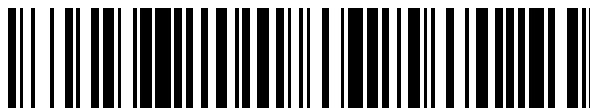


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 528 334**

21 Número de solicitud: 201400647

51 Int. Cl.:

E02B 9/08 (2006.01)

F03B 13/26 (2006.01)

F03B 17/02 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

30.07.2014

43 Fecha de publicación de la solicitud:

06.02.2015

71 Solicitantes:

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA (100.0%)

Avenida de la Paz 93

26006 Logroño (La Rioja) ES

72 Inventor/es:

SÁENZ-DÍEZ MURO, Juan Carlos;

GARCÍA ALCARAZ, Jorge Luis;

MALDONADO MACÍAS, Aide Aracely;

HERNÁNDEZ ARELLANO, Juan Luis;

ALVARADO INIESTA, Alejandro;

JIMÉNEZ MACÍAS, Emilio;

BLANCO FERNÁNDEZ, Julio y

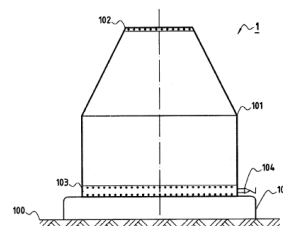
MARTÍNEZ CÁMARA, Eduardo

54 Título: **Dispositivo sumergible para aprovechamiento energético de la diferencia de nivel de agua, para un sistema y procedimiento de bombeo, almacenamiento y turbinado, con el fin de obtención de energía eléctrica**

57 Resumen:

Dispositivo sumergible (1) que comprende: una campana de fijación por vacío (105) para la fijación del dispositivo sumergible (1) al lecho marino, lacustre, o fluvial (100); una carcasa (101), con forma hidrodinámica, dotada de una rejilla inferior (103) y una rejilla superior (102); una cámara inferior (200) con forma cilíndrica y una cámara superior (201), con forma cilíndrica en su base inferior y en su cuerpo central, y con forma semiesférica en su base superior; un émbolo (202) con un extremo inferior de forma plana y con un extremo superior de forma semiesférica. La finalidad del sistema es bombear agua por una tubería de bombeo general (400) hasta un depósito elevado (401) con el fin de mediante una tubería de turbinado (402) turbinar el agua en una central hidroeléctrica (403).

FIG.1



DESCRIPCIÓN

Dispositivo sumergible (1) para aprovechamiento energético de la diferencia de nivel de agua, para un sistema y procedimiento de bombeo, almacenamiento y turbinado, con el fin de obtención de energía eléctrica.

Objeto y sector de la técnica al que se refiere la invención

El objeto que reivindica la invención es presentar un dispositivo sumergible (1) que capta la energía generada por una diferencia de nivel de un fluido (ΔH), normalmente agua, y la utiliza para bombear agua con una altura de bombeo H_b (siendo normalmente $H_b > \Delta H$) a un depósito elevado (401), para posteriormente turbinarse con el fin de obtener energía eléctrica.

La invención es aplicable a cualquier emplazamiento, tanto natural como artificial (p.ej. mar, lago, embalse, contra-embalse, depósito, canal, etc.), dónde se produzca una diferencia de nivel en la lámina libre de un fluido (ΔH), normalmente agua, resultando especialmente idónea para la ubicación en un lecho marino, lacustre o fluvial.

La invención se sitúa en el sector técnico de captación y almacenamiento de energía renovable para producción de energía eléctrica.

Estado de la técnica anterior

Un recurso energético importante es la captación de la energía potencial contenida en el agua marina, lacustre o fluvial. Se presenta variación vertical del nivel del agua:

- a) En el mar, debido a las mareas;
- b) En los embalses, debido a la estacionalidad en su volumen almacenado;
- c) En los ríos, debido a la estacionalidad en su caudal.
- d) En depósitos, balsas, etc., debido a su diferencia de volumen almacenado.

Los embalses, p.ej., tienen una periodicidad entre su nivel bajo y alto normalmente anual; pero los denominados contra-embalses (embalses que se construyen aguas abajo de un embalse que disponga de central hidroeléctrica con el fin de absorber las variaciones en el caudal turbinado para mantener el caudal constante en el río) tienen una periodicidad diaria.

A continuación y debido a su importancia se va a definir el concepto marea y su terminología.

Marea

Según el diccionario de la lengua española (DRAE 2001, 22ª edición), se define marea como el movimiento periódico y alternativo de ascenso y descenso de las aguas del mar, producido por la atracción del Sol y de la Luna.

El crecimiento de las aguas provocada por la marea llegará a un punto máximo denominado pleamar para comenzar a descender hasta llegar a un nivel mínimo llamado bajamar. Considerando que la Luna al girar alrededor de la Tierra en su órbita tarda 24 h 50 m en completar una vuelta, las diferencias con respecto al giro de la Tierra sobre su eje, de

aproximadamente 24 horas, provocan que las pleamares y las bajamares no se perciban a la misma hora un día y otro y que haya días particulares en que no existan los dos ciclos de pleamares y bajamares. Estos ciclos considerando el día lunar de 24 h 50 m teóricamente deberían cumplirse cada 6 h 13 m. La velocidad máxima del movimiento de aguas se registra en la mitad horaria del período de 6 h 13 m reduciendo la misma hasta llegar a la pleamar o la bajamar donde el nivel de las aguas permanece estacionario; este periodo que algunos lugares puede ser de más de una hora se denomina estoa.

Las dos pleamares no llegan a los mismos niveles en el mismo día, lo mismo sucede con las dos bajamares, esta desigualdad se denomina desigualdad diurna.

Términos empleados en la descripción de las mareas

Marea alta o pleamar: momento en que el agua del mar alcanza su máxima altura dentro del ciclo de las mareas.

Marea baja o bajamar: momento opuesto, en que el mar alcanza su menor altura.

El tiempo aproximado entre una pleamar y la bajamar es de 6 horas, completando un ciclo de 24 h 50 m.

Flujo: el flujo es el proceso de ascenso lento y continuo de las aguas marinas, debido al incremento progresivo de la atracción lunar o solar o de ambas atracciones en el caso de luna nueva y de luna llena.

Reflujo: el reflujo es el proceso de descenso de las aguas marinas, lento y progresivo, debido a la decadencia de la atracción lunar o solar.

Carrera o amplitud de marea: diferencia de altura entre pleamar y bajamar.

Rango micromareal: cuando la carrera de marea es menor de 2 metros.

Rango mesomareal: cuando la carrera de marea está comprendida entre los 2 metros y los 4 metros.

