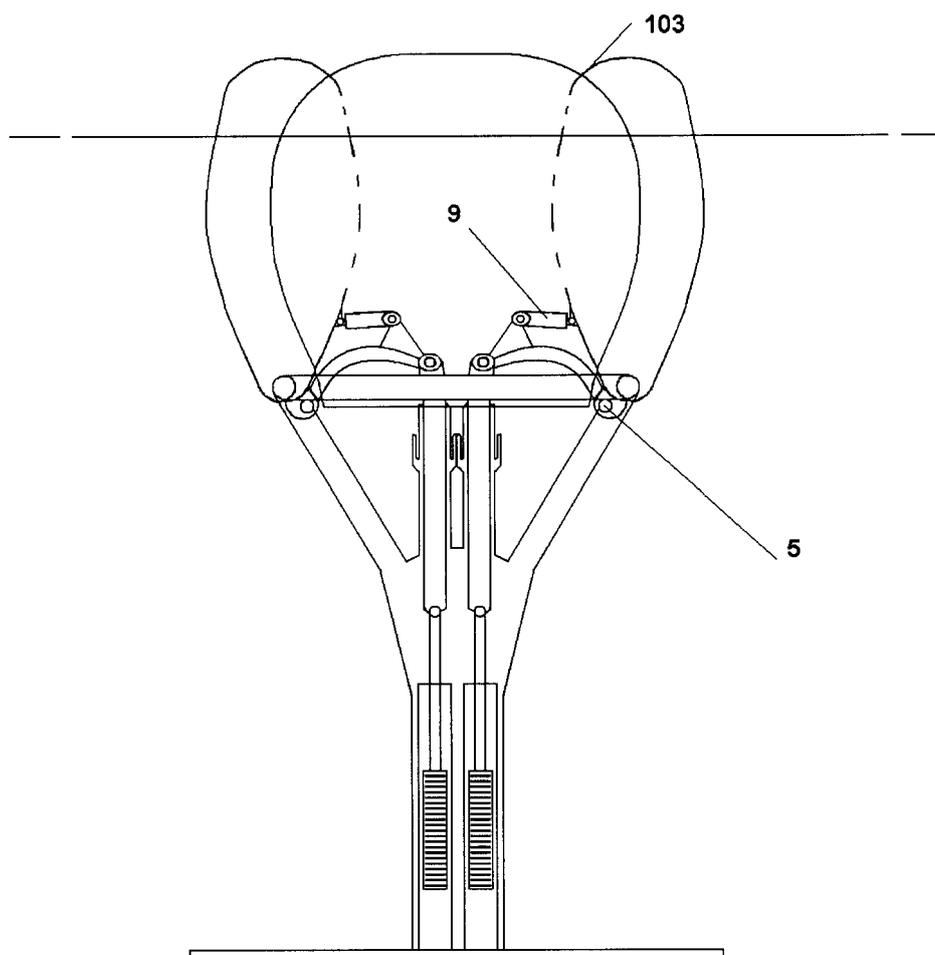
Figura 1



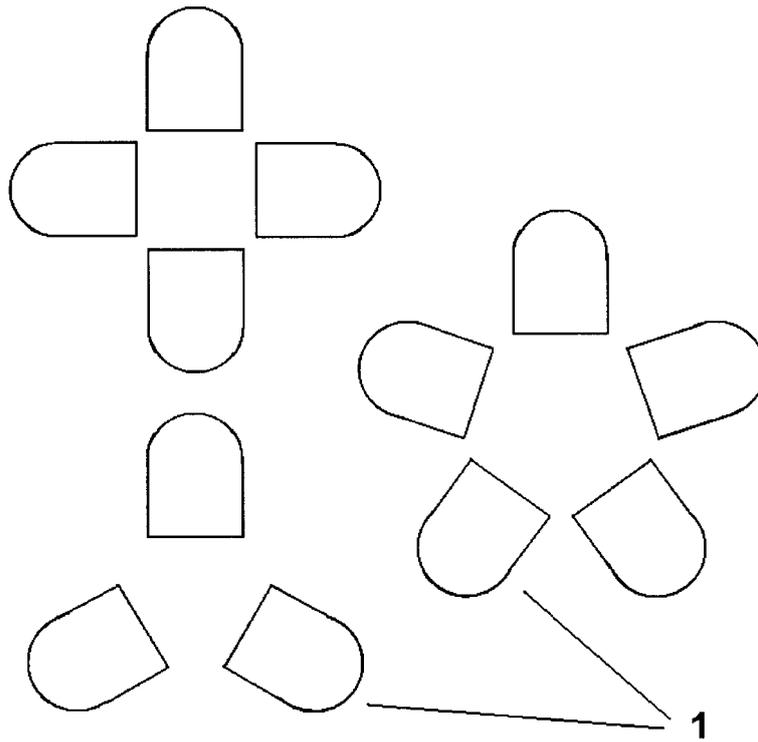
