(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 564 743**

(21) Número de solicitud: 201400250

(51) Int. Cl.:

F16H 33/02 (2006.01)
F03B 13/14 (2006.01)
F03B 17/02 (2006.01)

(12) SOLICITUD DE PATENTE A1

(22) Fecha de presentación:

24.09.2014

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

28.03.2016

(71) Solicitantes:

UNIVERSIDADE DA CORUÑA (100.0%)
OTRI - Edificio de Servicios Centrales de Investigación, Campus de Elviña, s/n
15071 A Coruña ES

(72) Inventor/es:

BORRÁS FORMOSO, Ramón;
FERREIRO GARCÍA, Ramón y
MIGUELEZ POSE, Fernanda

(54) Título: **Convertidor undimotriz, con flotador, de baja inercia, con sistema de pre-inmersión, y acumulador mecánico de energía rotativo de doble giro montado en el tren de transformación y acumulación.**

(57) Resumen:

El objeto de la invención es un convertidor de energía de las olas de mar en energía eléctrica, comprendiendo un flotador guiado que se mueve linealmente en vertical de forma alternativa y que transfiere la energía durante todo el recorrido ascendente del flotador, a través de un sistema mecánico de baja inercia, a un acumulador de energía mecánico rotativo de doble giro. Para conseguir un mayor aprovechamiento energético dispone de un sistema de pre-inmersión parcial del flotador, ajustable en función de la altura de las olas y de la marea, actuando antes de que se inicie cada movimiento ascendente del flotador, accionado por un motor eléctrico. La estructura del convertidor se montará fija en la línea de costa (shoreline) o bien en una estructura flotante anclada cerca de la costa (nearshore).

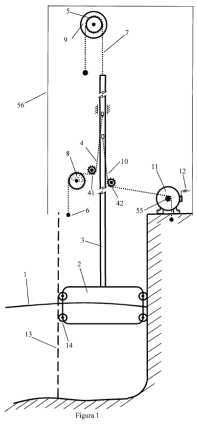

Figura 1

ES 2 564 743 A1

CONVERTIDOR UNDIMOTRIZ, CON FLOTADOR, DE BAJA INERCIA, CON SISTEMA DE PRE-INMERSIÓN, Y ACUMULADOR MECÁNICO DE ENERGÍA ROTATIVO DE DOBLE GIRO MONTADO EN EL TREN DE TRANSFORMACIÓN Y ACUMULACIÓN.

DESCRIPCIÓN

OBJETO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un convertidor de energía de las olas de mar en energía eléctrica, que comprende un flotador guiado que se mueve linealmente en vertical de forma alternativa y que transfiere la energía durante todo el recorrido ascendente del flotador, a través de un sistema mecánico de baja inercia, a un acumulador mecánico de energía de doble giro.

Para conseguir un mayor aprovechamiento energético dispone de un sistema de pre-inmersión parcial del flotador, ajustable en función de la altura de las olas, actuando antes de que se inicie cada movimiento ascendente del flotador.

La estructura del convertidor se montará fija en la costa (*shoreline*) o bien en una estructura flotante anclada cerca de la costa (*nearshore*).

SECTOR DE LA INVENCIÓN

Fuentes de energía renovables. Aprovechamiento de la energía de los mares. Energía undimotriz. Energías limpias.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Las energías renovables marinas constituyen unas fuentes energéticas de ingente potencial pero que se encuentran muy poco desarrolladas. En el estado actual de la técnica son múltiples los dispositivos diseñados para aprovechar la energía marina también conocida como energía de los mares o de los océanos. Unos aprovechan la energía de las mareas (mareomotriz), otros la energía de los gradientes térmicos oceánicos (OTEC), otros la energía osmótica (a partir de los gradientes de salinidad), otros la energía eólica marina (producida por los vientos marinos), otros la energía de las corrientes marinas (inerciales) y por último otros, como el que la invención propone, que aprovechan la energía de las olas también conocida como energía olamotriz o undimotriz.

En cuanto al emplazamiento con respecto a la costa,

i) unos se montan en aguas profundas (>50m) , alejados de la costa (*offshore*), sumergidos o a flote, ambos anclados;

ii) otros en aguas poco profundas (10-40 m), cerca del litoral (*nearshore*), flotante anclado ó bien con estructura apoyada en el fondo y

iii) otros se montan sobre las rocas en el litoral (*shoreline*).

La energía asociada al oleaje varía de unas zonas a otras. Es mayor entre los paralelos de 30° y 60° de ambos hemisferios. En la costa gallega y cantábrica, el valor medio supera los 40 kW por m de frente de ola.

Las primeras patentes para el aprovechamiento undimotriz se remontan al año 1799 en Francia (Girard e hijo), y en Gran Bretaña en 1833. A día de hoy superan el millar.

En cuanto a los dispositivos de flotador (sólo aprovechan la energía potencial de las olas, no la cinética) una clasificación sería [Chozas, P. 29]:

- Totalizador ó terminador: Convertidores largos colocados paralelamente al frente de olas, perpendicular a la dirección de la ola (ej. Pato Salter). Eliminan la ola incidente, tras ellos sólo existe la onda radiada por el cuerpo en su oscilación.
- Atenuador: con el eje del convertidor en la dirección de avance de las olas, con capacidad para autoorientarse (ej. Pelamis). Atenúan, no eliminan, la ola incidente.
- Absorbedor puntual: con dimensiones mucho menor que la longitud de onda de las olas. Aprovechan la oscilación vertical (ej. OPT de Santoña)

En el proceso de transformación de la energía undimotriz en energía útil con convertidores de flotador, cabe distinguir [Chozas, P. 37] una conversión primaria:

- a partir del movimiento de las olas (con un período en torno a los 10 s) se mueve un flotador en dirección vertical (con una velocidad alrededor de 2 m/s)

y una secundaria, generalmente con una de estas propuestas:

- el flotador acciona el émbolo de un compresor de aire, que se envía a recipiente a presión o bien,
- el flotador acciona el émbolo de una bomba que bombea líquido a un tanque elevado o a un tanque de presión que posteriormente se turbinará para accionar un generador eléctrico, o bien,
- el flotador acciona directamente el *translator* de un generador lineal. Esta solución, a día de hoy, es poco satisfactoria.

En lo que se refiere a los convertidores con flotador, en todos los diseños actuales el aprovechamiento energético es reducido porque, entre otras razones, no se consigue

transferir toda la energía de desplazamiento por flotación posible en el poco tiempo disponible.

Por otra parte, no se conoce, a través de la bibliografía disponible, de ningún convertidor a través de flotador que incorpore un sistema de pre-inmersión ajustable en función de la altura de las olas, para aumentar el aprovechamiento energético.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

El convertidor undimotriz que la invención propone permite, con respecto a los convertidores actuales, aumentar el aprovechamiento energético.

