

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 398 121**

21 Número de solicitud: 201231832

51 Int. Cl.:

F03B 13/24 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

27.11.2012

43 Fecha de publicación de la solicitud:

13.03.2013

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE
COMPOSTELA (100.0%)
Edificio EMPRENDIA-Campus Vida
15782 Santiago de Compostela (A Coruña) ES**

72 Inventor/es:

**MAS SOLÉ, Javier y
IGLESIAS RODRÍGUEZ, Gregorio**

74 Agente/Representante:

PARDO SECO, Fernando Rafael

54 Título: **Sistema de captación de energía undimotriz mediante almacenamiento de aire comprimido en profundidad**

57 Resumen:

La presente invención describe una solución completa al problema de la extracción de energía a partir del oleaje marino y su almacenamiento en forma de aire comprimido. El sistema comprende cinco elementos: a) un elemento compresor flotante que utiliza la energía undimotriz para comprimir aire mediante la actuación de un pistón por gravedad; b) un sistema de almacenamiento de aire comprimido, formado por un tanque sumergido en el fondo del mar que contiene el aire comprimido a la presión hidrostática dada por la profundidad; c) un sistema de trasvase, formado por un conjunto de tuberías, de aire desde el compresor flotante hasta el tanque y desde éste hasta una unidad de aprovechamiento en costa, d) un sistema de fondeo; y e) un sistema autónomo de protección a eventos climáticos adversos.

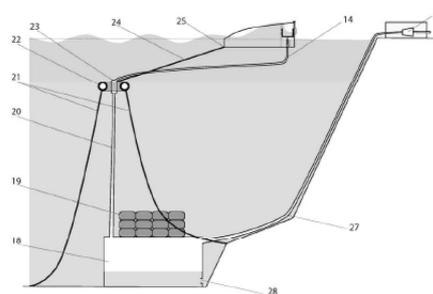


Figura 2

ES 2 398 121 A1

DESCRIPCIÓN

Sistema de captación de energía undimotriz mediante almacenamiento de aire comprimido en profundidad.

SECTOR TÉCNICO DE LA INVENCIÓN

- 5 La presente invención se refiere a sistemas de obtención y almacenamiento de energía a partir de fuentes de energía renovables. De forma más concreta se refiere a la extracción de energía a partir del oleaje marino (energía undimotriz) y su almacenamiento en forma de aire comprimido.

ESTADO DE LA TÉCNICA

10 Cada día se hace más evidente la necesidad de complementar los sistemas de captación de energías renovables con mecanismos de acumulación energética que permitan hacerlas gestionables. Entre las múltiples alternativas que se barajan se encuentra el almacenamiento de aire comprimido. Una de las características que penalizan esta estrategia frente a otras, como el uso del hidrógeno, es su baja densidad energética. Una posibilidad para superar este inconveniente consiste en utilizar depósitos de gran volumen, lo cual se realiza de hecho en cavernas salinas. En ausencia de condiciones
15 geológicas favorables, la opción de recurrir a tanques artificiales pasa por aumentar la presión de acumulación. Ello supone un inconveniente técnico y de seguridad que afecta seriamente a la viabilidad económica de este tipo de sistemas.

El uso de la energía de origen undimotriz y su acumulación en forma de aire comprimido ha sido analizado en varios documentos patentes, US644093 y GB2466480. La posibilidad de almacenar aire
20 comprimido en el fondo del mar surge como una opción natural ya que la presión hidrostática aumenta linealmente con la profundidad. Algunos documentos de patentes, como US2011070031, US7743609 y WO2011038140 sólo se refieren a la utilización de un tanque submarino para el almacenamiento de energía en forma de aire comprimido, sin especificar la fuente primaria que genera la compresión del aire. Por el contrario, patentes como US20110266803 o US3879950 sí
25 combinan la captación de energía maremotriz para producir aire comprimido con el que movilizar un generador eléctrico, sin hacer referencia al almacenamiento. En EP2123903A1 se abordan ambos problemas, es decir la conversión de energía eólica en aire comprimido almacenado en un tanque submarino. Sin embargo, diseño propuesto no está enfocado al almacenamiento de energía a gran escala.

30 Hay dos características que comparten la gran mayoría de soluciones presentes en el estado de la técnica basadas en la conversión de energía mecánica del oleaje en aire comprimido:

- Por un lado el mecanismo de captación de energía undimotriz se basa en la variación de nivel de un elemento móvil flotante frente a un elemento fijo (anclado al fondo del mar). Este movimiento relativo empuja un pistón que comprime aire de manera acompasada con el paso
35 de las olas, tal y como se muestra en WO2012008993 y WO2011056919. Una desventaja común a este tipo sistemas es que si la cota de la ola no es suficiente, el empuje del pistón flotante no consigue vencer la presión interna en el depósito de almacenamiento. Dicho de otra manera, a mayor presión interna, habrá una fracción superior de olas que serán inefectivas. Esta limitación ha sido muy bien expuesta en US5394695, donde se hace un análisis crítico pormenorizado de las patentes previas basadas en el movimiento relativo de
40 elementos flotantes. En la mencionada patente se desarrolla una propuesta para superar este inconveniente mediante la concatenación de compresores por flotación. Pero el número de mecanismos se multiplica y la solución propuesta, globalmente es compleja, algo que debe ser evitado en lo posible en este tipo de dispositivos que deben poder operar con muy bajo
45 mantenimiento.

- Por otro lado en todos los sistemas captadores que trabajan mediante este procedimiento, el elemento fijo se sujeta a una estructura fija anclada rígidamente al fondo del mar, véase por ejemplo WO2008103344, WO2011056919 o US2011266803, de lo contrario, su movimiento de flotación, por ligero que fuese, haría aún más ineficientes las olas que desplazan el elemento móvil al reducirse el desplazamiento relativo. De forma práctica, esta característica encarece mucho la instalación y, de hecho, la hace inviable a profundidades superiores a 100m.

En ES2302619 se propone un dispositivo de captación por rebase compuesto por dos cascos flotantes formando una V, en el que el agua de rebase llena un depósito elevado y su desagüe al mar es utilizado para propulsar microturbinas de generación eléctrica. El problema de este dispositivo es que no permite almacenar energía para su uso posterior.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La necesidad de superar las limitaciones presentes en el estado de la técnica impone severas condicionantes sobre las partes que componen el dispositivo, que hacen que el problema deba ser estudiado de manera global: para almacenar energía a gran escala, es necesario trabajar a alta presión y para ello se hace imprescindible trabajar en aguas profundas; en consecuencia, es necesario que el dispositivo disponga de un sistema de captación flotante y no fijo al fondo. La conexión de dicho sistema de captación a un depósito profundo requiere el diseño de un sistema de tuberías y fondeo adecuado; finalmente, en alta mar, el sistema va a trabajar en condiciones adversas, con lo que deberán tener un diseño muy simplificado sin apenas necesidades de mantenimiento, y contar con un mecanismo de protección frente a adversos climáticos.

