

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 011 558**

51 Int. Cl.:

**F03B 13/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.06.2022 PCT/NL2022/050362**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.01.2023 WO23277682**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.06.2022 E 22734074 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2024 EP 4355992**

54 Título: **Sistema de almacenamiento de energía para almacenar energía en una masa de agua**

30 Prioridad:

**28.06.2021 EP 21182078**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**07.04.2025**

73 Titular/es:

**OCEAN GRAZER B.V (100.00%)  
Stationsweg 3 b  
9726 AC Groningen, NL**

72 Inventor/es:

**BLIEK, FREDERIK WILLEM;  
DUURSMA, ANNE MAX y  
VAN ROOIJ, MARIJN**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 3 011 558 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de almacenamiento de energía para almacenar energía en una masa de agua

5 La invención se refiere a un sistema de almacenamiento de energía para almacenar energía en una masa de agua, la masa de agua la cual tiene una superficie de agua y una superficie inferior, dicha superficie inferior que limita la masa de agua subterránea por debajo de la masa de agua, en donde el sistema de almacenamiento de energía comprende:

- una estructura de depósito, que comprende un depósito de presurización y un depósito de despresurización, cada uno de los cuales está configurado para contener un líquido de trabajo por debajo de la superficie del agua de la masa de agua y separado del agua de la masa de agua, en donde:

10 - al menos un depósito auxiliar de presurización deformable del depósito de presurización se extiende al menos parcialmente en la masa de agua, tiene una estructura de pared deformable y está configurado para presurizar el líquido de trabajo contenido dentro del depósito de presurización mediante la deformación de la estructura de pared deformable bajo la influencia de la presión hidrostática del agua de la masa de agua que actúa sobre la estructura de pared deformable, y

15 - el depósito de despresurización está dispuesto y configurado para proteger el líquido de trabajo dentro del depósito de despresurización de la presurización bajo la influencia de la presión hidrostática del agua de la masa de agua;

- un subsistema de almacenamiento y recuperación de energía configurado para:

20 - guiar el líquido de trabajo para que fluya desde el depósito de presurización hacia el depósito de despresurización, y viceversa,

- almacenar energía incrementando la energía potencial del líquido de trabajo dentro de la estructura del depósito desplazando parte del líquido de trabajo desde el depósito de despresurización al depósito de presurización, y

25 - recuperar la energía almacenada disminuyendo la energía potencial del líquido de trabajo dentro de la estructura del depósito liberando parte del líquido de trabajo para que fluya desde el depósito de presurización hacia el depósito de despresurización.

Un sistema de almacenamiento de energía del tipo mencionado anteriormente se conoce del documento WO 2019/117711 A1.

30 En el presente contexto se observa que el término "masa de agua", tal como se utiliza a lo largo de todo el presente documento, se refiere a un mar, un océano, una vía fluvial u otra cuenca hídrica de tamaño similar.

Un objeto de la presente invención es proporcionar al menos un sistema de almacenamiento de energía alternativo, que proporcione mejoras sobre los sistemas de almacenamiento de energía conocidos.

Para tal fin, la invención proporciona un sistema de almacenamiento de energía del tipo inicialmente identificado anteriormente, y caracterizado además porque:

35 - al menos un depósito auxiliar de despresurización enterrado del depósito de despresurización está enterrado debajo de una columna vertical de dicha masa de agua subterránea, en donde dicha columna vertical tiene una altura de al menos 5 metros, y

40 - dicho al menos un depósito auxiliar de despresurización enterrado está dispuesto al menos 5 metros más bajo que dicho al menos un depósito auxiliar de presurización deformable, que se extiende en la masa de agua, en el sentido de que, durante el funcionamiento del sistema de almacenamiento de energía, el líquido de trabajo en el interior de dicho al menos un depósito auxiliar de despresurización enterrado está al menos 5 metros más bajo que el líquido de trabajo en el interior de dicho al menos un depósito auxiliar de presurización deformable.