El objeto de la invención es un convertidor de energía undimotriz en energía eléctrica, con flotador y una interfaz mecánica de baja inercia hasta el primer acumulador de energía que además comprende un sistema que actúa sumergiendo parcialmente el flotador, en función de la altura de las olas, antes de que empiece cada recorrido ascendente del flotador. En las figuras 1, 2 y 3 se muestran 3 alternativas posibles del aspecto de este convertidor undimotriz, con flotador, de baja inercia, con sistema de pre-inmersion (WEC-FLI-PIS).

El periodo de las olas, T, es de alrededor de 10 segundos. Cuando la ola llega al convertidor se provoca una elevación del nivel de agua en la cámara donde se desplaza el flotador que impulsa hacia arriba al flotador, pero el tiempo que permanece el agua cerca de su nivel superior es muy escaso. La transferencia de energía al acumulador ha de producirse en el corto intervalo de tiempo que va desde que el nivel de agua en la cámara empieza a subir hasta que llega a su máximo (llamémosle "tiempo de ascensión"). Para dar tiempo a que en este breve intervalo se transfiera la energía, se diseña un convertidor con transmisión mecánica desde el flotador hasta el acumulador de energía. Esa transmisión mecánica se hace con elementos de baja inercia (masa reducida en los elementos del tren con desplazamiento lineal y bajo momento de inercia en los elementos del tren sometidos a rotación). Se evita el uso de ningún fluido como elemento para transferencia de energía para evitar las fricciones viscosas.

La energía que se transfiere durante el recorrido ascendente -"carrera ascendente"- viene dada por

$$E_U = \int_{c_1}^{c_2} F \cdot ds$$

siendo F la fuerza de Arquímedes, fuerza de flotación; c_1 el límite inferior de la carrera ascendente y c_2 el límite superior. Para maximizar esta expresión se trata de que tanto F como la diferencia entre los límites de integración sean los mayores posibles.

Como generador eléctrico puede emplearse cualquier generador rotativo, de corriente continua o alterna, monofásico o trifásico, síncrono ó de inducción. Es especialmente adecuado para este tipo de convertidor el generador de inducción doblemente

alimentado (DFIG) (39) por cuanto permite ajustar la velocidad de rotación del rotor del generador mediante la frecuencia de las corrientes rotóricas que se introducen a través del convertidor del lado rotor (54) y así poder ajustar el par en los acumuladores de energía (24), (30) y (34), como se representa en la figura 4.

La forma con que aborda esta invención la reducción del tiempo de este proceso, "tiempo de ascensión", es conseguir, tal como acaba de decirse, la conversión con un diseño de muy baja inercia de los elementos del tren hasta el primer acumulador y para ello los elementos con desplazamiento lineal se hacen con muy poca masa y los elementos con movimiento rotativo con muy bajo momento de inercia.

Para maximizar el aprovechamiento por metro de frente de ola, el flotador se diseña con forma prismática, excepto en la parte inferior del flotador (la que está permanentemente sumergida) a la que se le dará forma hidrodinámica (se omite en las figuras adjuntas), para disminuir el trabajo de pre-inmersión.

Cuando la ola en el convertidor se encuentra en su posición valle (posición 1 de la figura 7) el flotador baja de forma natural hasta su posición inferior libre, flotando en reposo, siendo el volumen sumergido de flotador prácticamente cero. Es a partir de este momento cuando se da orden de arranque al motor eléctrico de pre-inmersión que sumerge el flotador hasta conseguir que la fuerza de flotación, fuerza de Arquímedes, equilibre al par antagonista del primer acumulador de energía (posición 2 de la figura 7). Deberá quedar parte del flotador emergiendo. La profundidad de inmersión del flotador, para obtener el máximo aprovechamiento, está relacionada con la altura de la ola, H_W, distancia de cresta a valle. El peso del flotador ha de ser muy reducido, por sencillez de explicación se va a suponer peso del flotador despreciable. Como primera aproximación, la profundidad de inmersión para conseguir el máximo aprovechamiento energético es igual a la altura de la ola. Conseguida la inmersión deseada, se corta alimentación al motor de pre-inmersión. El tiempo para realizar la inmersión del flotador habrá de ser, a lo sumo, el tiempo que permanece el nivel de agua en su nivel inferior. Una vez que se quita alimentación al motor de pre-inmersión, si el agua permanece en su nivel inferior, el flotador no se moverá porque la fuerza de flotación será insuficiente para vencer el par antagonista del primer acumulador de energía, posición 3 de la figura 7.

Cuando el nivel de agua en la cámara empiece a subir, el volumen de flotador sumergido aumentará y por ello también aumentará la fuerza de Arquímedes, por tanto se romperá el equilibrio y ahora el flotador empezará su carrera ascendente, ejerciendo una fuerza constante, F_F, vertical y hacia arriba. Este desplazamiento lineal se transmitirá hasta el acumulador (24), por ejemplo como el que se representa en la figura5, haciendo girar el eje del primer acumulador mecánico rotativo (28). Idealmente, el flotador se moverá al unísono con la ola. Por tanto, si el agua subió en la cámara una altura H_W, el flotador se habrá desplazado verticalmente hacia arriba la misma distancia H_W (posición 4 de la figura 7) igual al límite de integración superior menos el límite de integración inferior. La energía transferida al acumulador, conforme a lo dicho, será:

$$E_U = \int_{s_1}^{s_2} F \cdot ds = F_F \cdot H_W \quad (J)$$

Cuando el nivel de agua vuelve a su posición inferior, el flotador caerá hasta su posición de reposo en flotación (5), homóloga a la (1). La energía neta, E, que puede obtenerse del convertidor, durante el período de la ola, T, será la energía transferida al acumulador, E_U, según la expresión (2), menos la energía consumida en el proceso de inmersión del flotador, E_D.

La potencia media obtenible, P, durante el periodo de la ola, será por tanto:

$$P = \frac{E_U - E_D}{T} \quad (W)$$

Un convertidor como el descrito podría ser construido con una estructura fija en la costa (*shoreline*), esta sería la opción más razonable para una planta de elevada potencia, pero para unidades de potencia más reducida podrían montarse unidades flotantes ancladas cerca de la costa (*nearshore*).

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para completar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, se acompaña a la presente memoria descriptiva, como parte integral de la misma, un juego de figuras con carácter ilustrativo y no limitativo.

Se muestran 2 alternativas para el convertidor de energía undimotriz en energía eléctrica, con flotador y sistema de pre-inmersión (WEC-FLI-PIS) para montar en la costa, Figuras 1 y 2. Un convertidor WEC-FLI-PIS flotante anclado, figura 3; el tren de transformación y acumulación , figura 4; un detalle de un acumulador mecánico de energía rotativo de doble giro multiplicador de velocidad (ARDG), figura 5; una ola de Airy con la representación de recorrido de trabajo ascendente, figura 6; y una representación más real de las olas costeras con los puntos de trabajo más representativos, figura 7.

- La figura 1 muestra el perfil simplificado del convertidor de energía undimotriz en energía eléctrica, con flotador y sistema de pre-inmersión y una interfaz mecánica de baja inercia hasta el primer acumulador rotativo para ser montado fijo sobre la costa. Incluye un acelerador de movimiento ascendente de resorte en espiral (optativo).