La presente invención describe una solución completa al problema de la extracción de energía a partir del oleaje marino y su almacenamiento en forma de aire comprimido. El sistema comprende cinco elementos: a) un elemento compresor flotante que utiliza la energía undimotriz para comprimir aire mediante la actuación de un pistón por gravedad; b) un sistema de almacenamiento de aire comprimido, formado por un tanque sumergido en el fondo del mar que contiene el aire comprimido a la presión hidrostática dada por la profundidad; c) un sistema de trasvase, formado por un conjunto de tuberías, de aire desde el compresor flotante hasta el tanque y desde éste hasta una unidad de aprovechamiento en costa, d) un sistema de fondeo; y e) un sistema autónomo de protección ante eventos climáticos adversos.

El elemento compresor es un dispositivo flotante que funciona por rebase del oleaje y acumula agua en un depósito elevado sobre el nivel del mar. El aumento de peso del depósito presiona por gravedad un sistema de tipo cilindro-pistón que comprime el aire y lo inyecta en una tubería a través de una válvula de no retorno. Dicho conducto comunica con un tanque depositado en el fondo y convenientemente lastrado, donde el aire comprimido entra y desaloja el agua en su interior. La presión en el tanque es igual a la presión hidrostática dada por la profundidad a la que éste se encuentra sumergido. El aire comprimido puede conservarse todo el tiempo que sea necesario hasta su utilización, para utilizarlo se evacúa a través de otra tubería hasta la unidad de aprovechamiento en superficie, donde, por descompresión, puede utilizarse para diferentes tareas que requieran un trabajo mecánico. Entre ellas cabe destacar la propulsión de una máquina o turbina de generación eléctrica, o su aprovechamiento para desalinizar agua de mar por ósmosis inversa.

El sistema es autónomo y no requiere de aparatos auxiliares eléctricos para su funcionamiento e incorpora de manera natural mecanismos para la variación de su geometría según el estado del oleaje, incluyendo un mecanismo autónomo de autoprotección por inmersión en caso de adversos climáticos intensos.

La presente invención se ha llevado a cabo imponiendo una serie de requisitos sobre la configuración de elementos mecánicos que solucionan simultáneamente:

- la posibilidad de trabajar sin soporte rígido, aunque sí con un fondeo de alta profundidad
- la capacidad de comprimir aire a alta presión
- 5 - la simplificación extrema de todos los elementos mecánicos activos y pasivos
- la adaptabilidad a las condiciones del oleaje para poder optimizar el rendimiento
- la existencia de un mecanismo de protección ante condiciones adversas extremas

Los dos primeros requisitos ya han sido justificados anteriormente en base a un objetivo de almacenamiento de energía a gran escala. La simplicidad del diseño se sigue ya que el sistema, trabajando en mar abierto, debe precisar un mantenimiento muy escaso y cuantos menos elementos incluya menor será su mantenimiento. En ese sentido, la posibilidad de evitar sistemas auxiliares eléctricos es muy aconsejable. Además, los elementos sumergidos a gran profundidad (tuberías y depósitos) deben poder permanecer operativos en el tiempo con un mantenimiento nulo. La adaptabilidad a las condiciones del mar tiene una doble vertiente. Por un lado, debe permitir cambiar la geometría para aprovechar el régimen de oleaje de la manera más efectiva posible; y además, las condiciones del océano en mar abierto pueden ser destructivas. Así, el dispositivo debería incorporar mecanismos autónomos de optimización y protección.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

20 Las modalidades detalladas en las figuras se ilustran a modo de ejemplo y no a modo de limitación:

La Figura 1 muestra el modo de operación del sistema de compresión de aire paso a paso

La Figura 2 muestra una realización particular de la instalación completa que incluye el sistema de compresión, el sistema de almacenamiento de aire comprimido, así como el sistema de trasvase por tuberías y el sistema de fondeo.

25 La Figura 3 muestra el sistema autónomo de protección por inmersión frente a un adverso climático.

La Figura 4 muestra una imagen tridimensional del elemento compresor y su variación de apertura según el estado del oleaje.

La Figura 5 muestra un diseño de la boya toroidal de fondeo así como de la unión del cable de amarre a un anclaje móvil que desliza por un carril.

30 La Figura 6 muestra una sección vertical del codo neumático con rotación que hay en el centro de la boya toroidal, así como de la estructura en anillos con una camisa interior para la tubería de aire.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

De acuerdo a una realización particular de la invención el sistema de captación de energía undimotriz mediante almacenamiento de aire comprimido en profundidad comprende cinco partes diferenciadas:

- 35 a) Elemento Compresor
- b) Sistema de almacenamiento

- c) Sistema de trasvase
- d) Sistema de fondeo
- e) Sistema autónomo de protección

Vamos, a continuación, a analizar cada parte separadamente

5 a) Elemento compresor

El elemento compresor entra dentro de la familia de los denominados "captadores de energía undimotriz por rebase". El objetivo de este elemento consiste en amplificar la cota de la ola incidente para producir una conversión de energía cinética en potencial. Dicho incremento de cota permite rebasar una altura y llenar un depósito que se encuentra elevado sobre el nivel medio del mar.

10 El dispositivo amplificador es similar a un doble casco que se abre en V y adapta su orientación y apertura a la dirección y estado del oleaje. El perfil del doble casco en V (1) actúa produciendo un efecto convergente en el flujo de la masa de agua incidente. Por incompresibilidad, el agua incrementa su altura y acaba rebasando la barrera (2), llenando un depósito (3) que se sitúa inmediatamente detrás.

15 El depósito de llenado (3) va sujeto a un bastidor (6) y desliza verticalmente a lo largo de una serie de carriles con rodamientos (5). El depósito se encuentra unido por un cable (4) a un contrapeso (7). Así, en vacío, el depósito tiende a situarse en el extremo superior de su recorrido, y el lastre en el inferior.

Por su base, el depósito apoya sobre un pistón convencional. Dicho pistón consiste en un émbolo cilíndrico (8) que encaja herméticamente en un cilindro hueco o cámara de compresión (10). El cilindro conecta, a través de una válvula de no-retorno (12), con una tubería submarina presurizada (14) que contiene aire comprimido.

20 El rebase del agua ocasiona el llenado del depósito (3) y, consecuentemente, el aumento de peso en el mismo. El peso del conjunto hace que el cilindro descienda comprimiendo el aire que se encuentra en la cámara (10). Cuando el peso del agua acumulada es suficiente para que la presión en dicha cámara supere la del aire en la tubería (14), se abre la válvula (12) y el pistón inyecta toda la masa de aire contenida en la cámara de compresión dentro de la tubería (14).

Al alcanzar el depósito la posición más baja del recorrido, se abre una trampilla (17), que permite desaguar el contenido del depósito de forma que éste quede vacío. A continuación la acción del contrapeso (7) provoca que el depósito vacío ascienda hasta su posición superior induciendo un efecto de succión a través de la válvula (11) que conecta con un respiradero (9). De esta manera, la cámara de compresión (10) vuelve a llenarse con aire del exterior a presión atmosférica y puede dar comienzo el siguiente ciclo de llenado del depósito y consiguiente compresión.