Rango macromareal: cuando la carrera de marea es mayor de 4 metros.

Semiperíodo de marea: diferencia en el tiempo entre pleamar y bajamar.

Estoa de marea: es el momento en el que el nivel permanece fijo en la pleamar o en la bajamar.

Estoa de corriente: es el instante en que la corriente asociada a la marea se anula.

Establecimiento del puerto: es el desfase existente, debido a la inercia de la hidrosfera, entre el paso de la Luna por el meridiano del lugar y la aparición de la pleamar siguiente.

Edad de la marea: es el desfase existente, por la misma razón, entre el paso de la Luna llena por el meridiano del lugar y la máxima pleamar mensual siguiente.

Unidad de altura: promedio durante 19 años (un ciclo nodal o ciclo de metón) de las dos máximas carreras de marea (equinoccios) de cada año del ciclo.

5 Marea viva, alta o sizigia: son las mareas que se producen con la luna llena y la luna nueva, cuando el Sol, la Luna y la Tierra se encuentran alineados. La Marea Viva que se produce durante la fase de Luna Nueva se denomina "Marea Viva de Conjunción"; y la que se produce mientras tiene lugar la fase de luna llena se llama "Marea Viva de Oposición".

10 Marea muerta, baja o de cuadratura: son las mareas que se producen durante las fases de Cuarto Creciente y Cuarto Menguante, cuando las posiciones de la Tierra, el Sol y la Luna forman un ángulo aparente de 90°.

15 Líneas cotidales: las líneas cotidales (del inglés *tide*: marea) son las líneas que unen los puntos en los cuales la pleamar es simultánea.

Puntos anfidrómicos o puntos de anfidromia: son zonas hacia las cuales convergen las líneas cotidales y en las que la amplitud de la marea es cero.

20 Puerto patrón: son los puntos geográficos para las cuales se calcula y publica la predicción de fecha y altura de marea.

25 Puerto secundario: son puntos geográficos de interés para el navegante pero que no tienen publicado un cálculo de predicción de mareas, pero sí una corrección en cuanto a hora y altura que los refiere a un puerto patrón y mediante la cual se pueden determinar igualmente los datos de marea.

30 Tablas de marea: son las publicaciones anuales con la predicción diaria de las alturas de marea. Suministran, entre otros datos, fecha, hora y altura de marea para diferentes puntos a lo largo del litoral marítimo.

35 En España se registran las mayores mareas en la cornisa cantábrica, siendo la amplitud máxima de 5 m. En el mundo se registran en Mont Saint-Michel, Francia, mareas con una amplitud máxima de 15,5 m y en la bahía de Fundy, Canadá, con una amplitud máxima de 17 m.

40 Existen en el estado de la técnica actual sistemas de aprovechamiento tanto de la energía cinética como potencial del agua; así como sistemas de bombeo y almacenamiento de agua. Hay sistemas de aprovechamiento de la energía de las mareas en sus movimientos de ascenso (flujo) y descenso (reflujo). También hay sistemas de obtención de energía de las olas marinas.

45 En el documento de patente ES-2149684 A1, con año de presentación 1998, y que tiene por título: "Sistema de aprovechamientos hidroeléctricos", se reivindica un sistema de producción de electricidad mediante el aprovechamiento de las aguas potables en su curso hacia las depuradoras. Implementa un sistema de turbinas en los tubos conductores de agua potable. Aprovecha la energía cinética del agua fluvial.

50 En el documento de patente ES-2338744 B1, con año de presentación 2009, y que tiene por título: "Sistema de producción de energía mareomotriz", se reivindica un sistema de producción de energía mareomotriz mediante la instalación de un depósito en forma de burbuja, que se

llena de agua en marea alta y se vacía en marea baja. Aprovecha la energía potencial del agua marina.

En el documento de patente ES-2334089 B1, con año de presentación 2008, y que tiene por título: "Sistema mareomotriz de generación de energía mediante diferencia de potencial.", se reivindica un sistema que consta de una plataforma hueca con capacidad de flotar, sustentada mediante unos engranajes anclados a ésta pero dejando libre su giro, que a su vez encajan en unos pilares dentados permitiendo el movimiento vertical de la plataforma a lo largo de los ejes de los pilares. Dichos pilares están anclados a la cimentación en el fondo marino y perforan la plataforma sin tocarla, evitando que la estructura se desplace horizontalmente al estar en contacto con los engranajes, siendo necesario un mínimo de 3 por cada pilar. A su vez, los engranajes estarán conectados a un generador eléctrico, de forma que puedan transmitir a éste los giros producidos al elevarse o descender la plataforma según suba o baje la marea, produciéndose de esta forma electricidad.

En el documento de patente ES-2354097 B1, con año de presentación 2009, y que tiene por título: "Aparato convertidor de la energía de las olas del mar en energía utilizable", se reivindica 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.

En el documento de patente ES-2354788 B2, con año de presentación 2008, y que tiene por título: "Unidad capturadora de energía del mar", se reivindica un sistema de generación de energía a partir de la dinámica marina mediante la compresión del aire alojado en tubos conductores y turbinas, a través de una unidad capturadora de geometría esférica a la que se aplican diversos orificios en su superficie, capturando la energía que se produce en su entorno, independientemente de la dinámica marina. Los orificios de la esfera están conectados a tubos conductores por una estructura cónica para permitir la captación de mayor volumen de agua y en el otro extremo del tubo conductor una tobera conecta con una turbina que permite aumentar la presión ejercida por el agua. A su vez el tubo conductor tiene en su interior un pivote o émbolo que se desplaza según la presión que ejerza la dinámica marina.

En el documento de patente ES-2392067 B1, con año de presentación 2010, y que tiene por título: "Unidad capturadora de energía del mar", se reivindica una central marina braceante movida por un brazo rotativo, extensible, flotante soportado en una torre. La presente invención aporta un mecanismo y un sistema para hacer rentable la generación eléctrica movida con movimientos marinos. El mecanismo es una estructura o brazo articulado, rotativo, concéntrico, extensible, desde su soporte y giro en una torre, hasta el nivel del mar. Incorpora un sistema de flotación y otro de transmisión sincrónico capaces de recoger la energía de elevación del mar y transmitir, sincrónicamente, a los generadores el movimiento capturado duplicándolo. La torre es emplazable en cualquier punto del mar o la costa. Funciona como el brazo humano o la palanca y hará rentable la energía eléctrica marina renovable y no contaminará.

Existen también soluciones basadas en intercambiadores de presión tradicionales e intercambiadores de presión de cámaras desdobladas de aplicación en filtros de ósmosis inversa así como grupos electrobombas, electro-turbinas, y multitud de dispositivos.