1- Nivel de agua de mar

2- Flotador

3- Mástil del flotador

4- Cadena de transmisión de energía

5- Rueda dentada

6- Mantenedor de tensión de cadena

7- Cadena del acelerador de movimiento

8- Rueda dentada

9- Acelerador de movimiento ascendente

10- Cadena de pre-inmersión

11- Motor de pre-inmersión

12- Arrancador de motor de pre-inmersión

13- Pared guía anterior

14- Ruedas

41- Piñón directriz

42- Piñón directriz

55- Eje motor con, optativo, mecanismo trinquete.

56- Caseta

- La figura 2 es análoga a la figura 1 pero con transmisión de fuerza desde el flotador con cable a tracción.

15- Cable de tracción en recorrido descendente.

16- Cáncamo de enganche de extremo de cable.

17- Cable de tracción en recorrido ascendente

18- Guía de cable de tracción

43- Nudo de conexión de inicios de cadena

-La figura 3 representa el perfil simplificado del convertidor de energía undimotriz en energía eléctrica, con flotador y sistema de pre-inmersión y una interfaz mecánica de baja inercia hasta el primer acumulador rotativo para ser montado a flote, anclado, cerca de la costa. Incluye un acelerador de movimiento ascendente de resorte en espiral (9) (optativo). Asimismo puede verse la plancha deflectora sumergida (46), a modo de guía para la ola incidente, fijada a la estructura con objeto de aumentar el recorrido del flotador. Y también la plancha de frenado, sumergida, horizontal(47), fijada a la

estructura con objeto de frenar el desplazamiento vertical del convertidor cuando la ola llega al convertidor. La profundidad del mar no está a escala.

45- Estructura flotante

46- Plancha deflectora

47- Plancha de frenado de desplazamiento vertical.

48- Cadena de anclaje

49- Muerto

- La figura 4 representa el tren desde la rueda dentada (8) hasta el generador eléctrico (39), junto con los convertidores lado red (53) y lado rotor (54); la unidad de control (51) del motor de pre-inmersión (11), el arrancador (12) y la unidad de control (52) de los convertidores. Todos estos elementos, por simplicidad, no se representan en las figuras 1, 2 y 3.

20- rectificador de movimiento

21- Rueda dentada

24- Acumulador rotativo de doble giro (ARDG)

25- Rueda corona dentada

26- Piñón

27- Eje entrada a segundo acumulador

28- Eje entrada a primer acumulador

29- Piñón

30- Acumulador rotativo de doble giro (ARDG)

31- Rueda corona dentada

32- Piñón

33- Eje entrada a tercer acumulador

34- Acumulador rotativo de doble giro (ARDG)

35- Rueda corona dentada

36- Piñón

37- Eje

38- Acoplamiento eje rotor

39- Generador eléctrico rotativo

40- Red eléctrica

51- Unidad de Control del motor de pre-inmersión

52- Unidad de control de los convertidores

53- Convertidor lado red

54- Convertidor lado rotor

- La figura 5 representa una de las posibilidades de constitución del acumulador mecánico de energía rotativo de doble giro de baja inercia y con posibilidad de multiplicación de velocidad de giro (ARDG) (24). El eje (28) y la corona dentada exterior (25) giran siempre en la misma dirección. En el resorte (23) se produce la acumulación de energía, en forma de energía elástica.

- La figura 6 representa una ola de Airy con la representación de recorrido de trabajo ascendente, partiendo de la pre-inmersión.

- La figura 7 es una representación más real de las olas costeras con los puntos de trabajo más representativos.

DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERENTE

Se va a describir la realización particular mostrada en la figura 1. En una zona de costa batida por las olas se monta un convertidor con una estructura fija que permita el libre desplazamiento en vertical, a lo largo de la cámara, del flotador prismático, ligero y preferiblemente de material resistente a la corrosión.

Para evitar choques entre guías y flotador, se monta en éste unas ruedas en todas sus caras. Centrado en la cara superior del flotador se monta el mástil. En el interior del flotador se puede montar una estructura metálica ligera que transmita adecuadamente los esfuerzos hasta la base del mástil e igualmente se puede rellenar el flotador con espuma de poliuretano expandida para darle consistencia.

Para que el peso sea reducido conviene que el mástil sea hueco. Como material, el aluminio pintado puede ser una buena opción. El nudo de enganches de cadenas al mástil puede ser una pieza de refuerzo soldada al mástil.

Cuando el nivel de agua dentro de la cámara del convertidor sube, el flotador se desplazará con movimiento ascendente, la cadena (4) queda sometida a tracción, con una tensión muy elevada (dependiendo del volumen del flotador puede ser del orden de varias toneladas) y hará girar a la rueda (8) en sentido dextrógiro. Como se puede ver en

la figura 4, el rectificador mecánico transmitirá el par hasta la rueda (21) que está engranada con el piñón (29) que arrastra al eje (28) del primer acumulador rotativo de doble giro (24). Por cada revolución de la rueda (8), el eje (28) habrá girado varias revoluciones, por ejemplo 6. Habrá de diseñarse cuidadosamente la rueda (21) para que su momento de inercia sea reducido. El eje (28) girará en sentido levógiro y flexionará el resorte metálico en espiral (23) acumulando energía mecánica. El cilindro contenedor del resorte puede girar y mediante la corona dentada fija en su exterior (25) transmitirá el giro al piñón (26) al que está engranado. Por cada 6 revoluciones del eje (28), el piñón (26) y el eje (27) habrán girado, por ejemplo, 60 revoluciones. Con dos etapas más de acumulación-multiplicación, el generador eléctrico habrá girado por cada revolución de la rueda (21), por ejemplo, 6000 revoluciones.

Para facilitar el movimiento ascendente del flotador y disminuir el tiempo de subida se puede montar un acelerador de movimiento ascendente, marcado con (9) en la figura 1, constituido por ejemplo por un resorte en espiral con un extremo fijado al cilindro contenedor estático y el otro extremo fijado al eje de la rueda (5) sobre la que se monta la cadena (7) que tira del conjunto de flotador verticalmente hacia arriba durante el recorrido ascendente.

El desplazamiento ascendente del flotador (2) continuará mientras el nivel de agua siga subiendo. Cuando el nivel de agua en la cámara descienda, también bajará el flotador por gravedad. Durante el recorrido descendente del flotador, la cadena (4) quedará apenas sin tensión y se desplazará hacia abajo gracias al contrapeso (6), girando la rueda (8) en sentido levógiro. Este giro levógiro de la rueda (8) no se transmitirá hasta la rueda (21) gracias a la interposición del rectificador mecánico (20) de la figura 4.