Es interesante comparar el rendimiento de la presente invención con el de otras basadas en la variación de nivel por flotación de un émbolo. Como se mencionó anteriormente, la necesidad de vencer una presión determinada impone un corte en la efectividad de las olas que no alcancen la amplitud suficiente que proporcione el empuje necesario para abrir la válvula e inyectar el aire. Por contra, el mecanismo que se propone aquí se basa en la acumulación de agua en un depósito elevado. En ese sentido, el espectro de olas que son efectivas es mucho mayor. Un oleaje más o menos intenso se traduce de forma natural en un ritmo mayor o menor de llenado y, por tanto, de accionamiento del pistón por gravedad. Este cambio de ritmo es la adaptación natural del sistema a las condiciones del mar. En el diseño que se propone, hay una variable adicional que permite optimizar aun más el rendimiento para hacer que las olas de menor amplitud puedan rebasar la barrera, mediante el cambio de ángulo de apertura de los cascos en V. Para oleajes someros, éste

ángulo deberá ser máximo, mientras que, a medida que la intensidad aumenta dicha apertura irá disminuyendo. La presencia de aire comprimido conectado al elemento compresor permite introducir una importante mejora con respecto al sistema presentado en la patente ES2302619, en el cual la variación de ángulo de los cascos debe realizarse mediante un motor eléctrico acoplado a una batería. En alta mar no es conveniente incorporar motores eléctricos auxiliares ni grandes baterías de difícil mantenimiento. En el caso presente este motor no es necesario, y basta con extraer de la tubería de aire comprimido una fracción de aire a través de una electroválvula (15) y alimentar de esta manera un cilindro neumático (16) que actúa sobre los cascos y obligándoles a abrir su ángulo en bisagra. La activación de la electroválvula requiere sólo un mínimo circuito eléctrico estanco dotado de una pequeña batería.

b) Sistema de almacenamiento

En la Figura 2 se representa un esquema completo del sistema de captación de energía undimotriz que incluye los sistemas de compresión, trasvase, almacenamiento y fondeo. El final de la tubería (20) conecta libremente con el sistema de almacenamiento (18), como puede ser un tanque emplazado en el fondo marino, convenientemente lastrado (19). El tanque cuenta con una abertura en su parte inferior (28), por la que el agua del mar puede entrar y salir libremente. De esta manera, el aire, al ser inyectado por la parte superior del tanque, desaloja el agua por la abertura inferior (28). La presión del aire en el tanque es igual a la presión hidrostática del agua y ésta es función de la profundidad a la que se sitúe, creciendo aproximadamente a un ritmo de un bar cada diez metros.

El aire comprimido en el tanque puede permanecer en el mismo todo el tiempo que se desee. Dicho tanque no tiene por qué ser especialmente reforzado, y su función esencial es la de actuar como pared entre aire y agua. Sin embargo, la fuerza de Arquímedes hace que todo el conjunto tienda a ascender por flotación. Ello obliga a usar un lastrado (19) suficiente que disminuye con la profundidad, pues la densidad del aire se aproxima más a la del agua. Este lastrado se puede llevar a cabo utilizando materiales pesados baratos tales como bidones llenos de arena o cemento, rocas, etc.

c) Sistema de trasvase

Las tuberías (14) y (20) del sistema de trasvase, conducen el aire desde el elemento compresor hasta el depósito submarino, y desde allí otra tubería (27) conduce el aire desde el depósito submarino hasta la unidad de aprovechamiento (26). La presión del aire en todo el sistema de conducción es prácticamente constante e igual a la presión en el tanque de almacenamiento. A la presión del aire en el interior de las tuberías se opone la del agua en el exterior. Estas dos presiones están equilibradas en el fondo del mar, y son más desiguales conforme se asciende, siendo máximamente dispares en superficie. Ello requiere que el espesor de las paredes de la tubería sea variable y mayor en la parte superior que en la inferior. Así, en el fondo del mar pueden ser simplemente mangueras de material plástico de alta durabilidad, al ser despreciable el diferencial de presión.

Una de las características importantes de la solución que se presenta es la movilidad de todos sus componentes. Al carecer de una estructura fija al fondo marino, el sistema de tuberías debe presentar una tolerancia al movimiento. En particular, la tubería debe poder curvarse ligeramente tal y como se observa en la Figura 2. La solución que se propone consiste en una camisa impermeable (32) de material plástico flexible reforzado exteriormente mediante un enrollado de fibra de carbono, o mediante un zunchado de cilindros de acero engarzados sucesivamente (33). En el segundo caso, estas piezas cilíndricas encajan con un mínimo juego de tal forma que a largas distancias la tubería pueda curvarse.

Como se aprecia en las figuras 2 y 3, la tubería que conecta el compresor flotante con el depósito submarino se divide en dos tramos (14) y (20). El acoplamiento entre estos dos tramos se efectúa

mediante un codo neumático pivotante (23). Esto es necesario para cumplir dos requisitos: compatibilizar el sistema de trasvase con el de fondeo, y evitar la torsión de las tuberías con el cambio de orientación del compresor

- 5 De una apertura (18) de la parte superior del depósito submarino el aire comprimido abandona el tanque a través de una segunda tubería (27). Esta tubería, extendida a lo largo del fondo marino, emergerá en costa donde se inserta en el sistema de aprovechamiento del aire comprimido (26), el cual puede emplearse con diversos fines, como por ejemplo en la generación de electricidad mediante una turbina, en desalinización de agua de mar por ósmosis inversa o en la generación de frío en una industria conservera.
- 10 El trasvase de aire comprimido a grandes distancias conlleva de manera natural una pérdida de presión o carga. La pérdida de presión por unidad de longitud depende fundamentalmente de cuatro parámetros: la velocidad de flujo, la presión del aire, la sección de la tubería y la rugosidad de la superficie interior. El flujo depende de la velocidad de compresión del elemento flotante y puede ser una cantidad muy variable. La presión tampoco la podemos elegir, pues viene dada por la
- 15 profundidad del depósito de almacenamiento. La rugosidad puede reducirse eligiendo un material plástico adecuado para la camisa interior plástica. La sección de la tubería nos ofrece el mejor mecanismo para actuar sobre la pérdida de carga. Esencialmente, el espesor de la pared es proporcional al salto de presión por el radio de la sección de tubería. Por ello, cerca de la superficie, dicha sección no puede ser demasiado grande, ya que exigiría camisas de un grosor muy elevado. A
- 20 medida que se gana en profundidad el diferencial de presión se reduce con lo que es posible aumentar la sección sin comprometer la resistencia. De esta manera, la pérdida de carga por unidad de longitud puede hacerse muy pequeña en la parte más larga del recorrido (el fondo marino), usando tuberías de sección más ancha. Independientemente de este hecho, la pérdida de carga puede, finalmente, ser un beneficio. Por ejemplo, si el aire almacenado se encuentra a 100 bares de presión
- 25 en el tanque, en la unidad de aprovechamiento en superficie, para mover turbinas de generación eléctrica, presiones de 10-30 bares son más que suficientes. En este sentido, el propio sistema evita la necesidad de acoplar una válvula reductora de presión.

d) Sistema de FONDEO

- 30 El dispositivo objeto de la presente invención no requiere un anclaje rígido al fondo marino, por lo que puede trabajar a profundidades mayores que los sistemas convencionales. Ello es importante para poder aprovechar tanto la mayor amplitud del oleaje en alta mar, como la presión hidrostática de almacenaje que es proporcional a la profundidad. A cambio se hace necesario un fondeo que permita que, en todo momento, la orientación del eje de apertura del perfil flotante se mantenga perpendicular
- 35 al oleaje, mediante un efecto veleta.