**Figura 2**



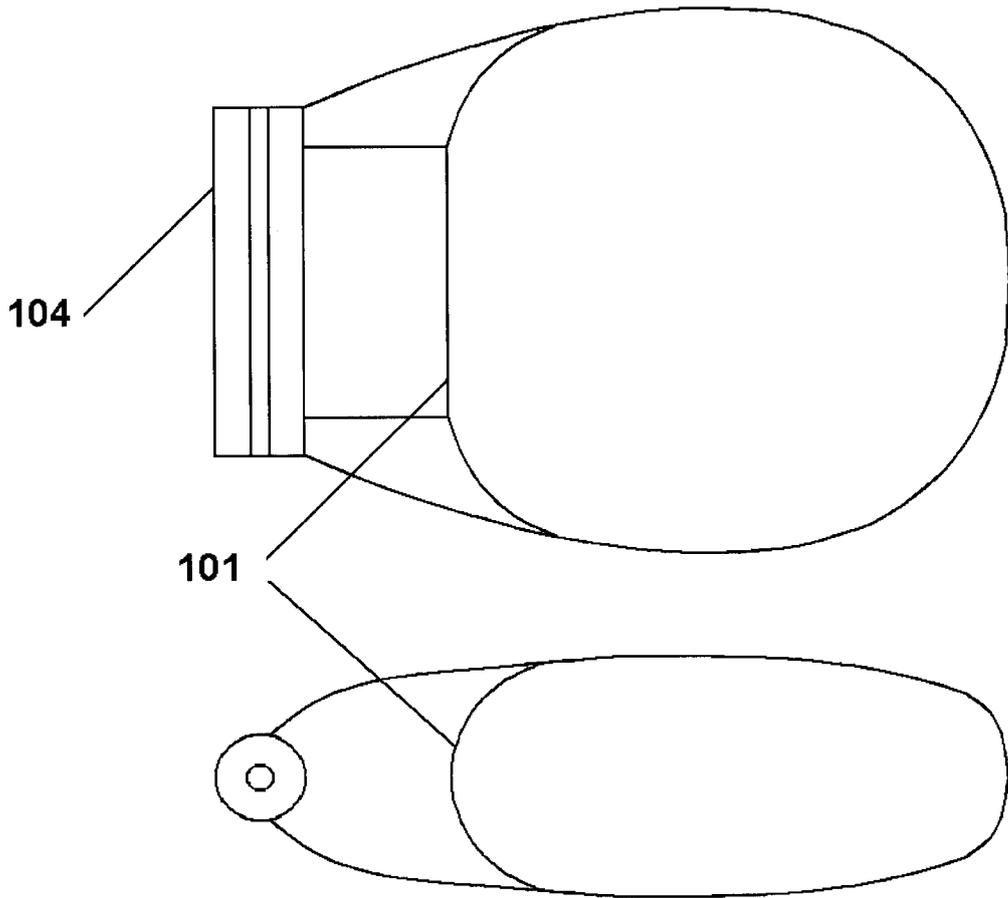
**Figura 3**



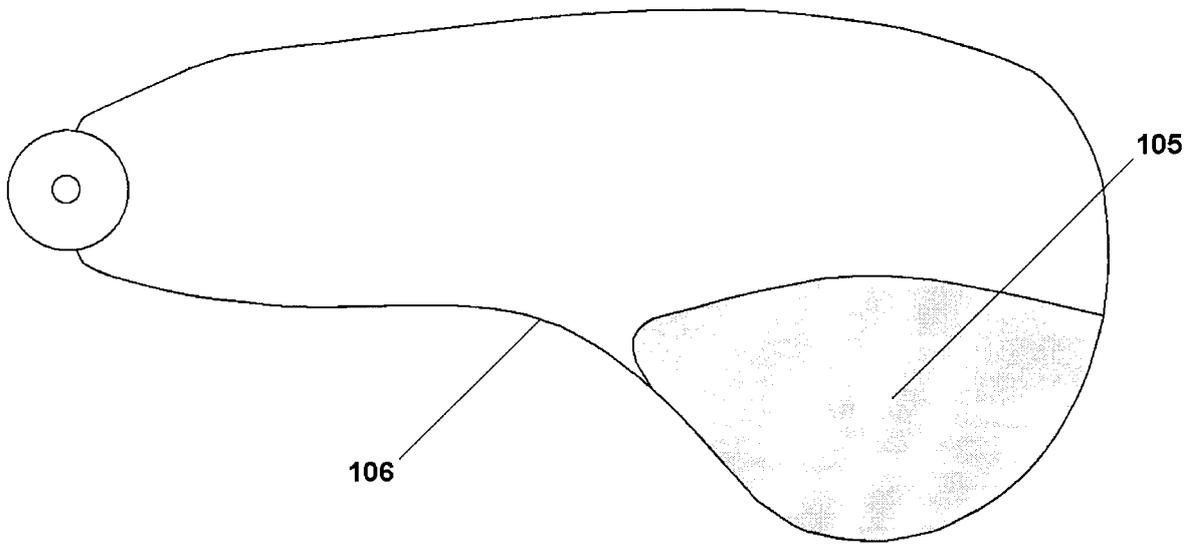