Cuando el nivel de agua llegue a su nivel inferior y el flotador esté "reposando" sobre el agua, detectado por los sensores de nivel de agua y de posición del flotador respectivamente, la unidad de control (51) de la figura 4 da orden de marcha al arrancador (12) del motor de pre-inmersión (11)

Una vez que el motor de pre-inmersión (11) se pone en marcha, tensiona la cadena (10) convenientemente direccionada mediante el piñón (42), tirando del mástil hacia abajo en el nudo de enganche y moviendo el conjunto mástil-flotador hacia abajo. Una vez que el flotador se sumerge a la profundidad ajustada, la unidad de control (51) da la orden de parada al motor de pre-inmersión (11). En ese momento se estará en situación de equilibrio ya que la fuerza de Arquímedes no es suficiente para hacer girar el eje de entrada (28) del primer acumulador (24). Cuando el nivel de agua en la cámara empieza a subir, aumenta ligeramente la superficie mojada del flotador y por tanto la nueva fuerza de Arquímedes ya es suficiente para hacer girar el eje (28). Durante el recorrido ascendente del flotador, la cadena (10), al estar el motor de pre-inmersión sin alimentación, queda prácticamente sin tensión. El eje del motor de pre-inmersión, al estar sin alimentación, permite el giro sin dificultad durante el desplazamiento ascendente de la cadena (10). No es necesario, pero es optativo, el empleo de mecanismo de trinquete (carraca) en la rueda dentada del eje del motor (55).

Si la altura de las olas que llegan al convertidor disminuye, habrá de disminuirse la profundidad de pre-inmersión del flotador, tal como se explicó anteriormente. La variación en el período de las olas no afecta a la profundidad óptima de pre-inmersión. Una disminución de la altura de las olas hará que el par de entrada en el eje del generador eléctrico disminuya (al haber disminuido la fuerza de empuje del flotador) y asimismo su velocidad de rotación. Ante una disminución de la altura de las olas, si el generador eléctrico es un DFIG (39) habrá de aumentarse la frecuencia de las corrientes rotóricas para que disminuya la velocidad de giro del generador, ajustando el convertidor lado rotor (54). Si la altura de las olas no varía pero el período de las olas aumenta, no varía la profundidad óptima de pre-inmersión ni por tanto el par de entrada al generador eléctrico pero igualmente la potencia convertible disminuye y habrá de aumentarse la frecuencia de las corrientes rotóricas.

Una indicación de la energía acumulada en el primer acumulador rotativo de doble giro (24) y del par disponible para el generador se obtiene a través de la medida del ángulo entre dos "marcas": una en el eje (28) y otra sobre la carcasa del primer acumulador rotativo (24). La señal de sendos transductores se envía al circuito de control (52) y servirá para ajustar la señal de control para el convertidor lado red (53) y para el convertidor lado rotor (54).

La realización de la figura 2 es análoga a la de la figura 1, pero en la Figura 2 la transferencia de energía desde el flotador hasta el primer acumulador (24) se realiza con cable trabajando únicamente a tracción. La ventaja con respecto a la figura 1 es que la masa total en desplazamiento vertical alternativo es más reducida, por tanto la aceleración puede ser mayor y el tiempo necesario para proceder a la transferencia de energía desde el flotador al acumulador más reducido; otra ventaja en la figura 2 es que la altura necesaria para la caseta (56) que aloja a la maquinaria es mucho más reducida. Como inconveniente en la figura 2, es que necesita puntos de anclaje fijos y rodamientos (18) en el volumen permanentemente sumergido.

La realización de la figura 3 es un convertidor WEC-FLI-PIS flotante anclado, con flotador y mástil (otra realización sería con flotador y cable de tracción, es decir, como en la Figura 2, pero a flote). Por ser flotante, la figura 3 no necesita ser diseñada para trabajar con mareas y por tanto la longitud del mástil no necesita ser tan alta como en el caso del convertidor con estructura apoyada en el fondo (Figura 1). Para aumentar el recorrido vertical del flotador se puede colocar un direccionador de la ola (concentrador a modo de brazos abiertos, no representado) hacia cámara de agua oscilante y una plancha deflectora (46), inclinada, orientada hacia el frente de olas incidente, para que la ola ascienda hasta un nivel más alto. Interesa que cuando llegue una ola al convertidor éste no se eleve, para ello se le dota de una plancha de frenado(47) en el fondo del convertidor que frene el movimiento vertical. Para proporcionarle mucha inercia al convertidor pueden lastrarse parcialmente los flotadores de la estructura(45). No se representa el cable eléctrico de conexión con la red (40). En vez de verter la energía eléctrica a la red general en tierra, una alternativa sería emplear la energía eléctrica obtenida en producir hidrógeno en el mismo convertidor.

Las figuras 1, 2 y 3 son figuras simplificadas, representando solamente los componentes fundamentales. En ellas tampoco se representa la maquinaria representada en la figura 4. El flotador (2) prismático en la parte superior, puede tener forma hidrodinámica, piramidal ó cónica, en la parte inferior.

Como elemento mantenedor de tensión en los extremos de cadena (6) puede emplearse pequeñas masas o resortes en espiral.

Los términos en que se ha descrito esta memoria deberán ser tomados siempre en sentido amplio y no limitativo.

REIVINDICACIONES

1.-Acumulador mecánico de energía rotativo de doble giro multiplicador de velocidad (ARDG) que comprende un eje de entrada de energía, recibiendo la energía mecánica de entrada con giro unidireccional, continuo o a impulsos, y en dicho eje se fija un extremo del elemento elástico acumulador, fleje metálico o de otro material, en espiral, y el otro extremo de la espiral fijado a la cara interior del cilindro que la contiene; el exterior de dicho cilindro monta una corona circular, concéntrica, dentada y con el giro de todo el conjunto en el mismo sentido de giro que el eje, transmite el movimiento con un giro continuo y constante a un piñón, a través de engranaje o mediante cadena o correa de transmisión.

2.- Convertidor undimotriz de columna de agua oscilante, con flotador, con sistema de pre-inmersión, y con acumulador mecánico de energía rotativo de doble giro montado en el tren de transformación y acumulación (WEC-FLI-PIS) para ser montado mediante estructura fija en la línea de costa, o bien cerca de la costa mediante estructura flotante, que comprende un flotador, que se mueve verticalmente de forma alternativa, carrera ascendente-carrera descendente, siguiendo el movimiento de la superficie del agua y que transfiere mecánicamente la energía desde el flotador a través del mecanismo mástil-cadena-rueda dentada-rectificador de giro-multiplicador de velocidad a un acumulador ARDG según reivindicación 1, para cada carrera ascendente y que incluye un sistema de inmersión parcial del flotador, ajustable en función de la altura de las olas y de la marea, para antes de iniciar cada recorrido ascendente del flotador, accionado por un motor eléctrico.