- Un detalle importante a tener en cuenta en el esquema es la compatibilización del sistema de fondeo con el de trasvase de aire al tanque en profundidad. Existe la posibilidad de que la orientación del compresor flotante varíe en más de 360 grados. Se debe evitar que, en caso de que esto suceda, el sistema de fondeo y el de trasvase de aire, interfieran o se enreden. En una realización particular de
- 40 la invención este punto se resuelve mediante el amarre intermedio a una boya toroidal semi-sumergida (22). Dicha boya se encuentra sujeta mediante tres cables catenarios (21) al fondo marino, de modo que su posición será resistente a desplazamiento y rotación sin necesidad de ser totalmente fija. La tubería de aire debe pasar por el interior de esta boya toroidal y, a continuación, sumergirse hacia el tanque en profundidad. Además, un cable (24) unirá el extremo de ataque del compresor flotante (25) a la boya toroidal, de manera que, en todo momento, se mantenga la orientación de la
- 45 apertura hacia el frente de oleaje. En la Figura 5 puede verse en detalle un diseño de la boya. Tanto la tubería presurizada, como el cable de amarre, se unen al codo neumático pivotante fijo (23) en el

centro de la boya toroidal, de tal forma que se mueva solidariamente con la misma. Una sección vertical de dicho elemento puede observarse en la Figura 6, consta de dos vasijas (34) y (36) unidas por una junta tórica (38), y que pueden girar relativamente gracias a un tren de rodamientos (37). Con el volumen interior lleno de aire comprimido ambas vasijas tenderán a separarse, lo que comprimirá la junta tórica. Ello asegurará por un lado la estanqueidad neumática, y por otro lastrará por rozamiento la rotación relativa. Por ello es importante que la junta tórica sea de un material deslizante y lubricado. Al ser mínimo y muy lento el movimiento relativo de ambas vasijas, la lubricación durará años sin necesidad de revisión. El par de torsión necesario para forzar el giro del casquete superior sobre el inferior proviene del anclaje del cable de amarre (24) del compresor al codo por un fleje (35). Con un cambio de orientación de dicho compresor flotante, la tracción a través de este cable producirá un torque sobre la vasija superior que la hará girar con respecto a la inferior, sujeta a la boya, que está fijada por tres cables al fondo marino que impiden su giro. La incorporación de este codo rotatorio es esencial para evitar el retorcimiento de la camisa interna de la tubería (32).

e) Sistema autónomo de protección

El sistema que se presenta incorpora un mecanismo autónomo de protección frente a oleajes de excesiva amplitud, denominados adversos climáticos, que pueden resultar destructivos para el aparato. Al igual que para el cambio de ángulo de apertura, la utilización de aire comprimido permite solucionar este objetivo sin necesidad de ningún mecanismo auxiliar. Tal y como se observa en la figura 3, en caso de eventos violentos, bien mediante control remoto, o mediante un sensor de oleaje, el compresor puede abrir una electroválvula (29) y permitir que el agua inunde los cascos en V, los cuales, en este contexto actúan como tanques de flotación, para sumergirse completamente. Generalmente, 20-30 metros de profundidad son suficientes para dejar de percibir los efectos del oleaje. La profundidad de inmersión se controla colgando el aparato de una pluralidad de cuerdas de longitud fija (30) atadas a una boya (31) por su extremo libre la cual permanece flotando en superficie. Una vez transcurrido el evento climático adverso, mediante la apertura de otra electroválvula de admisión (13) acoplada a la tubería presurizada inferior (14), el aire entra a presión en el interior de los cascos en V. De esta manera, la expansión de una pequeña cantidad de aire a presión en los tanques desalojará el agua de los mismos, reflatando el dispositivo que volverá a la superficie para poder continuar su operación.

30

REIVINDICACIONES

- 1- Un sistema de captación de la energía producida por el oleaje marino, energía undimotriz, mediante almacenamiento de aire comprimido en profundidad que comprende:
- 5
- a. un elemento compresor;
 - b. un sistema de trasvase de aire comprimido;
 - c. un sistema de almacenamiento de aire comprimido;
 - d. un sistema de fondeo; y
 - e. un sistema de protección frente a adversos climáticos.
- 10
- 2- El sistema según la reivindicación 1, en el que el elemento compresor comprende:
- a. un dispositivo amplificador de doble casco en V (1) que produce un efecto convergente en el flujo de la masa de agua incidente y eleva dicha masa de agua;
 - b. un depósito (3) acoplado a la parte posterior del dispositivo amplificador que se desliza verticalmente mediante unos raíles con rodamientos (5) y que está conectado mediante un cable (4) a un contrapeso (7);
 - c. un pistón cilíndrico (8) que se mueve solidariamente con el contrapeso, que encaja en un cilindro hueco o cámara de compresión (10) que se conecta a través de una válvula de no-retorno (12) a una tubería submarina (14);
 - d. una válvula (11) conectada a un respiradero (9) que permite el llenado con aire de la cámara de compresión (10); y
 - e. una electroválvula (15) que alimenta a un cilindro neumático (16) que permite cambiar el ángulo del dispositivo amplificador (1).
- 15
- 20
- 3- El sistema según la reivindicación 2, en el que el depósito (3) comprende una trampilla (17) que desagua su contenido una vez que este ha llegado a la posición más baja de su recorrido.
- 25
- 4- El sistema según la reivindicación 1, en el que el sistema de trasvase de aire comprimido comprende:
- a. dos tuberías (14) y (20) que conducen el aire comprimido desde el elemento compresor hasta el sistema de almacenamiento de aire comprimido;
 - b. una tubería (27) que conduce el aire comprimido desde el sistema de almacenamiento de aire comprimido hasta una unidad de aprovechamiento; y
 - c. un codo neumático pivotante (23) que conecta las tuberías (14) y (20).
- 30
- 5- El sistema según la reivindicación 4, en el que el codo neumático pivotante (23) comprende dos vasijas, (34) y (36), unidas por una junta tórica (38) que pueden girar libremente gracias a un tren de rodamientos (37); y un fleje (35) que sirve de amarre del elemento compresor mediante un cable (24).
- 35