Problema técnico planteado

Los sistemas del estado de la técnica anterior presentan una problemática que se centra fundamentalmente en los siguientes aspectos:

- Están limitados a turbinar con una altura de salto procedente de la diferencia de nivel natural, siendo en la mayoría de las ubicaciones de valor bajo (0-2m); también emplean caudales bajos (capacidad del depósito limitada), no existiendo en el estado de la técnica turbinas para éstos Q-H con un rendimiento aceptable;

5 - Requieren el aprovechamiento de la energía del mar (lacustre o fluvial) en sus movimientos de ascenso (flujo) y descenso (reflujo); es decir no funcionan en los niveles estacionarios de estoa;

10 - Requieren grandes costes de construcción;

- Provocan un importante impacto medioambiental;

15 - Requieren para el régimen continuo de varios intercambiadores de presión en paralelo, normalmente con funcionamiento decalado, que complica el funcionamiento, control y mantenimiento, y para el ciclo discontinuo sólo de uno; pero en ambos casos necesitan de una etapa booster adicional para elevar la presión;

20 - Funcionan para una presión de entrada constante a presión de salida constante.

Ventaja técnica que aporta la invención

25 El dispositivo que la invención reivindica resuelve de forma plenamente satisfactoria la problemática anteriormente expuesta, en todos y cada uno de los diferentes aspectos comentados.

Breve descripción de las figuras

30 Para complementar la descripción y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de figuras con carácter ilustrativo y no limitativo.

Glosario de referencias

35	(1)	Dispositivo sumergible
	(1A)	Dispositivo sumergible A
	(1A')	Dispositivo sumergible A'
40	(1A'')	Dispositivo sumergible A''
	(1B)	Dispositivo sumergible B
45	(1B')	Dispositivo sumergible B'
	(1B'')	Dispositivo sumergible B''
	(1N)	Dispositivo sumergible N
50	(1N')	Dispositivo sumergible N'

	(1N")	Dispositivo sumergible N"
	(100)	Lecho marino, lacustre, o fluvial
5	(101)	Carcasa
	(102)	Rejilla superior
	(103)	Rejilla inferior
10	(104)	Conector
	(105)	Campana de fijación por vacío
15	(200)	Cámara inferior
	(201)	Cámara superior
	(202)	Émbolo
20	(203)	Distribuidor inferior
	(204)	Distribuidor superior
25	(205)	Tubo inferior
	(206)	Tubo superior
	(207)	Tubo de salida
30	(300)	Electroválvula inferior
	(301)	Electroválvula superior
35	(302)	Electroválvula salida
	(303)	Cable electroválvula inferior
	(304)	Cable electroválvula superior
40	(305)	Cable electroválvula salida
	(400)	Tubería de bombeo general
45	(400A)	Tubería de bombeo rama A
	(400B)	Tubería de bombeo rama B
	(400N)	Tubería de bombeo rama N
50	(401)	Depósito elevado

	(402)	Tubería de turbinado
	(403)	Central hidroeléctrica
5	(404)	Tubería de aspiración
	(h)	Recorrido émbolo
	(hd)	Altura dispositivo
10	(d0)	Diámetro cámara inferior
	(d1)	Diámetro cámara superior
15	(ΔH)	Diferencia entre nivel máximo y nivel mínimo
	(Hb)	Altura de bombeo
	(Ht)	Altura de turbinado
20	(N.0)	Nivel de agua nulo
	(N.Mín)	Nivel de agua mínimo
25	(N.Máx)	Nivel de agua máximo

Figura 1 (Fig. 1).- muestra una vista en alzado de un dispositivo sumergible (1) para aprovechamiento energético de la diferencia de nivel de agua (ΔH).

30 Figura 2 (Fig. 2).- muestra una vista en corte, según el eje longitudinal, de un dispositivo sumergible (1) para aprovechamiento energético de la diferencia de nivel de agua (ΔH).

Figura 3 (Fig. 3).- muestra una vista en corte, según el eje longitudinal, de un dispositivo sumergible (1) para aprovechamiento energético de la diferencia de nivel de agua (ΔH), con indicación de las referencias dimensionales más importantes.

Figura 4 (Fig. 4).- muestra una vista del funcionamiento interior, de un dispositivo sumergible (1) para aprovechamiento energético de la diferencia de nivel de agua (ΔH), en el comienzo de la etapa primera del ciclo: Llenado de la cámara superior (201).

Figura 5 (Fig. 5).- muestra una vista del funcionamiento interior, de un dispositivo sumergible (1) para aprovechamiento energético de la diferencia de nivel de agua (ΔH), en el final de la etapa primera del ciclo: Llenado de la cámara superior (201).

45 Figura 6 (Fig. 6).- muestra una vista del funcionamiento interior, de un dispositivo sumergible (1) para aprovechamiento energético de la diferencia de nivel de agua (ΔH), en el inicio de la etapa segunda del ciclo: Vaciado de la cámara superior (201) y llenado de la cámara inferior (200).

50 Figura 7 (Fig. 7).- muestra una vista del funcionamiento interior, de un dispositivo sumergible (1) para aprovechamiento energético de la diferencia de nivel de agua (ΔH), en el final de la

etapa segunda del ciclo: Vaciado de la cámara superior (201) y llenado de la cámara inferior (200).

Figura 8 (Fig. 8).- muestra una vista del funcionamiento interior, de un dispositivo sumergible (1) para aprovechamiento energético de la diferencia de nivel de agua (ΔH), en el inicio de la etapa tercera del ciclo: Vaciado de la cámara inferior (200).

Figura 9 (Fig. 9).- muestra una vista esquemática, en alzado y de funcionamiento exterior, de un sistema y procedimiento de bombeo, almacenamiento y turbinado de agua para obtención de energía eléctrica basado en un dispositivo sumergible (1) para aprovechamiento energético de la diferencia de nivel de agua (ΔH), en la primera etapa del ciclo del sistema: Bombeo.

Figura 10 (Fig. 10).- muestra una vista esquemática, en alzado y de funcionamiento exterior, de un sistema y procedimiento de bombeo, almacenamiento y turbinado de agua para obtención de energía eléctrica basado en un dispositivo sumergible (1) para aprovechamiento energético de la diferencia de nivel de agua (ΔH), en la segunda etapa del ciclo del sistema: Turbinado.

Figura 11 (Fig. 11).- muestra una vista esquemática, en alzado, de un sistema y procedimiento de bombeo, almacenamiento y turbinado de agua para obtención de energía eléctrica basado en un dispositivo sumergible (1) para aprovechamiento energético de la diferencia de nivel de agua (ΔH), con indicación de las referencias dimensionales más importantes.