**Figura 4**



**Figura 5**



**Figura 6**



**Figura 7**

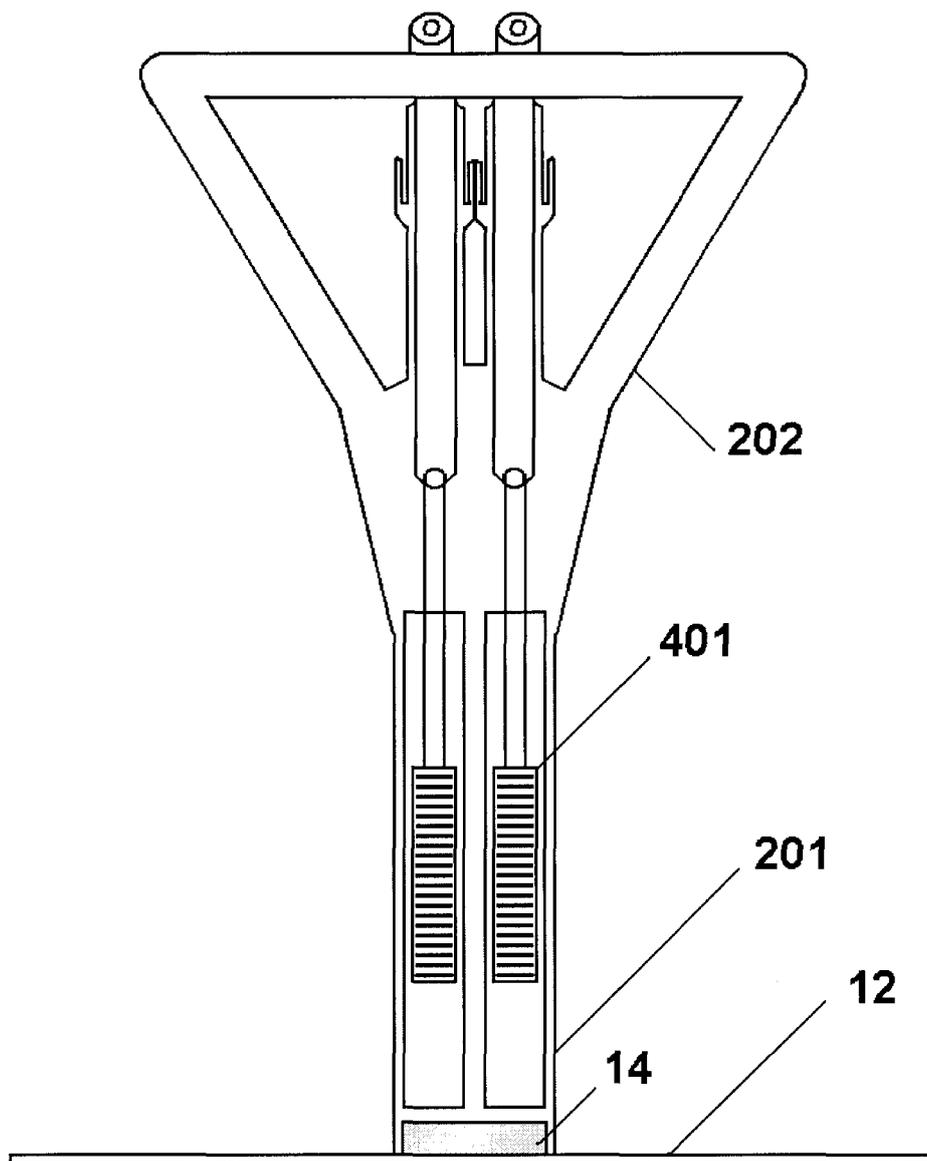