- 6- El sistema según la reivindicación 4, en el que las tuberías comprenden una camisa impermeable (32) de material plástico flexible mediante enrollado de fibra de carbono o una camisa impermeable (32) de material plástico flexible mediante zunchado de cilindros de acero engarzados sucesivamente (33).
- 5 7- El sistema según la reivindicación 1, en el que el sistema de almacenamiento de aire comprimido comprende:
- a. un depósito (18) emplazado en el fondo marino; y
 - b. un lastre (19) que mantiene el depósito en el fondo marino.
- 10 8- El sistema según la reivindicación 7, en el que el depósito comprende una abertura conectada a la tubería (20) por la que se introduce el aire comprimido; una abertura conectada a una tubería (27) por la que se envía el aire comprimido a una unidad de aprovechamiento (26); y una abertura inferior (28) por la que puede entrar y salir el agua libremente.
- 15 9- El sistema según la reivindicación 1, en el que el sistema de fondeo comprende:
- a. una boya toroidal semisumergida (22) en cuyo interior se encuentra el codo neumático pivotante (23);
 - b. tres cables catenarios (21) anclados al fondo marino y conectados a la boya (22); y
 - c. un cable de amarre (24) que une la boya con el extremo del compresor flotante (25).
- 20 10- El sistema según la reivindicación 1, en el que el sistema autónomo de protección frente a adversos climáticos comprende una electroválvula (29) que permite inundar los cascos del elemento compresor; una pluralidad de cuerdas (30) de longitud fija ancladas a una boya (31) que permanece flotante en la superficie para mantener al elemento compresor sumergido a una profundidad dada por la longitud de las cuerdas; una electroválvula de admisión (13) acoplada a la tubería (14) que permite introducir aire comprimido en los cascos del elemento compresor y reflotarlo una vez que el adverso climático ha transcurrido.