Figura 12 (Fig. 12).- muestra una vista esquemática, en planta, de un sistema y procedimiento de bombeo, almacenamiento y turbinado de agua para obtención de energía eléctrica basado en un dispositivo sumergible (1) para aprovechamiento energético de la diferencia de nivel de agua (ΔH), donde se puede apreciar una pluralidad de ramas que contienen una pluralidad de dispositivos sumergibles (1A-1N").

Descripción detallada de la invención y exposición de un modo de realización preferente de la invención

Se describe detalladamente una realización preferente de la invención, de entre las distintas alternativas posibles, mediante enumeración de sus componentes así como de su relación funcional, en base a referencias a las figuras.

El orden de aparición de las figuras no es el de orden natural sino que se citan según sea necesario consultarlas según el desarrollo de la explicación. Se ha preferido éste método para facilitar la comprensión del funcionamiento del dispositivo y sistema reivindicados.

Figura 1 (Fig. 1).- muestra una vista en alzado de un dispositivo sumergible (1) para aprovechamiento energético de la diferencia de nivel de agua (ΔH). Se muestra la disposición de parte de los elementos del dispositivo reivindicado por la invención (1, y que se caracteriza por constar de:

- una campana de fijación por vacío (105) para la fijación del dispositivo sumergible (1) al lecho marino, lacustre, o fluvial (100);
- una carcasa (101) con forma hidrodinámica en la que se sitúa en su parte inferior una rejilla inferior (103) y en su parte superior una rejilla superior (102), y de la que sale una válvula de retención (104) que dejará salir agua cuando se alcance una presión requerida a una tubería de bombeo general (400) pero que impedirá el retorno de agua;

Figura 2 (Fig. 2) (y otras).- muestra una vista en corte, según el eje longitudinal, de un dispositivo sumergible (1) para aprovechamiento energético de la diferencia de nivel de agua (ΔH). Se muestra la disposición de parte de los elementos del dispositivo reivindicado por la invención (1), y que se caracteriza por constar de:

- una cámara inferior (200) con forma cilíndrica (Figura 6-7 (Fig. 6-7)) y cuya finalidad es llenarse de agua a través de un rejilla inferior (103) cuando una electroválvula inferior (300) está abierta y cuando la lámina libre del agua está a su nivel máximo (N.Máx) (Figura 8 (Fig. 8)) y vaciarse a través de una rejilla inferior (103) cuando una electroválvula inferior (300) está abierta y cuando la lámina libre del agua está a su nivel nulo (N.0);

- una cámara superior (201) con forma cilíndrica en su base inferior y en su cuerpo central y con forma de semiesfera en su base superior (Figura 4-5 (Fig. 4-5)) y cuya finalidad es llenarse de agua a través de una rejilla superior (102) cuando una electroválvula superior (301) está abierta y cuando la lámina libre del agua está a su nivel mínimo (N.Mín) y (Figura 6-7 (Fig. 6-7)) vaciarse por un tubo de salida (207) cuando una electroválvula salida (302) está abierta y cuando la lámina libre del agua está a su nivel máximo (N.Máx) (Figura 9 (Fig. 9)) a fin de bombear agua por una tubería de bombeo general (400) hasta un depósito elevado (401) (Figura 10 (Fig. 10)) y con el fin de mediante una tubería de turbinado (402) turbinar el agua procedente del depósito elevado (401) en una central hidroeléctrica (403) devolviendo el agua turbinada mediante una tubería de aspiración (404) cuando la lámina libre del agua esté a su nivel nulo (N.0);

- un émbolo (202) con un extremo inferior de forma plana circular estando éste extremo en el interior de una cámara inferior (200) y con un extremo superior de forma semiesférica estando éste extremo en el interior de una cámara superior (201) y cuya finalidad es ser impulsado en su extremo inferior para transmitir una fuerza en su extremo superior que se convertirá en una presión en el seno del agua, (Figura 11 (Fig. 11)) siendo esta presión la que genera una altura de bombeo (H_b), y siendo esta presión cuando el extremo semiesférico recorre la parte cilíndrica de la cámara superior (201) constante y proporcional al cuadrado de la relación del diámetro cámara inferior (d_0) y del diámetro cámara superior (d_1) y siendo ésta presión cuando el extremo semiesférico recorre la parte semiesférica de la cámara superior (201) variable incremental cuadrática a fin de conseguir un óptimo empuje final del agua para el bombeo.

- (Figura 12 (Fig.12)) una pluralidad de dispositivos sumergibles (1A-1N") dispuestos en una pluralidad de ramas de tuberías de bombeo (400A-400N) con el fin de aumentar el caudal bombeado por una tubería de bombeo general (400).

- un cable electroválvula inferior (303), un cable electroválvula superior (304) y un cable electroválvula salida (305), preferentemente de dos hilos y p.ej. tipo DN-RA 0,6/1 kV 2 x 1,5 mm², y que sirven para activar las correspondientes electroválvulas y que llegan al dispositivo sumergido (1) desde la central hidroeléctrica (403) por el interior de la tubería de bombeo general (400).

Los niveles de agua nulo (N.0) y de agua máximo (N.máx), preferentemente, serán los que se produzcan en la lámina de agua de forma natural (p.ej. marea), pero el nivel de agua mínimo (N.mín) será el mínimo necesario para llenar la cámara superior (201) y dependerá fundamentalmente de la dimensión geométrica altura dispositivo (h_d). El interior del dispositivo sumergido permanecerá preferentemente siempre seco y lleno de aire; sólo habrá agua en el interior de las tuberías, de las cámaras, y de las rejillas.

Figura 3 (Fig. 3).- muestra una vista en corte, según el eje longitudinal, de un dispositivo sumergible (1) para aprovechamiento energético de la diferencia de nivel de agua (ΔH), con indicación de las referencias dimensionales más importantes.

Figura 9 y 10 (Fig. 9 y 10).- muestran una vista esquemática, en alzado y de funcionamiento exterior, de un sistema y procedimiento de bombeo, almacenamiento y turbinado de agua para obtención de energía eléctrica basado en un dispositivo sumergible (1) para aprovechamiento energético de la diferencia de nivel de agua (ΔH), (Fig. 9) en la primera etapa del ciclo del sistema: Bombeo, y (Fig. 10) en la segunda etapa del ciclo del sistema: Turbinado. La central hidroeléctrica (403) contendrá todos los dispositivos necesarios típicos de éste tipo de instalaciones. En particular dispondrá de un controlador lógico programable para ejecutar todas las etapas tanto de la pluralidad de dispositivos sumergibles (1) como del sistema, y tendrá en particular un sensor de nivel alojado en la tubería de aspiración (404) para captar los niveles nivel de agua nulo (N.0), de agua mínimo (N.Mín) y nivel de agua máximo (N.Máx).