Figura 8



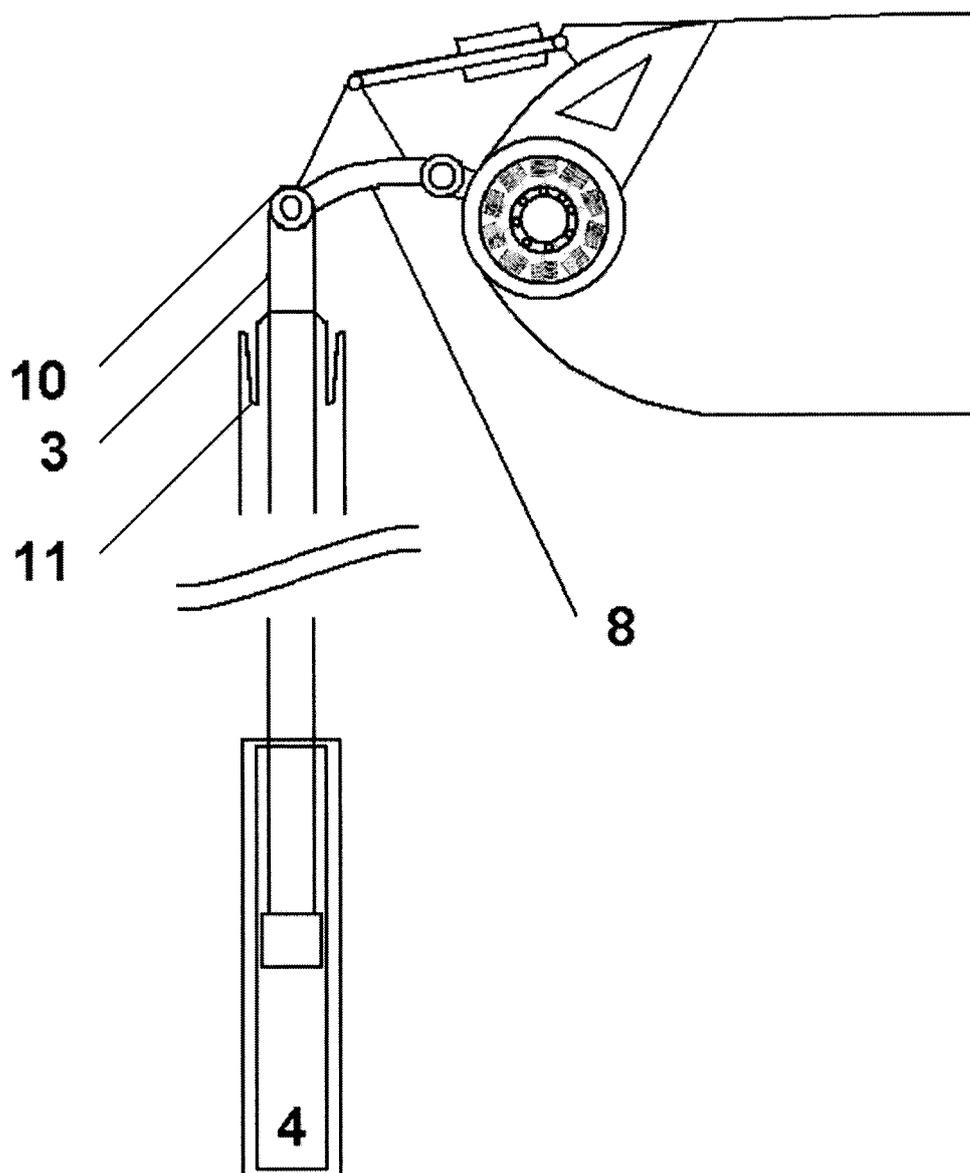
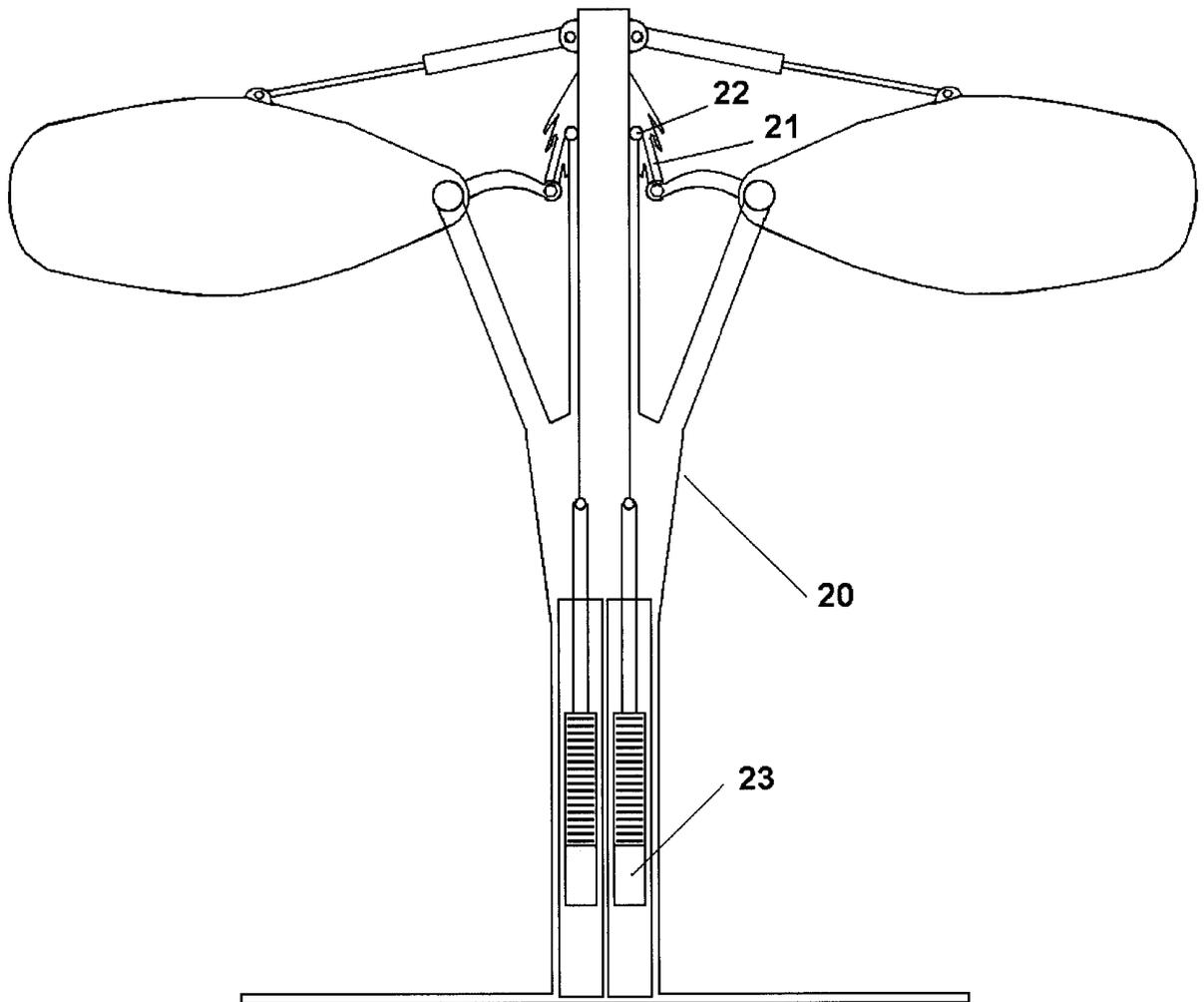