25

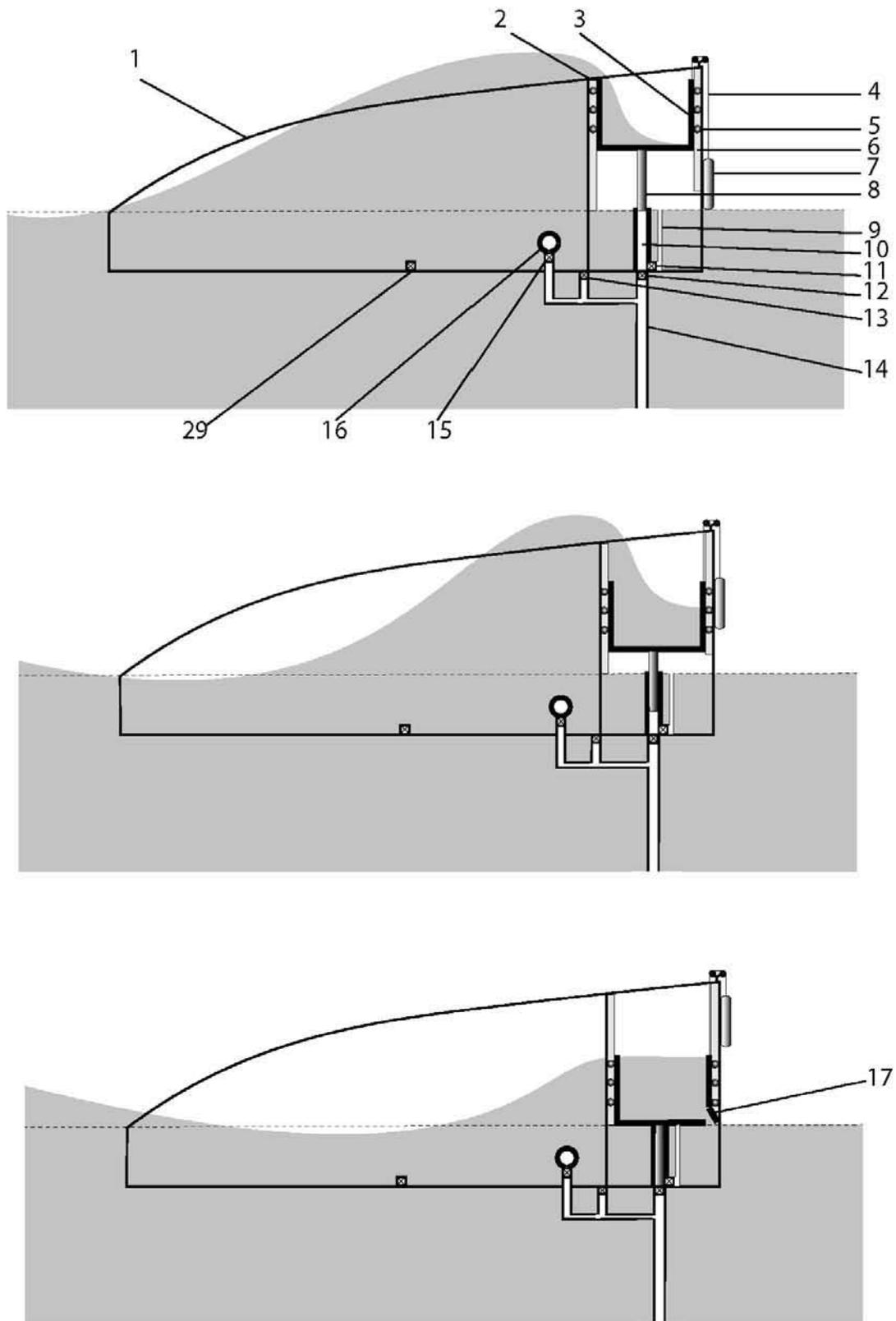


Figura 1

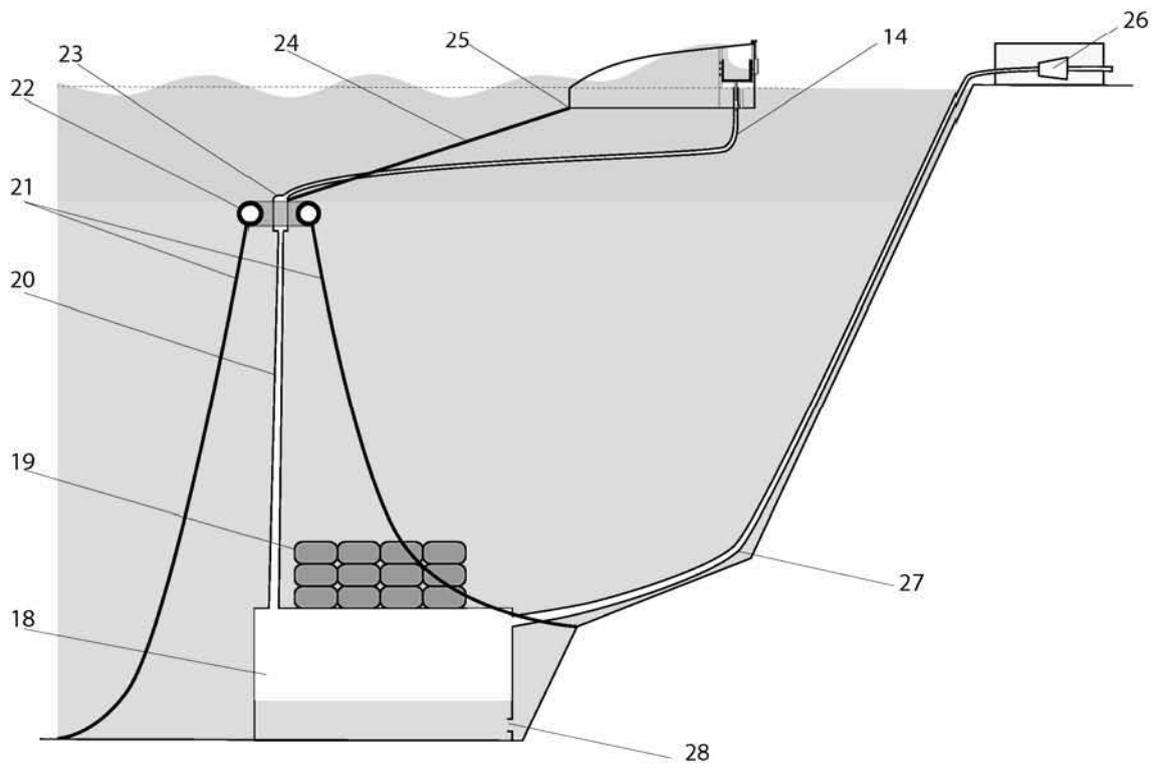


Figura 2

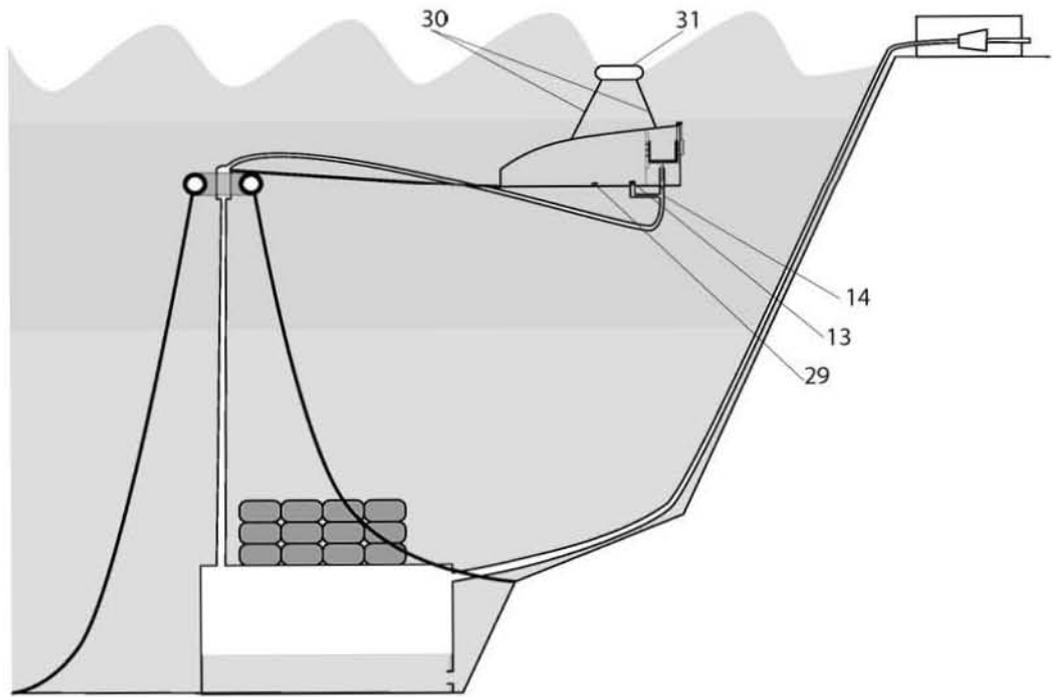


Figura 3

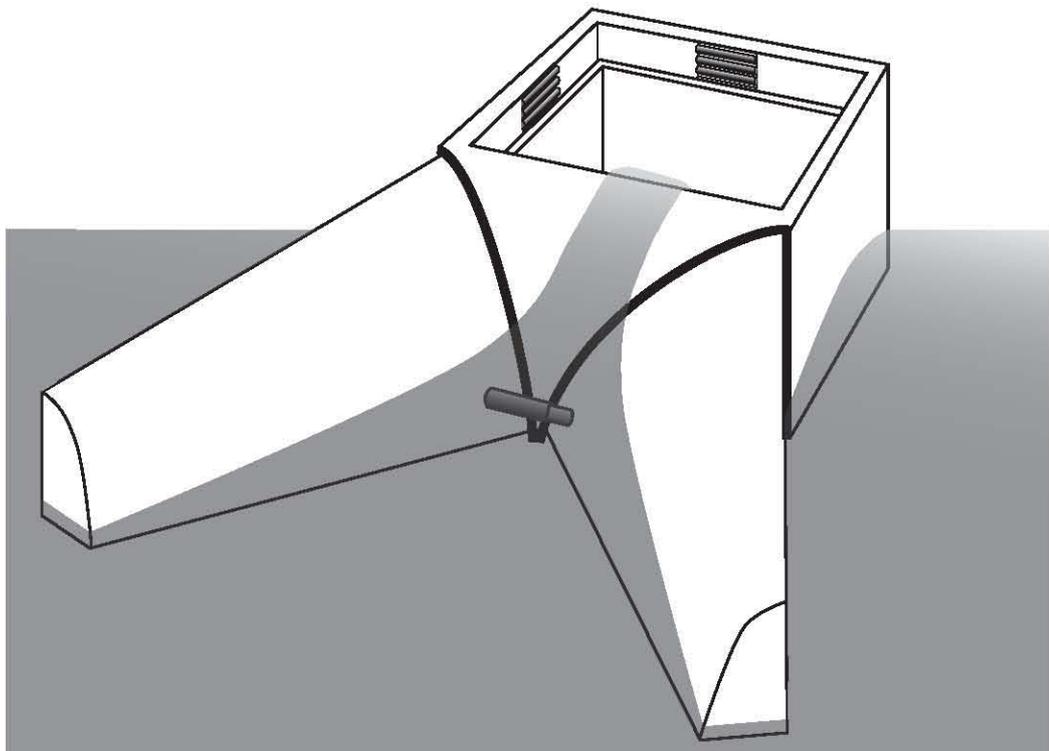
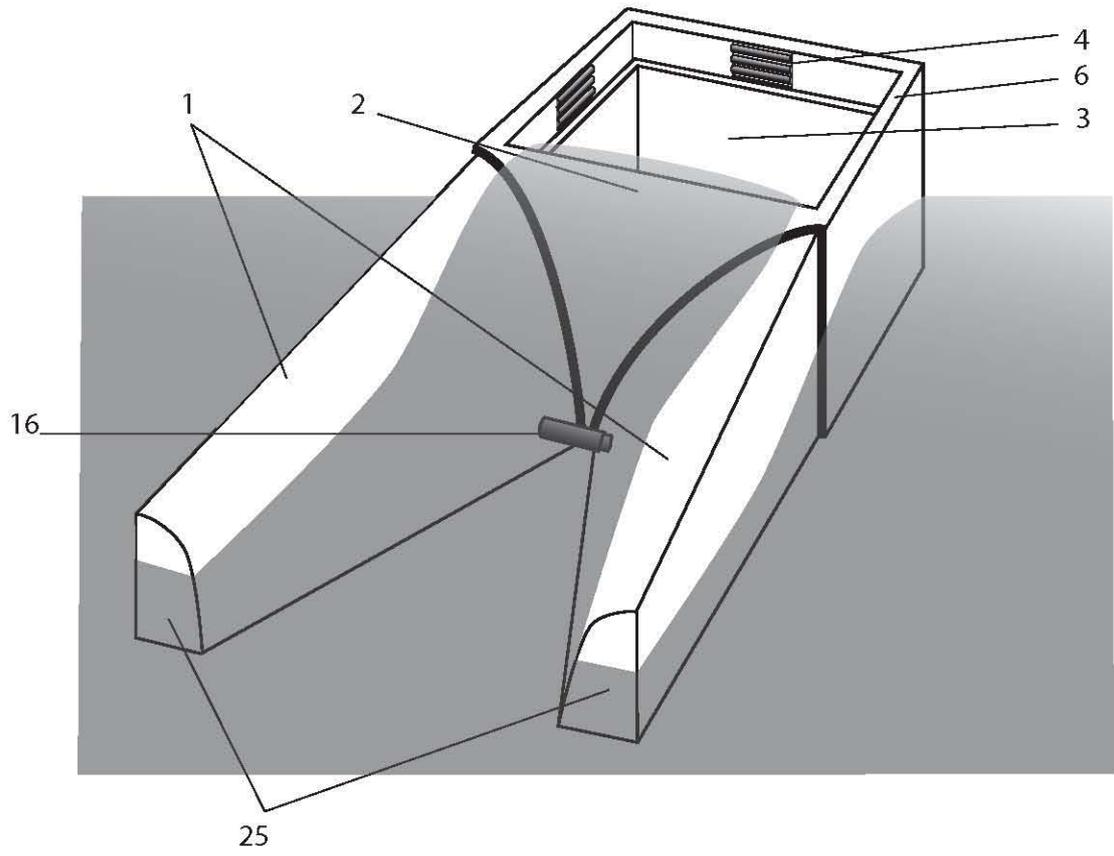