Figura 11 (Fig. 11).- muestra una vista esquemática, en alzado, de un sistema y procedimiento de bombeo, almacenamiento y turbinado de agua para obtención de energía eléctrica basado en un dispositivo sumergible (1) para aprovechamiento energético de la diferencia de nivel de agua (ΔH), con indicación de las referencias dimensionales más importantes.

Tendremos que $\Delta H = N.Máx - N.0$. Normalmente ΔH es un valor pequeño que puede oscilar de 0 a 2 m para la media de emplazamientos. Intentar aprovechar éste ΔH tan pequeño y normalmente combinado además con un caudal pequeño no es posible con los dispositivos existentes en el estado de la técnica actual para funcionar con rendimientos aceptables. Por lo tanto la invención reivindica un sistema totalmente automático, robusto, de reducido coste, combinable con una pluralidad de dispositivos sumergibles (1), para aumentar el caudal bombeado y que tiene la finalidad de conseguir una altura de bombeo (H_b), donde:

- en el inicio y parte central del bombeo (cuando el émbolo (202) recorre la parte cilíndrica de la cámara superior (201):

- $H_b > \Delta H$,
- siendo H_b constante;

- en la parte final del bombeo (cuando el émbolo (202) recorre la parte semiesférica de la cámara superior (201):

- $H_b \gg \Delta H$,
- siendo H_b variable incremental cuadrática, con el fin de conseguir un óptimo empuje final del agua para el bombeo.

Esto ha sido una **característica sorprendente** consiguiéndose un óptimo resultado en las simulaciones realizadas tanto en simulaciones mediante programas de volúmenes finitos que aplican técnicas de dinámica de fluidos computacional (CFD) como en prototipos experimentales. Sin ese incremento cuadrático del bombeo éste tipo de dispositivos funcionan con rendimientos muy bajos. Se indica a continuación la justificación de dicha característica sorprendente.

En el inicio y parte central del bombeo, tendremos que:

$$Hb = \Delta H \cdot \frac{S0}{S1}$$

Hb: Altura de bombeo;

5 ΔH : Diferencia entre nivel máximo y nivel mínimo;

S0: Sección transversal cámara inferior

10 S1: Sección transversal cámara superior

donde se ha supuesto que $h \ll \Delta H$, siendo h el recorrido del émbolo; como en ésta parte las cámaras son cilíndricas tendremos que:

$$Hb = \Delta H \cdot \left(\frac{D0}{D1} \right)^2$$

15

d0: Diámetro cámara inferior

d1: Diámetro cámara superior

20 En la parte final del bombeo, tendremos que:

$$Hb = \Delta H \cdot \frac{S0}{S1}$$

25 S0 como la cámara inferior es cilíndrica, es constante, pero S1 que es la sección transversal de la cámara superior, no es constante, sino que se reduce con el avance del émbolo, y se reduce cuadráticamente hasta llegar a anularse por completo por lo que, si:

S1 ↓ entonces Hb ↑

30 y si

S1 ↓↓ entonces Hb ↑↑

35 llegando al final a una tendencia de $S1 \approx 0$ y por lo tanto $Hb \approx \infty$.

Es importante destacar que la característica sorprendente se da por la combinación de una cámara con forma cilíndrica con una cámara con forma semiesférica.

Procedimiento de bombeo, almacenamiento y turbinado

40

Procedimiento de bombeo, almacenamiento y turbinado que comprende las siguientes etapas:

- Llenado de la cámara superior (201)

45 - La lámina libre del agua está a nivel mínimo (N.Mín);

- Se abre la electroválvula superior (301);

- Vaciado de la cámara superior (201), llenado de la cámara inferior (200) y bombeo desde el dispositivo sumergido (1) hacia el depósito elevado (401)

- 5
- La lámina libre del agua está a nivel máximo (N.Máx);
 - Se abre la electroválvula salida (302);
 - Se abre la electroválvula inferior (300);

10 -Vaciado de la cámara inferior (200) y turbinado desde el depósito elevado (401) hacia la central hidroeléctrica (403)

- La lámina libre del agua está a nivel nulo (N.0);
- 15 - Se abre la electroválvula inferior (300);

El dispositivo sumergido (1), para niveles de agua mínimo (N.mín) y de agua máximo (N.máx), niveles discontinuos en el tiempo, tendrá un funcionamiento intermitente; p.ej. el caso de la marea.

20 El dispositivo sumergido (1), para niveles de agua mínimo (N.mín) y de agua máximo (N.máx), niveles continuos en el tiempo, tendrá preferentemente un funcionamiento continuo; p.ej. el caso de un canal con un resalto. Para ello lo único que hay que hacer es dotar al distribuidor inferior (203), mediante una electroválvula, de una toma a presión atmosférica.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo sumergible (1) para aprovechamiento energético de la diferencia de nivel de agua, para un sistema y procedimiento de bombeo, almacenamiento y turbinado, con el fin de obtención de energía eléctrica y que se **caracteriza** por constar de:

- 5 - una campana de fijación por vacío (105) para la fijación del dispositivo sumergible (1) al lecho marino, lacustre, o fluvial (100);
- 10 - una carcasa (101) con forma hidrodinámica en la que se sitúa en su parte inferior una rejilla inferior (103) y en su parte superior una rejilla superior (102), y de la que sale una válvula de retención (104) que dejará salir agua cuando se alcance una presión requerida a una tubería de bombeo general (400) pero que impedirá el retorno de agua;
- 15 - una cámara inferior (200) con forma cilíndrica y cuya finalidad es llenarse de agua a través de un rejilla inferior (103) cuando una electroválvula inferior (300) está abierta y cuando la lámina libre del agua está a su nivel máximo (N.Máx) y vaciarse a través de una rejilla inferior (103) cuando una electroválvula inferior (300) está abierta y cuando la lámina libre del agua está a su nivel nulo (N.0);
- 20 - una cámara superior (201) con forma cilíndrica en su base inferior y en su cuerpo central y cuya finalidad es llenarse de agua a través de una rejilla superior (102) cuando una electroválvula superior (301) está abierta y cuando la lámina libre del agua está a su nivel mínimo (N.Mín) y vaciarse por un tubo de salida (207) cuando una electroválvula salida (302) está abierta y cuando la lámina libre del agua está a su nivel máximo (N.Máx), a fin de bombear
- 25 agua por una tubería de bombeo general (400) hasta un depósito elevado (401) y con el fin de mediante una tubería de turbinado (402) turbinar el agua procedente del depósito elevado (401) en una central hidroeléctrica (403) devolviendo el agua turbinada mediante una tubería de aspiración (404) cuando la lamina libre del agua esté a su nivel nulo (N.0);
- 30 - un émbolo (202) con un extremo inferior de forma plana circular estando éste extremo en el interior de una cámara inferior (200) y con un extremo superior de forma semiesférica estando éste extremo en el interior de una cámara superior (201) y cuya finalidad es ser impulsado en su extremo inferior para transmitir una fuerza en su extremo superior que se convertirá en una presión en el seno del agua, siendo esta presión la que genera una altura de
- 35 bombeo (Hb), y siendo esta presión cuando el extremo semiesférico recorre la parte cilíndrica de la cámara superior (201) constante y proporcional al cuadrado de la relación del diámetro cámara inferior (d0) y del diámetro cámara superior (d1), y siendo ésta presión cuando el extremo semiesférico recorre la parte semiesférica de la cámara superior (201) variable incremental cuadrática a fin de conseguir un óptimo empuje final del agua para el bombeo.
- 40
2. Dispositivo sumergible (1), según la reivindicación 1, que se **caracteriza** porque la cámara superior (201) tiene forma de semiesfera en su base superior.
3. Dispositivo sumergible (1), según la reivindicación 1, que se **caracteriza** porque la cámara
- 45 superior (201) tiene forma cilíndrica también en su base superior.
4. Dispositivo sumergible (1), según la reivindicación 1, que se **caracteriza** porque se pueden disponer una pluralidad de dispositivos sumergibles (1A-1N") dispuestos en una pluralidad de ramas de tuberías de bombeo (400A-400N) con el fin de aumentar el caudal bombeado por una
- 50 tubería de bombeo general (400).

5. Dispositivo sumergible (1), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que se **caracteriza** porque se dota al distribuidor inferior (203), mediante una electroválvula, de una toma a presión atmosférica, con la finalidad de funcionar con nivel de agua mínimo (N.mín) y de agua máximo (N.máx) continuos en el tiempo.

5 6. Procedimiento de bombeo, almacenamiento y turbinado, que emplea el dispositivo sumergible (1), **caracterizado** por que comprende las siguientes etapas:

10 - Llenado de la cámara superior (201)

- La lámina libre del agua está a nivel mínimo (N.Mín);
- Se abre la electroválvula superior (301);

15 - Vaciado de la cámara superior (201), llenado de la cámara inferior (200) y bombeo desde el dispositivo sumergido (1) hacia el depósito elevado (401)

- La lámina libre del agua está a nivel máximo (N.Máx);

20 - Se abre la electroválvula salida (302);

- Se abre la electroválvula inferior (300);

25 - Vaciado de la cámara inferior (200) y turbinado desde el depósito elevado (401) hacia la central hidroeléctrica (403)

- La lámina libre del agua está a nivel nulo (N.0);

- Se abre la electroválvula inferior (300).

30

FIG.1

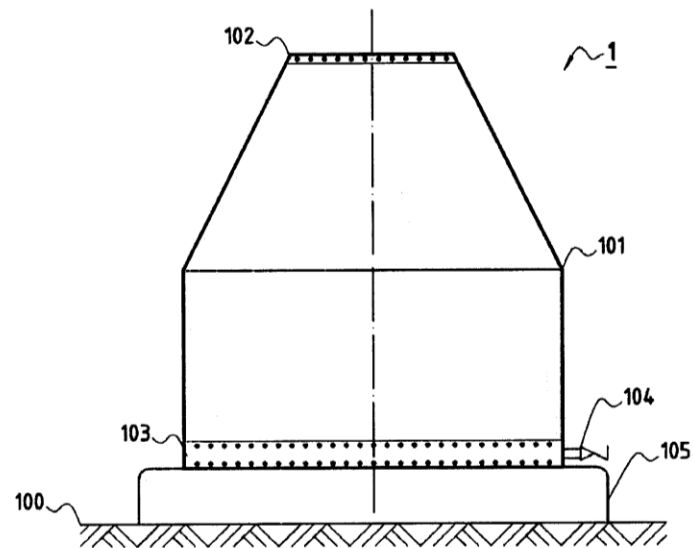


FIG.2

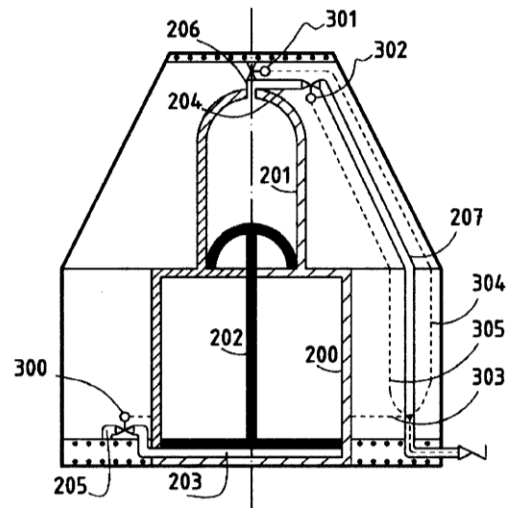


FIG.3

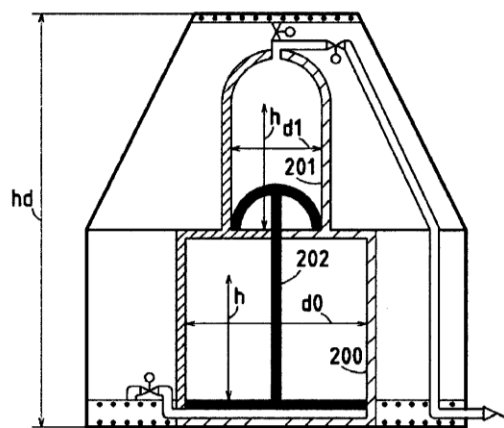


FIG.4

N.Min. ✓

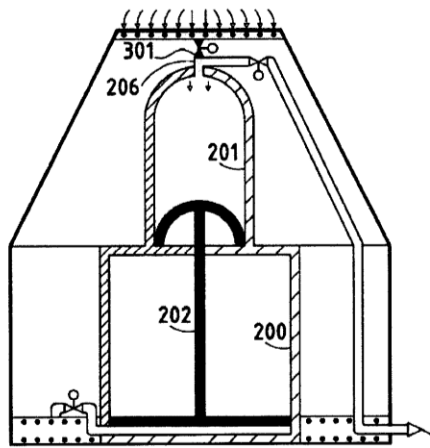


FIG.5

N.Mfn. 