45 De manera más explícita, la invención proporciona un sistema de almacenamiento de energía de acuerdo con la reivindicación independiente 1 adjunta. Modos de realización preferibles de la invención se proporcionan en las reivindicaciones dependientes 2-9 adjuntas.

En comparación con el sistema de almacenamiento de energía conocido de la figura 1 o la figura 2 del documento WO 2019/117711 A1 mencionado anteriormente, el presente sistema de almacenamiento de energía de acuerdo con la presente invención tiene una estructura de depósito diferente.

50 Las principales diferencias se explican a continuación. El lado izquierdo de la figura 1 del documento WO 2019/117711 A1 muestra el depósito 7A de presurización que tiene la estructura 17A de pared deformable, así como el depósito 8A de despresurización que tiene la estructura 18A de pared rígida. Ambos depósitos 7A y 8A

están conteniendo el líquido 9 de trabajo. Se observa que el depósito 8A de despresurización no está enterrado por debajo de una columna vertical de agua subterránea, ni está dispuesto al menos 5 metros más abajo que el depósito 7A de presurización.

5 La diferente estructura del depósito del sistema de almacenamiento de energía de acuerdo con la presente invención proporciona varias ventajas sobre el sistema de almacenamiento de energía conocido del documento WO 2019/117711 A1. Estas ventajas se explican a continuación.

10 Las dos características distintivas de la presente invención de que dicho al menos un depósito auxiliar de despresurización enterrado (i) está dispuesto sustancialmente más bajo que dicho al menos un depósito auxiliar de presurización deformable, que se extiende en la masa de agua, y (ii) está enterrado como se mencionó, proporcionan una mayor altura manométrica que proporciona una mayor capacidad de almacenamiento de energía por unidad de volumen de la estructura del depósito. La razón de esta mayor altura manométrica es que la presión hidrostática, que prevalece en los lugares de intercambio de líquido de trabajo donde el líquido de trabajo se debe desplazar desde el depósito de despresurización al depósito de presurización para el almacenamiento de energía y se libera para fluir al contrario para la recuperación de energía, aumenta cuando aumenta la altura vertical total del agua en la masa de agua y del líquido de trabajo en el depósito de presurización, medida desde la superficie del agua de la masa de agua hacia abajo hasta dichas ubicaciones de intercambio de líquido de trabajo. Una mayor altura manométrica de este tipo da como resultado una mayor energía requerida que debe ser entregada por el subsistema de almacenamiento y recuperación de energía para almacenar energía desplazando parte del líquido de trabajo desde el depósito de despresurización al depósito de presurización contra la mayor presión de dicha mayor altura manométrica. De manera análoga, dicha mayor altura manométrica da como resultado además un mayor rendimiento energético que recibirá el subsistema de almacenamiento y recuperación de energía al recuperar la energía almacenada liberando parte del líquido de trabajo para que fluya desde el depósito de presurización hacia el depósito de despresurización bajo la mayor presión de dicha mayor altura manométrica.

25 Además de la ventaja explicada anteriormente de una mayor capacidad de almacenamiento de energía por unidad de volumen de la estructura del depósito, dichas dos características distintivas de la presente invención proporcionan otras ventajas importantes. Para explicar estas ventajas adicionales, se observa que la estructura de depósito conocida del documento WO 2019/117711 A1 tiene una flotabilidad cuando está vacío. De acuerdo con la presente invención, por otra parte, al estar el al menos un depósito auxiliar de despresurización enterrado por debajo de una columna vertical de dicha masa de agua subterránea, automáticamente se lastra el al menos un depósito auxiliar de despresurización enterrado con respecto a la masa de agua subterránea. Además, una estructura de depósito parcialmente enterrada de acuerdo con la presente invención minimiza la exposición de la estructura del depósito en el fondo de la masa de agua (por ejemplo, un lecho marino) y, por lo tanto, mejora la fiabilidad, reduce las fuerzas de las corrientes y las olas que actúan sobre la estructura del depósito y reduce los costes de protección contra la erosión. En caso de desmantelamiento futuro de la estructura del depósito, o de partes de la misma, el al menos un depósito auxiliar de despresurización enterrado puede permanecer enterrado, lo que reduce los costes de desmantelamiento y minimiza la perturbación de los fondos marinos.