Figura 4

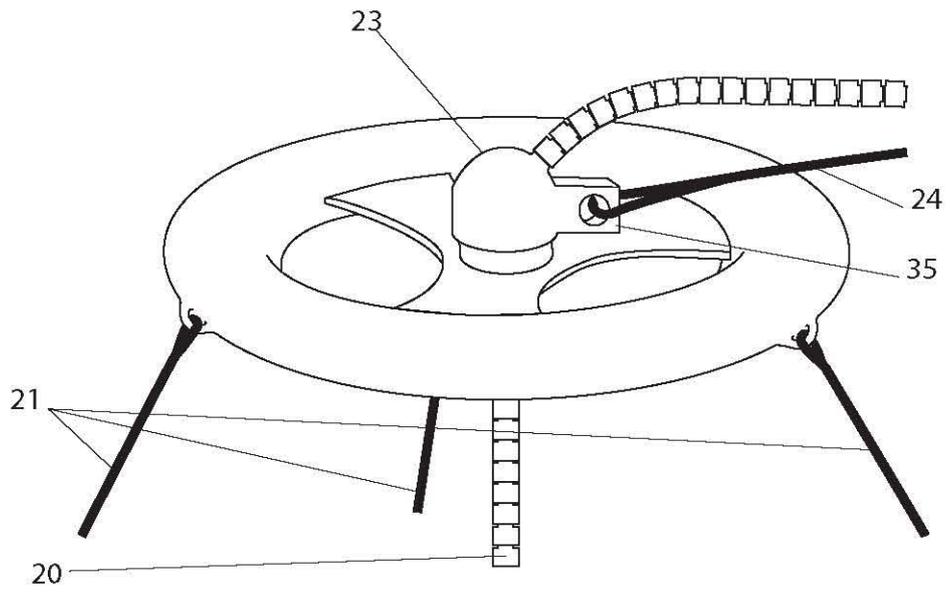


Figura 5

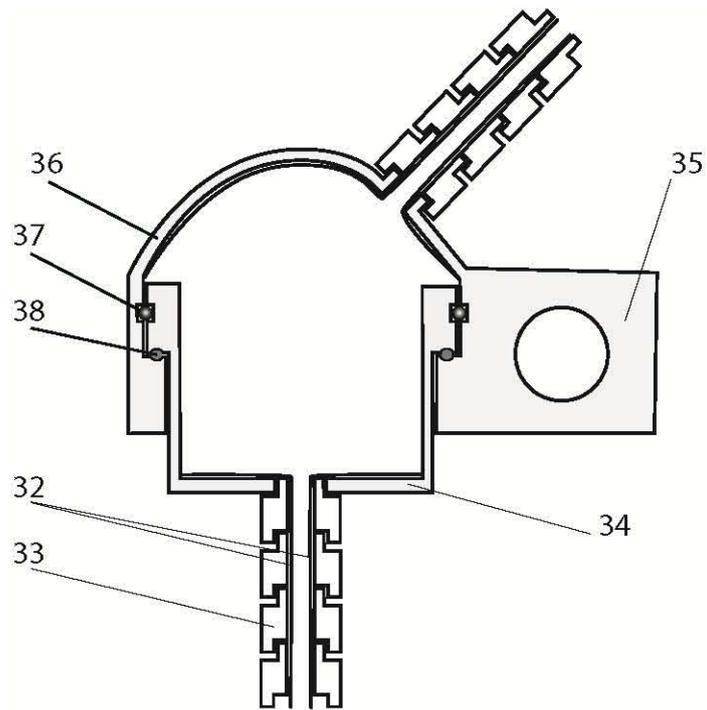


Figura 6



- ① N.º solicitud: 201231832
② Fecha de presentación de la solicitud: 27.11.2012
③ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: **F03B13/24** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	WO 2011056919 A2 (HON RAPHAEL) 12.05.2011, todo el documento.	1,9
Y		2-8,10
Y	ES 2302619 A1 (UNIV SANTIAGO COMPOSTELA) 16.07.2008, todo el documento.	2,3
Y	US 4602586 A (ORTLOFF JOHN E) 29.07.1986, título; columna 1, líneas 15-26; figuras 3-5,7; columna 3, línea 25 – columna 6, línea 36; figuras 1-5,7.	4-6
Y	US 2011070031 A1 (FRAZIER SCOTT RAYMOND et al.) 24.03.2011, título; resumen; párrafos 11-13; figuras 1-4.	7,8
A		1,4
Y	US 2011248503 A1 (VENTZ GEORGE A) 13.10.2011, título; resumen; párrafos 6,27; figura 1.	10
A		1
A	US 2011008106 A1 (RUIZ-DIEZ JOSE-ANTONIO et al.) 13.01.2011, título; resumen; párrafos 53-66; figuras 2-4.	1,2

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 n.º:

Fecha de realización del informe
29.01.2013

Examinador
G. Barrera Bravo

Página
1/5

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, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 29.01.2013

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 2-10	SI
	Reivindicaciones 1	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-10	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	WO 2011056919 A2 (HON RAPHAEL)	12.05.2011
D02	ES 2302619 A1 (UNIV SANTIAGO COMPOSTELA)	16.07.2008
D03	US 4602586 A (ORTLOFF JOHN E)	29.07.1986
D04	US 2011070031 A1 (FRAZIER SCOTT RAYMOND et al.)	24.03.2011
D05	US 2011248503 A1 (VENTZ GEORGE A)	13.10.2011