3.- Convertidor undimotriz de columna de agua oscilante, con flotador, con sistema de pre-inmersión, y con acumulador mecánico de energía rotativo de doble giro montado en el tren de transformación y acumulación (WEC-FLI-PIS) para ser montado mediante estructura fija en la línea de costa, o bien cerca de la costa mediante estructura flotante, que comprende un flotador que se mueve verticalmente de forma alternativa, carrera ascendente-carrera descendente, siguiendo el movimiento de la superficie del agua y que transfiere mecánicamente la energía desde el flotador a través del mecanismo cable flexible trabajando a tracción-cadena-rueda dentada-rectificador de giro-multiplicador de velocidad a un acumulador ARDG según reivindicación 1, para cada carrera ascendente y que incluye un sistema de inmersión parcial del flotador, ajustable en función de la altura de las olas y de la marea, para antes de iniciar cada recorrido ascendente del flotador, accionado por un motor eléctrico.

4.- Convertidor undimotriz (WEC-FLI-PIS) según reivindicaciones 2 ó 3 que comprende un acelerador de movimiento ascendente, constituido por un contrapeso, que tira verticalmente hacia arriba del conjunto de flotador en todo su recorrido.

5.- Convertidor undimotriz (WEC-FLI-PIS) según reivindicaciones 2 ó 3 que comprende un acelerador de movimiento ascendente, constituido por un resorte en

espiral con un extremo fijo, que tira verticalmente hacia arriba del conjunto de flotador en todo su recorrido.

6.- Convertidor undimotriz (WEC-FLI-PIS) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, que comprende un flotador de forma prismática en su parte superior y de forma hidrodinámica, piramidal o cónica, en su parte inferior, para disminuir el trabajo de pre-inmersión.

7.- Convertidor undimotriz (WEC-FLI-PIS) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, que comprende pequeñas masas como elementos mantenedores de tensión actuando sobre los extremos libres de las cadenas.

8.- Convertidor undimotriz (WEC-FLI-PIS) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, que comprende resortes en espiral como elementos mantenedores de tensión actuando sobre los extremos libres de las cadenas.

9.- Convertidor undimotriz (WEC-FLI-PIS) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8, que comprende un generador de inducción doblemente alimentado como elemento de ajuste del par resistente de los acumuladores mecánicos de energía rotativos de doble giro (ARDG).