Figura 10



**Figura 11**

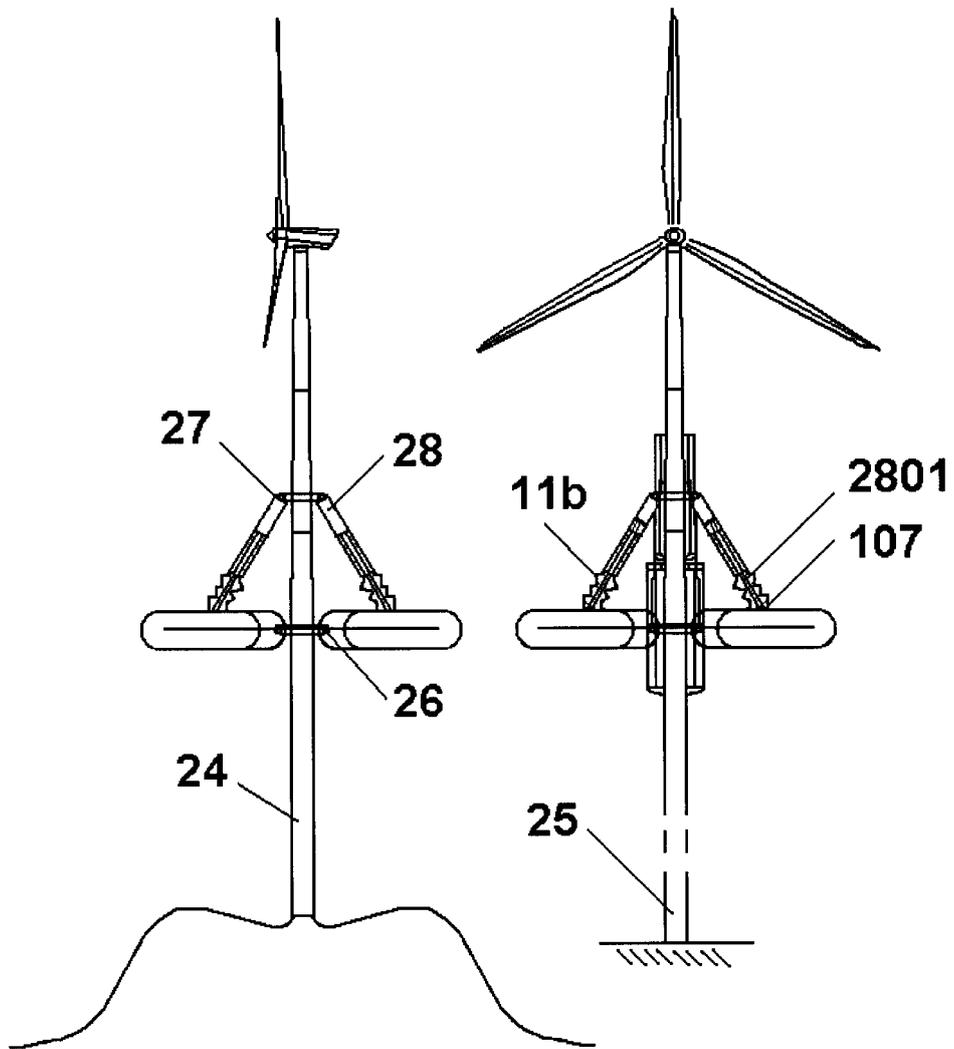
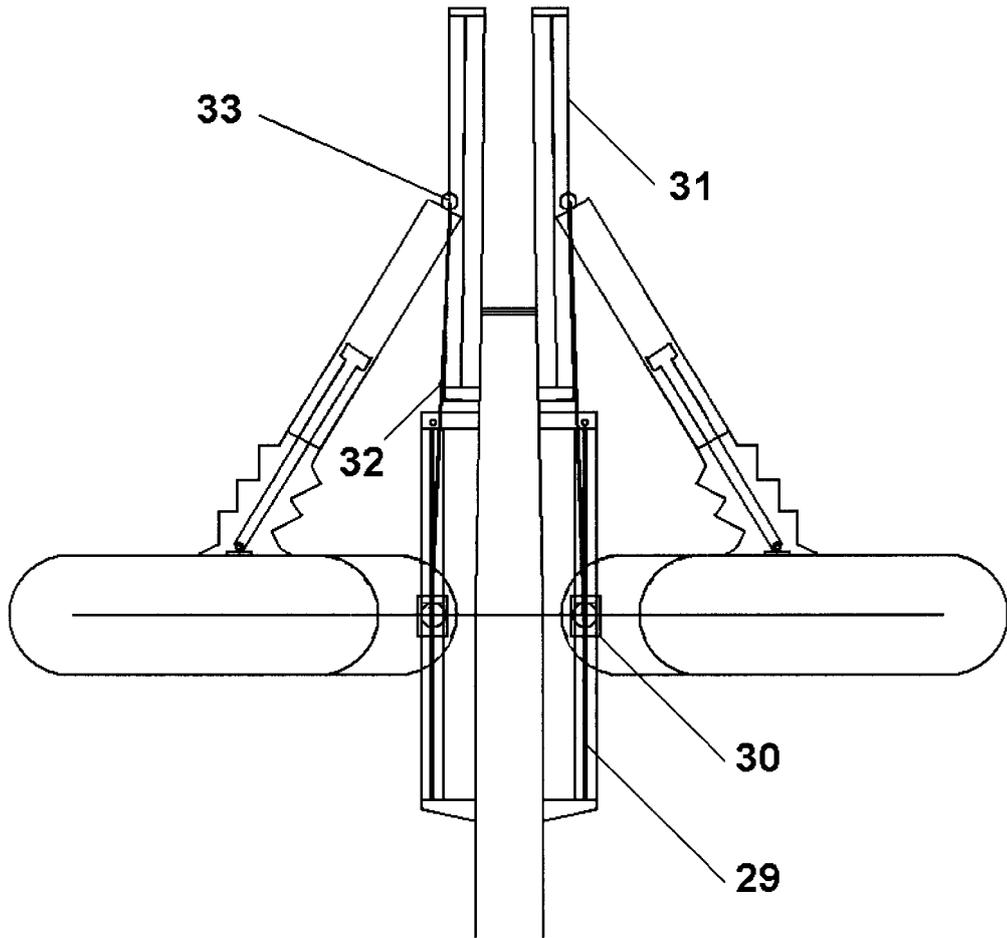