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 objeto de la solicitud. 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 sistema de captación de la energía producida por el oleaje marino, mediante almacenamiento de aire comprimido en profundidad (título, resumen, página 13, líneas 2-4), que comprende un elemento compresor (103, 105); un sistema de almacenamiento de aire comprimido (101; resumen; página 18, líneas 11-13); un sistema de trasvase de aire comprimido (101, 102, 111, 112, 135), que conduce el aire comprimido desde el elemento compresor hasta el sistema de almacenamiento de aire comprimido (página 13, línea 24 - página 14, línea 2) y desde el sistema de almacenamiento de aire comprimido hasta una unidad de aprovechamiento (página 12, líneas 21, 22); un sistema de fondeo (101, 109, 110, 113, 114); y un sistema de protección frente a adversos climáticos (página 19, líneas 10-13; página 21, líneas 19, 20).

Reivindicación independiente 1. Frente a lo ya divulgado en el documento D01, no presenta características técnicas que confieran novedad, por lo que la reivindicación 1 no cumpliría con el requisito de novedad (art. 6.1 LP 11/1986).

Reivindicaciones dependientes 2 y 3. La diferencia entre lo divulgado en el documento D01 y las reivindicaciones 2 y 3, reside fundamentalmente en que en el documento D01 el elemento compresor no consiste en un dispositivo amplificador de doble casco en forma de V, con un depósito acoplado en la parte posterior de dicho dispositivo amplificador.

El documento D02 divulga (las referencias entre paréntesis corresponden a D02) un dispositivo amplificador flotante de doble casco en forma de V para la captación de la energía producida por el oleaje marino. Dicho dispositivo produce un efecto convergente en el flujo de la masa de agua incidente y eleva dicha masa de agua, siendo ésta recogida en unos depósitos situados en su parte posterior (página 2, columna 1, líneas 5-15; figura 1). Además, de cara a optimizar el funcionamiento del dispositivo amplificador flotante, se permite regular la convergencia en planta de los cascos en forma de V (página 3, columna 4, líneas 4-8).

De este modo, tratándose del mismo campo técnico, resultaría obvio para un experto en la materia combinar las características de los documentos D01 y D02 para obtener un sistema de captación de la energía producida por el oleaje marino, con un dispositivo amplificador flotante según lo dispuesto en la reivindicación 2. En cuanto al resto de características técnicas del elemento compresor, que se incluyen en las reivindicaciones 2 y 3, una vez divulgado un dispositivo de captación de energía como el del documento D02, el hecho de aprovechar el peso del agua en el depósito para comprimir aire en una cámara de compresión por medio del desplazamiento del conjunto depósito-pistón, gestionándose las distintas etapas del sistema con un juego de válvulas, se trataría de una ejecución particular, evidente para un experto en la materia, y por tanto, las reivindicaciones 2 y 3 no cumplirían con el requisito de actividad inventiva (art. 8.1 LP 11/1986).

Reivindicaciones dependientes 4, 5 y 6. La diferencia entre lo divulgado en el documento D01 y el objeto de la solicitud reside en que en el documento D01 no se dispone, como tal, un codo pivotante que conecte dos tuberías. El efecto técnico que produce dicha diferencia sería permitir el giro relativo entre las tuberías unidas por el codo pivotante. El problema técnico resuelto por medio del codo pivotante de conexión, sería evitar que las tuberías unidas por dicho codo interfirieran o se enreden cuando el elemento compresor flotante varíe su orientación.

En el documento D01 ya se contempla explícitamente la opción de que el elemento compresor flotante pueda variar su orientación de forma relativa al resto del sistema por medio de una rótula (216; página 24, línea 16 - página 25, línea 5), dispuesta en este caso directamente entre el elemento compresor flotante y el vástago "semisumergido" (202).

El documento D03 divulga (las referencias entre paréntesis corresponden a D03) un codo pivotante, acoplado a una boya (14), que permite hacer compatible la conexión entre las tuberías procedentes del fondo del mar y las tuberías que acaban en el elemento flotante (título; columna 1, líneas 15 – 26; figuras 3-5, 7). Para un experto en la materia resultaría obvio combinar las características de los documentos D01 y D03 para obtener un sistema de trasvase de aire comprimido con un codo pivotante para la conexión de distintos tramos de tuberías, según lo dispuesto en la reivindicación 4. En cuanto a las características técnicas de las reivindicaciones 5 y 6, se consideran ejecuciones particulares del codo pivotante y las tuberías, obvias para un experto en la materia y que no cumplirían con las exigencias del art. 8.1 LP 11/1986.

En consecuencia, las reivindicaciones 4, 5 y 6 no cumplirían con el requisito de actividad inventiva (art. 8.1 LP 11/1986).

Reivindicación dependiente 7. La diferencia entre lo divulgado en el documento D01 y la reivindicación 7 reside en el sistema de almacenamiento de aire comprimido. En el documento D04 (las referencias entre paréntesis corresponden a D04) se expone un sistema para el almacenamiento de aire comprimido generado a partir de la energía producida por el oleaje marino, en el que el depósito de almacenamiento se encuentra emplazado en el fondo marino, mediante la ayuda de un lastre (párrafos 11-13).

De este modo, para un experto en la materia resultaría obvio combinar las características de los documentos D01 y D04 para obtener un sistema de almacenamiento de aire comprimido como el dispuesto en la reivindicación 7 y por tanto, la reivindicación 7 no cumpliría con el requisito de actividad inventiva (art. 8.1 LP 11/1986).

Reivindicaciones dependientes 8 y 9. Frente al estado de la técnica anterior, no incluyen características técnicas adicionales o alternativas que cumplan con las exigencias del art. 8.1 LP 11/1986, de modo que las reivindicaciones 8 y 9 no cumplirían con el requisito de actividad inventiva (art. 8.1 LP 11/1986).

Reivindicación dependiente 10. La diferencia entre lo divulgado en el documento D01 y la reivindicación 10 reside fundamentalmente en que en el documento D01 no se contempla la posibilidad de inundar el elemento compresor flotante como mecanismo de protección frente a adversos climáticos, así como de reflotarlo una vez que el adverso climático ha finalizado.

El documento D05 divulga (las referencias entre paréntesis corresponden a D05), un sistema de captación de la energía producida por el oleaje marino (título), con un elemento compresor flotante (40). En dicho sistema se contempla explícitamente la inmersión del elemento compresor ante adversos climáticos (párrafos 6 y 27). Por tanto, resultaría obvio para un experto en la materia combinar los documentos D01 y D05 para resolver el problema técnico planteado. El resto de características de la reivindicación 10, como por ejemplo el hecho de gestionar las etapas de inmersión y reflote mediante un juego de válvulas, se considera que no cumplen con las exigencias del art. 8.1 LP 11/1986.

Por tanto, la reivindicación 10 no cumpliría con el requisito de actividad inventiva (art. 8.1 LP 11/1986).