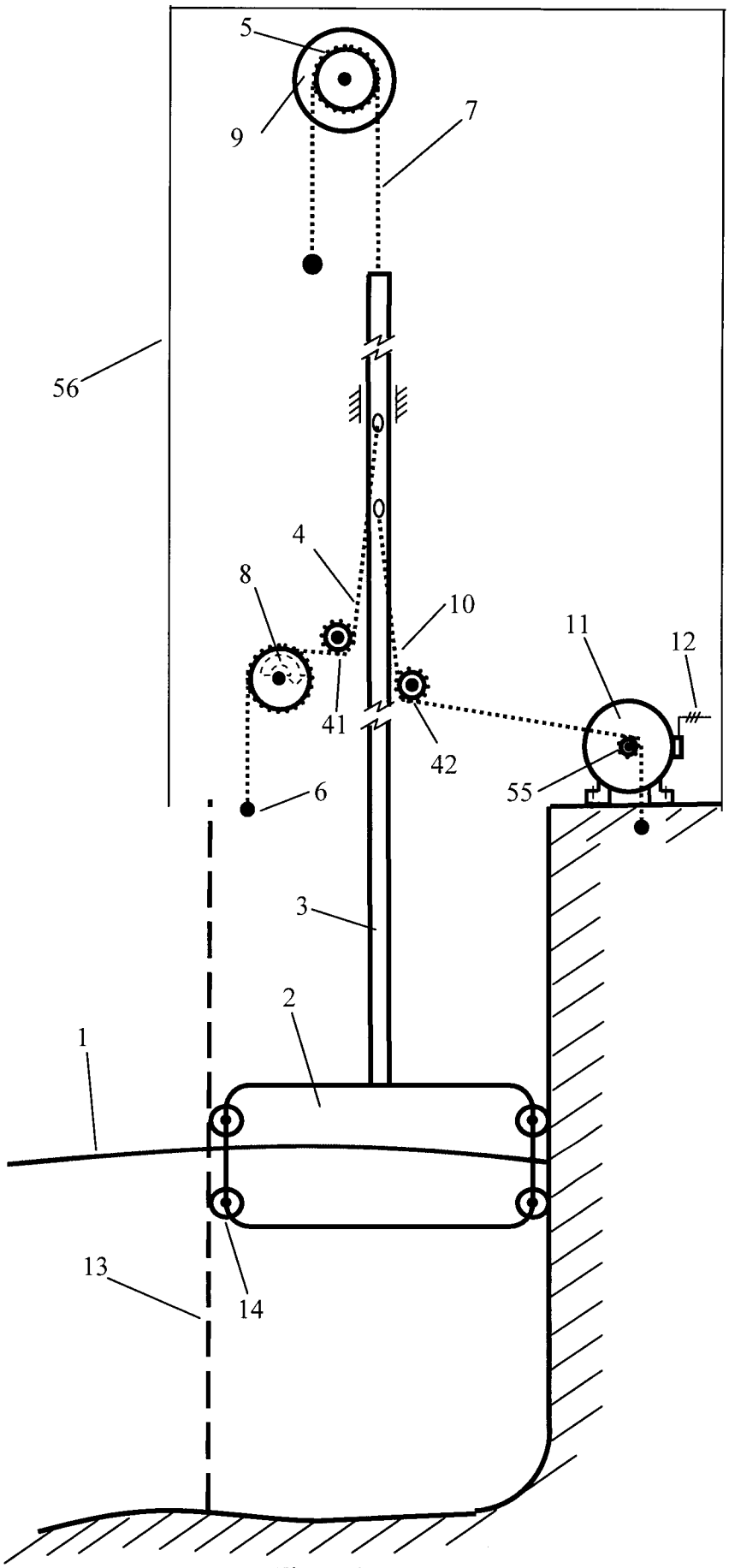

Figura 1

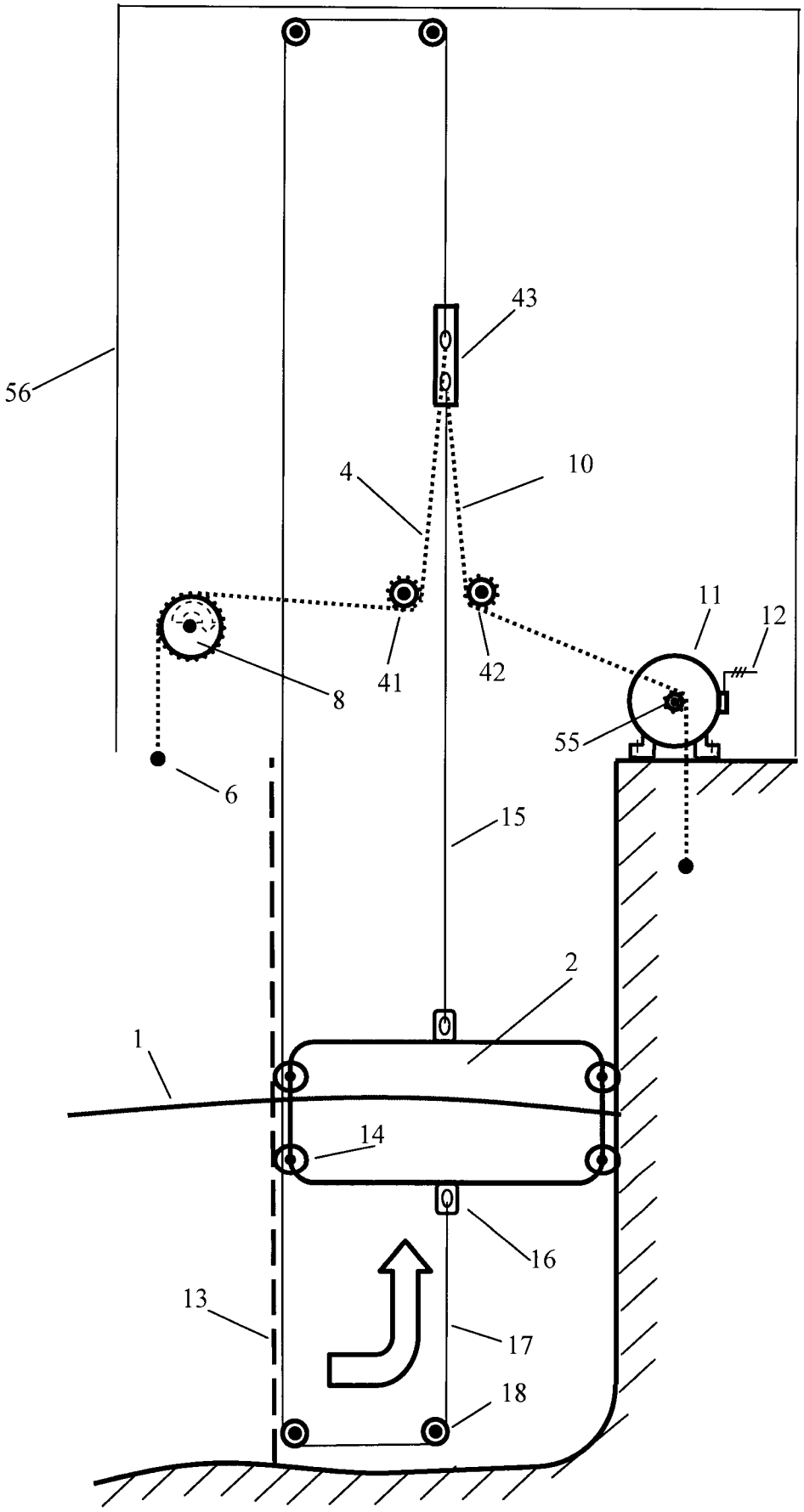

Figura 2

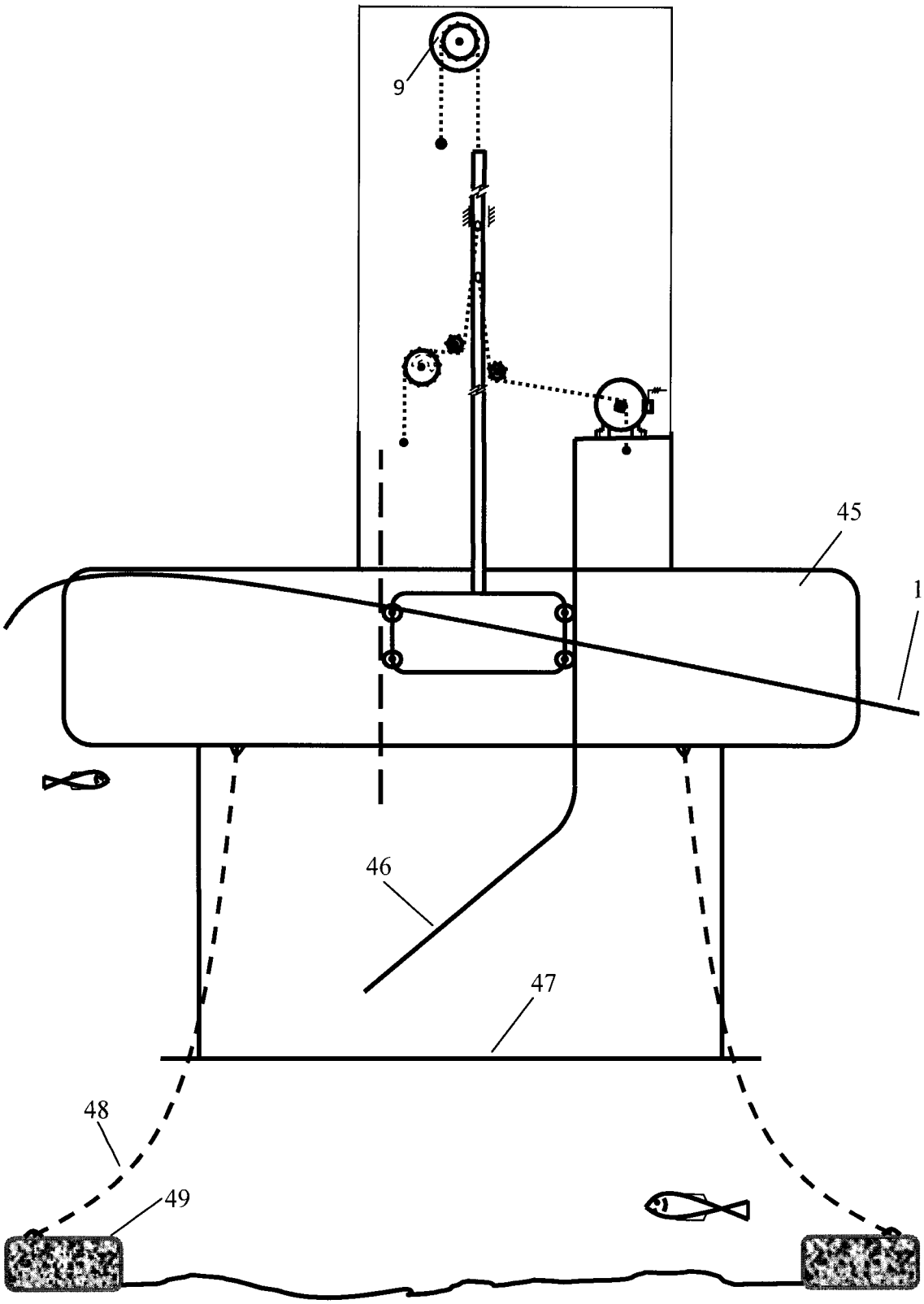

Figura 3

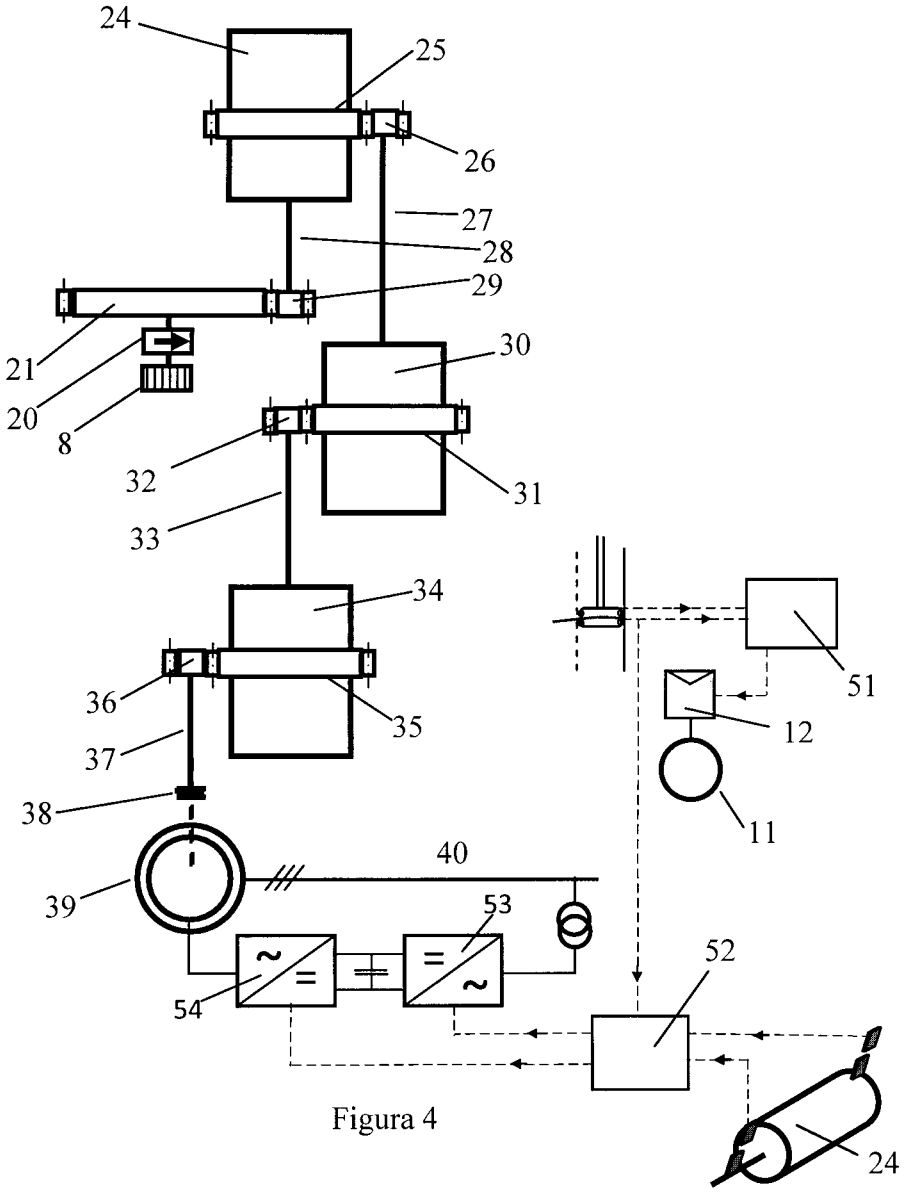

Figura 4

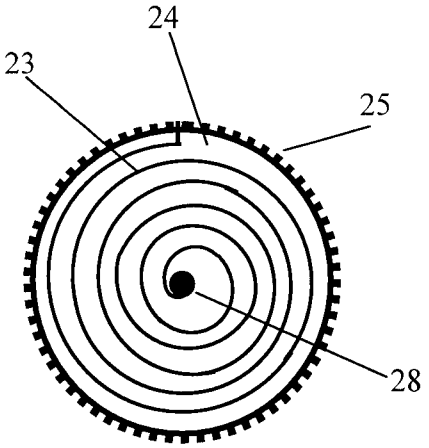

Figura 5

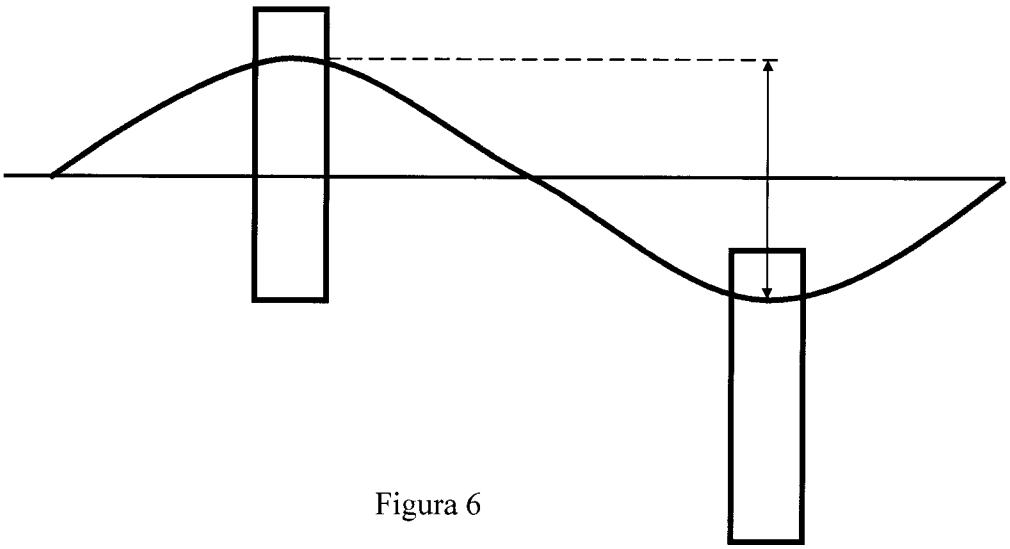

Figura 6

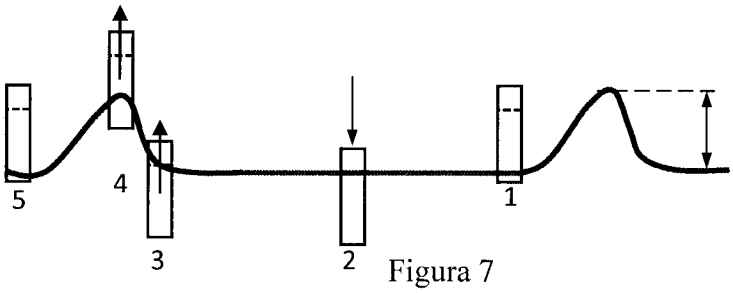

Figura 7

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 201400250

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 24.09.2014

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) **Int. Cl. :** Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	(56) **Documentos citados**	**Reivindicaciones afectadas**
X	CN 103291529 A (LI BIN ET AL.) 11/09/2013, resumen de la base de datos EPODOC, recuperado de EPOQUE; figuras.	1
X	CN 102913370 A (LOGISTIC ENGINEERING UNIVERSITY OF PLA) 06/02/2013, resumen de la base de datos EPODOC, recuperado de EPOQUE; figuras.	1
E	ES 2549830 A1 (UNIV DA CORUNA) 02/11/2015, página 5, líneas 12, 13; figura 6; reivindicación 1.	1
A	US 2014097617 A1 (ROHRER JOHN W) 10/04/2014, párrafos 15, 22, 24, 26, 28, 52.	2, 3
A	US 2010201130 A1 (ELFEKKY ALAA ELDEEN HASSAN) 12/08/2010, todo el documento.	2, 3
A	US 6476512 B1 (RUTTA STANLEY) 05/11/2002, figuras 2 y 3.	3, 4
A	JP 2014122615 A (MARINEKKUS KK) 03/07/2014, todo el documento.	2