Figura 12



**Figura 13**

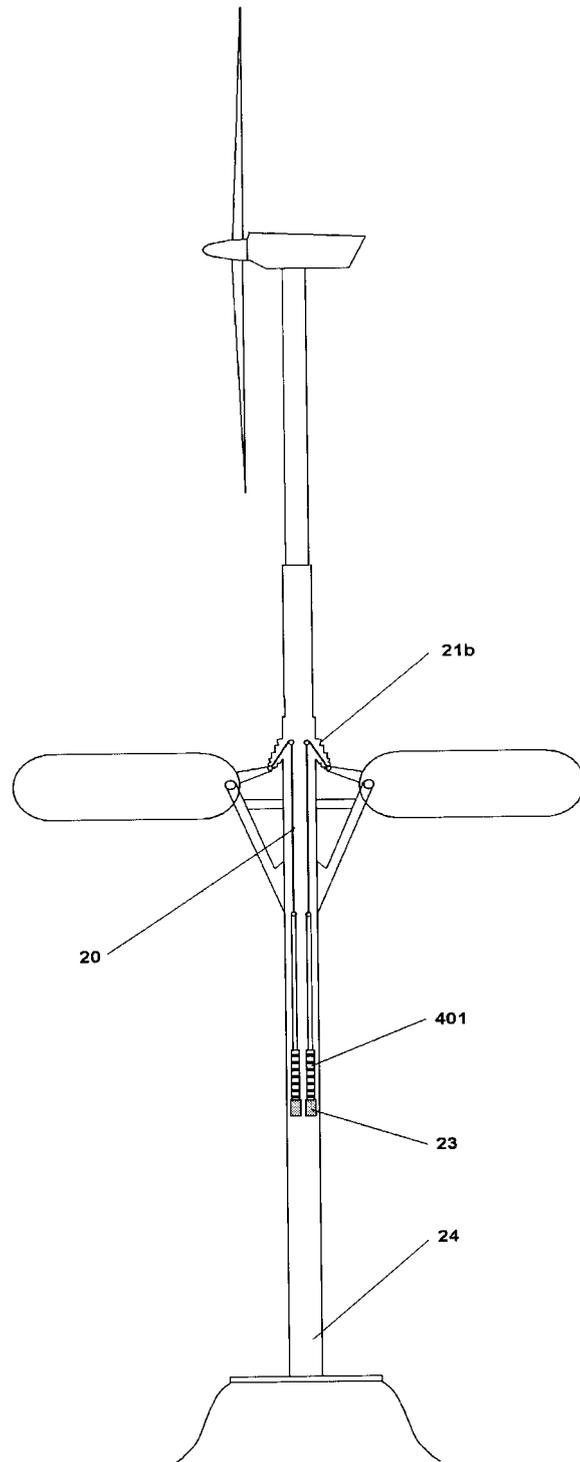
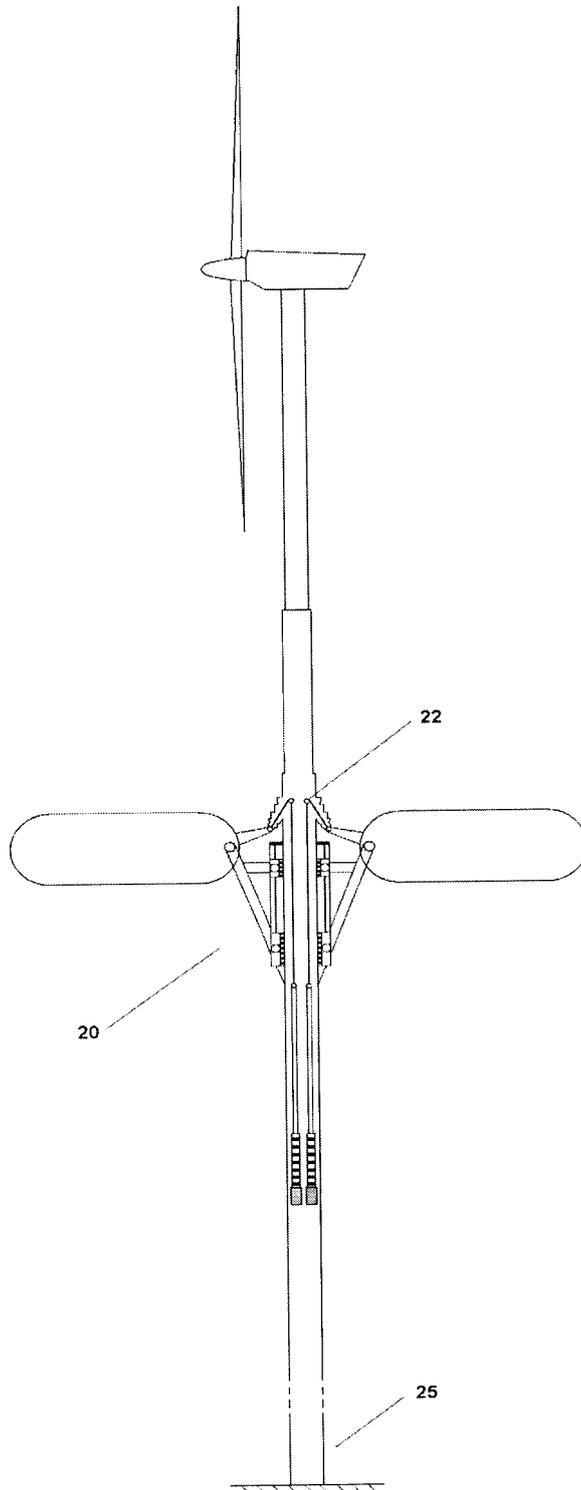
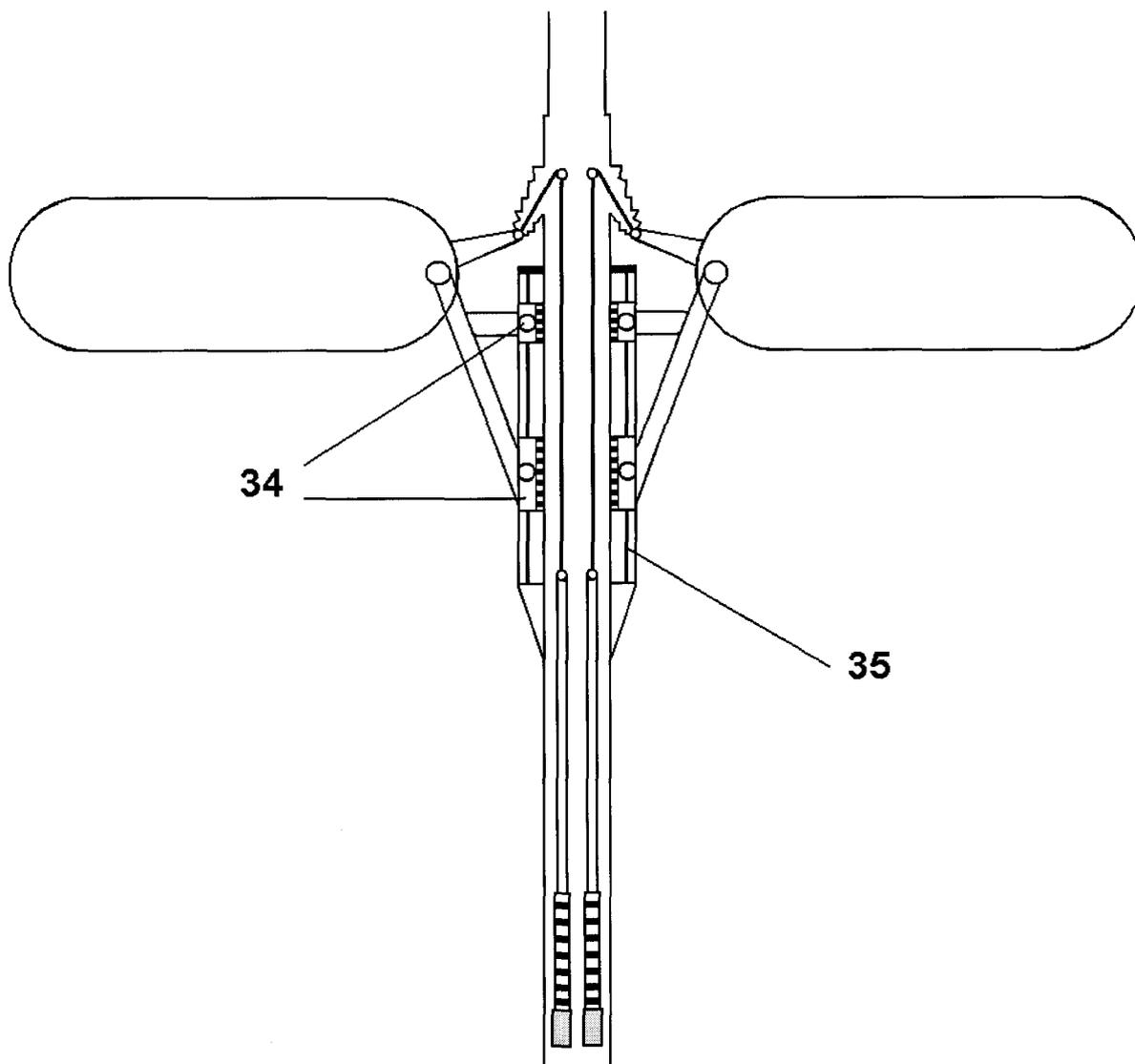