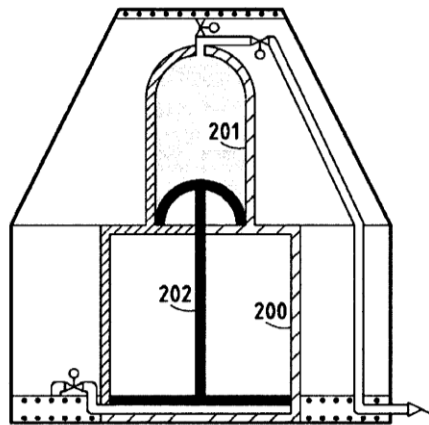


FIG.6

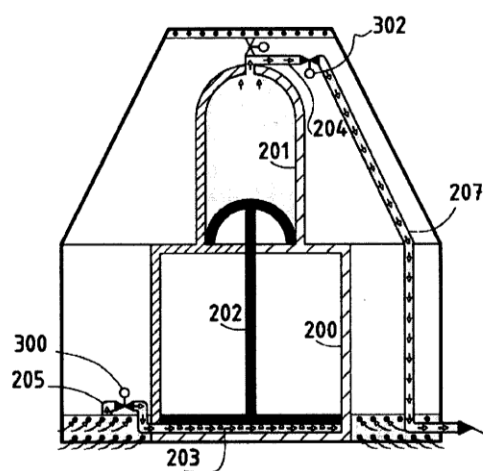
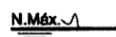