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	**Examinador**	**Página**
12.11.2015	**G. Barrera Bravo**	1/5

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

F16H33/02 (2006.01)
F03B13/14 (2006.01)
F03B17/02 (2006.01)

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

F16H, 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, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 12.11.2015

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	2-9	**SI**
	Reivindicaciones	1	**NO**
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	2-9	**SI**
	Reivindicaciones	1	**NO**

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	CN 103291529 A (LI BIN et al.)	11.09.2013
D02	ES 2549830 A1 (UNIV DA CORUNA)	02.11.2015
D03	US 2010201130 A1 (ELFEKKY ALAA ELDEEN HASSAN)	12.08.2010
D04	US 2014097617 A1 (ROHRER JOHN W)	10.04.2014

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

Se considera D01 el documento del estado de la técnica más cercano al acumulador de energía reivindicado. En adelante se utilizará la terminología empleada en las reivindicaciones de la solicitud.

El documento D01 divulga (las referencias entre paréntesis corresponden a D01) un convertidor undimotriz (título) que comprende un flotador (1) que se mueve verticalmente de forma alternativa, siguiendo el movimiento de la superficie del agua (resumen); y un acumulador de energía rotativo de doble giro multiplicador de velocidad (figura 4), montado en el tren de transformación y acumulación, que comprende un eje de entrada de energía (8), recibiendo la energía mecánica de entrada con giro unidireccional (resumen), y en dicho eje se fija un extremo de un elemento elástico acumulador (7) en espiral, estando el otro extremo de la espiral fijado a la cara interior del cilindro que la contiene (figura 4). Dicho cilindro monta una corona (13) circular, concéntrica, dentada y con el giro de todo el conjunto en el mismo sentido de giro que el eje, la cual transmite el movimiento con un giro continuo y constante (resumen) a un piñón (14), a través de engranaje (figura 1).

Reivindicación independiente 1. No presenta características técnicas que confieran novedad frente a lo ya divulgado en el documento D01 (art. 6.1 LP 11/1986). En este punto habría que mencionar también el documento de patente D02, cuya fecha de presentación (2 de mayo de 2014) es anterior a la correspondiente a la solicitud de patente (24 de septiembre de 2014), pero su publicación ha tenido lugar en una fecha posterior (2 de noviembre de 2015), pues dicho documento anticipa, por novedad, a la reivindicación 1, y forma parte del estado de la técnica en el sentido del art. 6.3 LP 11/1986 (documento de categoría E). En conclusión, la reivindicación 1 no cumpliría con el requisito de novedad.

Reivindicación dependientes 2 y 3. La diferencia entre lo divulgado en el convertidor undimotriz del documento D01 y el convertidor undimotriz de columna de agua oscilante de la reivindicación 2 reside fundamentalmente en que:
- el mecanismo para realizar la transferencia de energía desde el flotador al acumulador, es diferente;
- el convertidor undimotriz del documento D01 no incluye un sistema de inmersión parcial del flotador, ajustable en función de la altura de las olas y de la marea, que actúa antes de que se inicie cada movimiento ascendente del flotador.

En cuanto al mecanismo de transferencia de energía, en el estado de la técnica, en el campo técnico considerado, ya es conocido un convertidor undimotriz de columna de agua oscilante, con un mecanismo para realizar la transferencia de energía desde un flotador a un acumulador, que incluya los siguientes elementos: mástil - cadena - rueda dentada - rectificador de giro - multiplicador de velocidad. Por ejemplo, el documento D03 divulga (las referencias entre paréntesis corresponden a D03) un convertidor undimotriz de columna de agua oscilante para ser montado mediante estructura fija en la línea de costa, que comprende un flotador (1) que se mueve verticalmente de forma alternativa, carrera ascendente - carrera descendente, siguiendo el movimiento de la superficie del agua, y que transfiere mecánicamente la energía desde el flotador a un acumulador de energía (13, 18), a través de un mecanismo que incluye los siguientes elementos: mástil (2) - cadena (11) - rueda dentada (5, 6) - rectificador de giro (7, 8). En cuanto al multiplicador de velocidad, aunque no se me mencione explícitamente en el documento D02, hay que tener en cuenta que se trata de un elemento habitual en este tipo de transmisiones, y además, en este sentido, hay que recordar que el acumulador mecánico divulgado, entre otros, en los documentos D01 ó D02, ejerce de multiplicador de velocidad.

Por otro lado, en lo que respecta al sistema de inmersión parcial del flotador, el hecho de controlar, en un convertidor de energía undimotriz, la profundidad de inmersión del flotador según la altura de las olas, ya resulta conocido en el estado de la técnica (ver documento D04).

Ahora bien, el hecho de combinar en un mismo convertidor undimotriz del tipo de columna de agua oscilante, un tren de transformación y acumulación que incluya un acumulador de energía como el dispuesto en la reivindicación 1, junto con un mecanismo de transferencia de energía del flotador al acumulador, y un sistema de inmersión parcial del flotador, ajustable en función de la altura de las olas y de la marea, tal como resulta de las reivindicaciones 2 ó 3, se considera que se trata de una serie de características técnicas que aplicadas conjuntamente en dicho convertidor undimotriz, contribuyen a resolver el problema técnico planteado, obtener el máximo aprovechamiento energético, más allá de lo que sería una simple yuxtaposición de elementos.

Al hilo de todo lo anterior, a la vista de los documentos citados, no parece que haya indicios suficientes para que un experto en la materia hubiera procedido a combinar los documentos necesarios para anticipar las reivindicaciones 2 ó 3, y por tanto, parece que las reivindicaciones 2 y 3 cumplirían con los requisitos de novedad (art. 6.1 LP 11/1986) y actividad inventiva (art. 8.1 LP 11/1986).

Reivindicaciones dependientes 4 - 9. Dado que las reivindicaciones 4 - 9 dependen directa o indirectamente de la reivindicación 2 ó de la reivindicación 3, y tal y como se ha comentado previamente las reivindicaciones 2 y 3, a la vista de los documentos citados, parecen inventivas, en consecuencia, las reivindicaciones 4, 5, 6, 7, 8 y 9, también cumplirían con los requisitos de novedad (art. 6.1 LP 11/1986) y actividad inventiva (art. 8.1 LP 11/1986).