Figura 14



**Figura 14a**



**Figura 15**



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 200901762

②② Fecha de presentación de la solicitud: 11.08.2009

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **F03B13/20** (01.01.2006)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X Y	DE 4143011 C1 (LAMBRECHT HANS) 15.04.1993, columna 4, línea 62 - columna 6, línea 46; figuras.	1-8,11 9-10,12-13
Y A	US 2007108773 A1 ( RESEN STEENSTRUP PER ET AL.) 17.05.2007, párrafos[44 - 45]; figuras.	9-10 1,3-4,6
Y A	ES 2182702 A1 (PRATS JOVE FELIPE ) 01.03.2003, columna 3, línea 8 - columna 4, línea 11; figuras.	12-13 1
X  A	US 4480966 A (SMITH WILLIAM W) 06.11.1984, columna 4, línea 23 – columna 5, línea 7; columna 9, líneas 44-64; figuras. JP 55160967 A (MANABE YASUHIRO) 15.12.1980, resumen; figuras 1-4.	1-8  1-2,11
A	ES 2161653 A1 (GIORDANO URRUTIA JORGE) 01.12.2001, columna 2, línea 53 – columna 3, línea 9; figuras.	1,5,7
X	ES 2072908 T3 (HYDAM TECHNOLOGY LTD) 01.08.1995, columna 3,línea 19 – columna 4, línea 45; figuras.	1,3-4,6,11
A	US 2008157532 A1 ( LOUI STEVEN et al.) 03.07.2008, párrafos [30-34]; figuras.	1,5,7,11