FIG.7

N. Mox

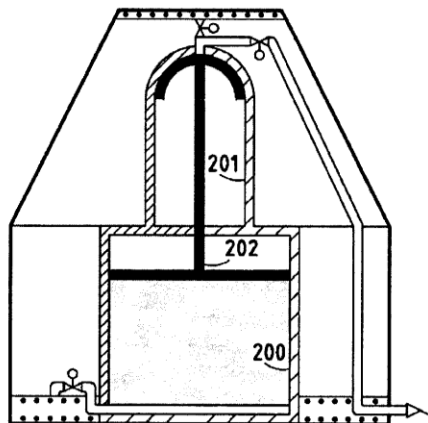


FIG.8

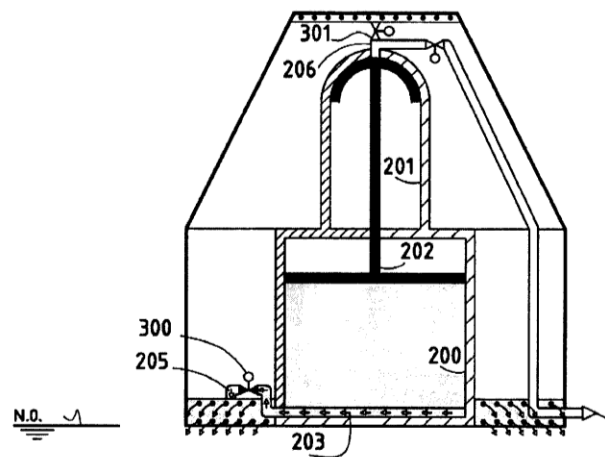


FIG.9

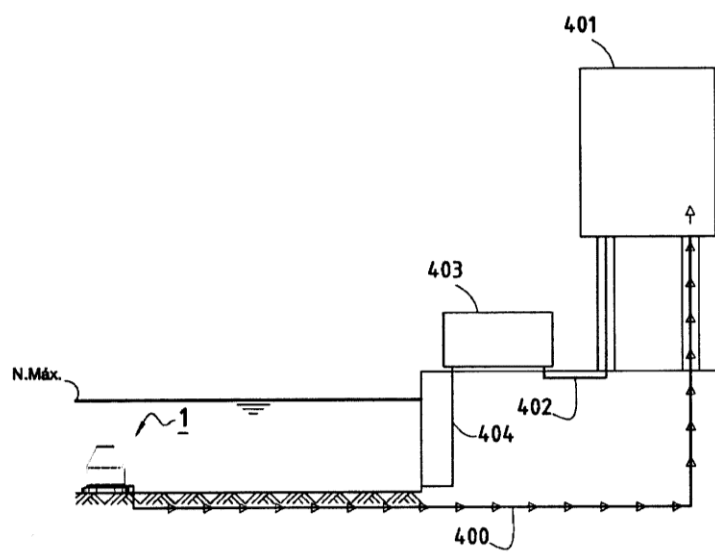


FIG.10

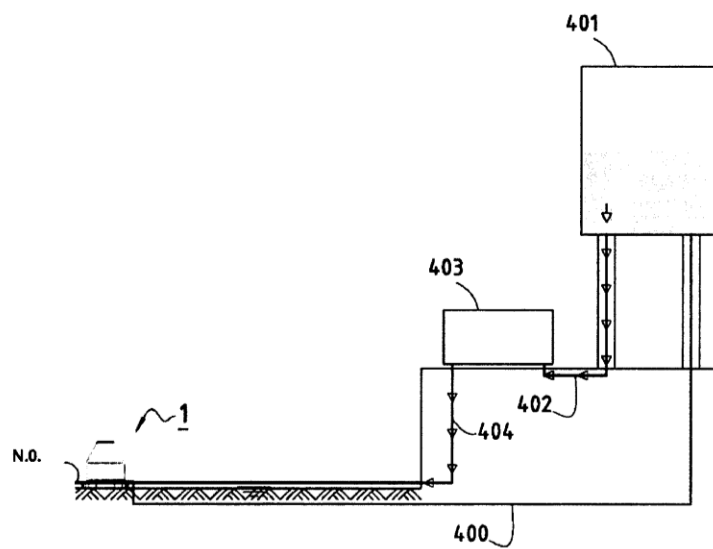


FIG.11

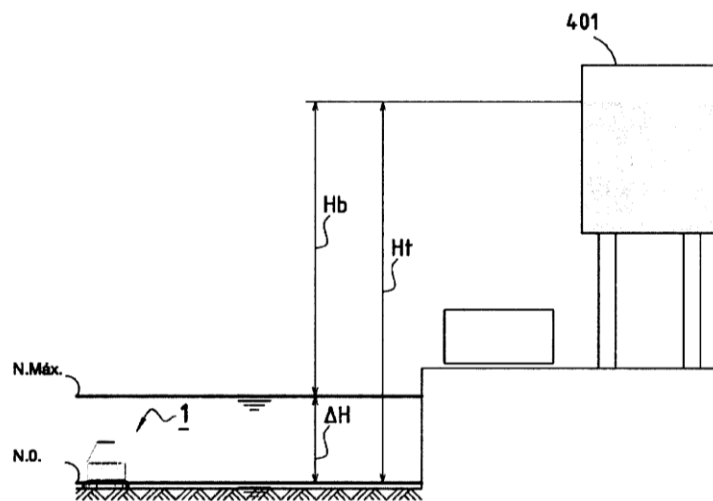
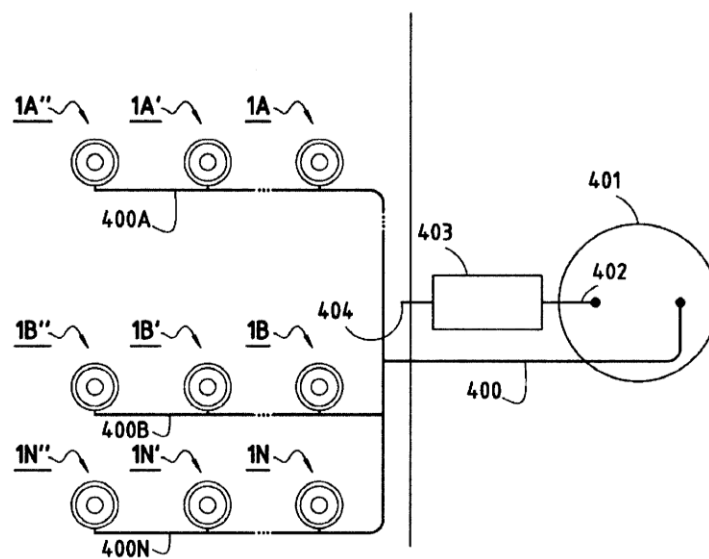


FIG.12





- ②① N.º solicitud: 201400647
②② Fecha de presentación de la solicitud: 30.07.2014
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
A	FR 2983922 A1 (MANSOT JEAN LOUIS) 14.06.2013, resumen; página 1, línea 1 – página 5, línea 26; figuras.	1-4,6
A	US 4739182 A (KENDERI TIBOR) 19.04.1988, resumen; columna 1, línea 6 – columna 4, línea 12; figura 1.	1,3-6
A	US 1665140 A (MASTER SHAVUKSHA D) 03.04.1928, página 1, líneas 5-8,29-49; figuras.	1,3
A	US 3690790 A (HOOPER GEORGE H) 12.09.1972, resumen; columna 2, líneas 27-51; columna 5, líneas 27-30; figuras.	1,3,4
A	WO 9737123 A1 (BERG A P VAN DEN BEHEER BV et al.) 09.10.1997, resumen; figuras.	1,3,4

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
29.01.2015

Examinador
P. del Castillo Penabad

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

E02B9/08 (2006.01)

F03B13/26 (2006.01)

F03B17/02 (2006.01)

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

E02B, 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: 29.01.2015

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-6	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-6	SI
	Reivindicaciones	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	FR 2983922 A1 (MANSOT JEAN LOUIS)	14.06.2013
D02	US 4739182 A (KENDERI TIBOR)	19.04.1988
D03	US 1665140 A (MASTER SHAVUKSHA D)	03.04.1928
D04	US 3690790 A (HOOPER GEORGE H)	12.09.1972
D05	WO 9737123 A1 (BERG A P VAN DEN BEHEER BV et al.)	09.10.1997

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

Ninguno de los documentos citados describe un dispositivo sumergido para aprovechamiento energético de la diferencia de nivel de agua para bombear, almacenar y turbinar agua con el fin de obtener energía eléctrica que consta de:

- Campana de fijación por vacío al lecho marino, lacustre o fluvial
- Carcasa hidrodinámica con rejillas inferior y superior, de la que sale válvula de retención que deja salir agua cuando se alcanza presión requerida de bombeo
- Cámara inferior cilíndrica que a través de la rejilla inferior se llena de agua cuando la electroválvula inferior está abierta y la lámina del agua exterior está a nivel máximo, y se vacía cuando la electroválvula inferior está abierta y la lámina exterior de agua está a nivel nulo
- Cámara superior cilíndrica en base y cuerpo central que se llena de agua a través de una rejilla superior cuando una electroválvula superior está abierta y la lámina exterior de agua está a nivel mínimo, y se vacía por un tubo cuando una electroválvula de salida está abierta y la lámina de exterior de agua está a nivel máximo, a fin de bombear agua hasta un depósito elevado para turbinarla en una central hidroeléctrica devolviendo el agua al exterior cuando la lámina de agua está a nivel nulo
- Émbolo con extremo inferior plano circular situado en el interior de la cámara inferior y con extremo superior semiesférico en el interior de la cámara superior

El documento D01 FR2983922 se considera el más próximo al objeto reivindicado. Este documento D01 (las referencias entre paréntesis se refieren a D01) describe (resumen; página 1 línea 1- página 5 línea 26; figuras) un dispositivo sumergido fijado al fondo del océano para aprovechar la diferencias de nivel de las olas para bombear, acumular o generar energía secundaria que consta de:

- Carcasa con rejilla inferior. La carcasa está provista en la zona superior de un sistema de retención (9)
- Cámara inferior cilíndrica que a través de la rejilla inferior se llena de agua cuando el nivel exterior es máximo y se vacía cuando es mínimo
- Cámara superior cilíndrica (4) que se llena de agua a través de una entrada superior (8) y se vacía por una salida (10) bombeando dicho agua fruto de la presión que ejerce el extremo superior del pistón por el efecto del nivel de la ola, cuando es máximo, sobre el extremo inferior (2) del pistón, para acumularla en forma por ejemplo de energía potencial
- Émbolo con extremo inferior (2) plano circular en el interior de la cámara inferior y con extremo superior (5) semiesférico en el interior de la cámara superior (4)

Se han encontrado más documentos (por ejemplo D02-D05) que describen dispositivos y métodos para aprovechamiento energético de la diferencia de nivel de agua con el fin de obtener energía gracias al movimiento de un pistón dentro de un cilindro pero ninguno tiene las características del dispositivo de la reivindicación 1 ni las características del procedimiento de la reivindicación 6 de la invención.

No se considera obvio que un experto en la materia conciba el dispositivo de la reivindicación 1 ni el procedimiento de la reivindicación 6 de la solicitud a partir de los documentos mencionados, tomados solos o en combinación. Por lo tanto el sistema de la reivindicación 1 es nuevo e implica actividad inventiva.

Las reivindicaciones 2-5 son reivindicaciones dependientes de la reivindicación 1 y como ella también cumplen los requisitos de novedad y actividad inventiva.

Por todo lo anterior las reivindicaciones 1-6 de la solicitud son nuevas e implican actividad inventiva según los artículos 6 y 8 de la Ley 11/86 de Patentes.