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
23.02.2011

Examinador  
J. Galán Mas

Página  
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

F03B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 23.02.2011

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 2-3,5-13	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1,4	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-13	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	DE 4143011 C1 (LAMBRECHT HANS)	15.04.1993
D02	JP 55160967 A (MANABE YASUHIRO)	15.12.1980
D03	US 4480966 A (SMITH WILLIAM W)	06.11.1984
D04	ES 2161653 A1 (GIORDANO URRUTIA JORGE)	01.12.2001
D05	ES 2072908 T3 (HYDAM TECHNOLOGY LTD)	01.08.1995
D06	US 2008157532 A1 (LOUI STEVEN et al.)	03.07.2008
D07	US 2008157532 A1 (LOUI STEVEN et al.)	03.07.2008
D08	US 2007108773 A1 (RESEN STEENSTRUP PER et al.)	17.05.2007
D09	ES 2182702 A1 (PRATS JOVE FELIPE)	01.03.2003

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

El documento D01 describe un aparato flotante, convertidor de la energía asociada a las olas del mar en energía eléctrica, que comprende una estructura central (1) de soporte que tiene un eje longitudinal vertical y un sistema de generación de electricidad (35), y una pluralidad de estructuras móviles (7,4) cada una de ellas orientada de forma radial respecto a dicha estructura central (1) y acopladas de forma que pueden moverse de forma rotacional respecto a ella, girando alrededor de un eje horizontal (3), formando el conjunto de los ejes de dichas estructuras móviles (7,4) un plano sustancialmente horizontal que permanece cercano a la línea de flotación del convertidor, transmitiéndose el movimiento rotacional inducido por el oleaje en las estructuras móviles mediante un acoplamiento mecánico, situado en dicha estructura central de soporte, para así transformar un movimiento angular de dichas estructuras móviles en un movimiento longitudinal y poder transformar la energía asociada a dicho movimiento mediante un actuador lineal (12) en energía.

Por tanto las características de la reivindicación 1 ya están recogidas en el documento D01, por lo que la reivindicación 1 no cumple el requisito de novedad según el artículo 6 de la Ley 11/1986.

Igualmente están recogidas en el documento D01 las características objeto de la reivindicación 4, por lo que dicha reivindicación tampoco es nueva (artículo 6, Ley 11/1986).

Por otro lado, las reivindicaciones 2 y 3 se refieren a métodos de transformación del movimiento lineal de un elemento en energía eléctrica, métodos que suponen una alternativa al descrito en el documento D01 y que se consideran opciones de diseño obvias para el experto en la materia que este podría elegir según las circunstancias ya que son bien conocidos en este campo técnico (por ejemplo, máquina eléctrica lineal descrita en el documento D02 y cilindro hidráulico en el documento D03). Igualmente se considera una alternativa a los medios empleados en el documento D01 el objeto de la reivindicación 5 de utilizar como acoplamiento mecánico entre las estructuras móviles y el actuador lineal un cable mantenido en tensión mediante un peso, alternativa también conocida en este campo técnico para transmitir el movimiento de un flotador unido a una palanca de funcionamiento similar al reivindicado (documento D04). Por lo tanto se considera que las reivindicaciones 2, 3 y 5 no implican actividad inventiva de acuerdo al artículo 8 de la Ley 11/1986.

La utilización de elementos de sellado, tales como los definidos en las reivindicaciones 6 y 7, es una técnica muy conocida, y de uso habitual, en este campo técnico por lo que resulta obvia para el experto en la materia y no implica actividad inventiva (art. 8 de la Ley 11/1986).

Las características objeto de las reivindicaciones dependientes 8 y 11 ya están esencialmente descritas en el documento D01. La única diferencia significativa es el plato base para estabilizar la estructura central. Sin embargo, este tipo de estabilizador también es bien conocido en este campo técnico para desarrollar dicha función (documentos D02, D05 y D06) por lo que se considera que dichas reivindicaciones tampoco implican actividad inventiva (art. 8 de la Ley 11/1986).

Por último, las características de las reivindicaciones 9, 10, 12 y 13 se consideran opciones accesorias que no afectan al objeto esencial de la invención (cómo transformar la energía de las olas) ya que resuelven problemas independientes (cómo proteger el convertidor en caso de exceso de oleaje y cómo mejorar el rendimiento aprovechando otras energías). Por tanto, al ser conocido por el documento D07 un dispositivo que en caso de fuerte oleaje eleva las estructuras móviles flotantes (122,124) mediante cilindros hidráulicos (128) para minimizar su efecto, y por el documento D08 un aparato convertidor de energía del oleaje que integra sobre un cuerpo central de soporte un aerogenerador (3), se considera al alcance de un experto en la materia que conozca el estado de la técnica aplicar estas opciones en el objeto de la invención definida en el documento D01. En consecuencia, las reivindicaciones 9, 10, 12 y 13 no implican actividad inventiva de acuerdo al artículo 8 de la Ley 11/1986.