En un modo de realización preferible de la invención, el sistema de almacenamiento de energía comprende además una estructura de eje, en donde:

40 - la estructura de eje se extiende al menos desde la superficie inferior de la masa de agua hacia abajo a través de dicha masa de agua subterránea,

- al menos un depósito auxiliar de presurización descendente del depósito de presurización se extiende en o sobre la estructura de eje y hacia abajo a lo largo de la estructura de eje, y

45 - el subsistema de almacenamiento y recuperación de energía está ubicado al menos parcialmente dentro de la estructura de eje o en ella, de manera que:

◦ dicha parte desplazada del líquido de trabajo desde el depósito de despresurización al depósito de presurización, y

◦ dicha liberación de parte del líquido de trabajo para que fluya desde el depósito de presurización hacia el depósito de despresurización,

50 tienen lugar en o sobre la estructura de eje y a través de dicho al menos un depósito auxiliar de presurización descendente.

55 En otro modo de realización preferible de la invención, o del modo de realización preferible mencionado anteriormente de la misma, dicho subsistema de almacenamiento y recuperación de energía comprende al menos una bomba para desplazar parte del líquido de trabajo desde el depósito de despresurización al depósito de presurización.

## ES 3 011 558 T3

En otro modo de realización más preferible de la invención, o de cualquiera de los modos de realización preferibles mencionados anteriormente de la misma, dicho subsistema de almacenamiento y recuperación de energía comprende al menos una turbina para que dicha parte de liberación del líquido de trabajo fluya desde el depósito de presurización hacia el depósito de despresurización.

- 5 En otro modo de realización más preferible de la invención, o de cualquiera de los modos de realización preferibles mencionados anteriormente, dicho subsistema de almacenamiento y recuperación de energía comprende al menos una turbina hidroeléctrica reversible, que puede funcionar tanto como una turbina generadora como, a la inversa, como una bomba accionada por motor eléctrico, para desplazar dicha parte del líquido de trabajo desde el depósito de despresurización al depósito de presurización, así como para liberar  
10 dicha parte del líquido de trabajo para fluir desde el depósito de presurización hacia el depósito de despresurización.

En otro modo de realización más preferible de la invención, o de cualquiera de los modos de realización preferibles mencionados anteriormente de la misma:

- dicha columna vertical tiene una altura de al menos 10 metros, y

- 15 - dicho al menos un depósito auxiliar de despresurización enterrado está dispuesto al menos 10 metros más bajo que dicho al menos un depósito auxiliar de presurización deformable, que se extiende en la masa de agua, en el sentido de que, durante el funcionamiento del sistema de almacenamiento de energía, el líquido de trabajo en el interior de dicho al menos un depósito auxiliar de despresurización enterrado está al menos 10 metros más bajo que el líquido de trabajo en el interior de dicho al menos un depósito auxiliar de presurización  
20 deformable.

En otro modo de realización más preferible de la invención, o de cualquiera de los modos de realización preferibles mencionados anteriormente de la misma:

una relación de planitud horizontal de dicho al menos un depósito auxiliar de despresurización enterrado es al menos 2.0, preferiblemente al menos 4.0 y más preferiblemente al menos 8.0,

- 25 dicha relación de planitud horizontal se define como un cociente que tiene un numerador y un denominador, en donde el numerador es la raíz cuadrada de un área de superficie de un área de proyección de un plano de referencia horizontal, dicha área de proyección que se obtiene proyectando verticalmente dicho al menos un depósito auxiliar de despresurización enterrado sobre dicho plano de referencia horizontal,  
30 y en donde el denominador es la altura vertical total de dicho al menos un depósito auxiliar de despresurización enterrado.

Los aspectos antes mencionados y otros aspectos de la invención serán evidentes y se aclararán con referencia a los modos de realización descritos a continuación en el presente documento, únicamente a modo de ejemplos no limitativos y con referencia a las figuras esquemáticas en el dibujo adjunto.

- 35 La figura 1 muestra, en sección transversal vertical, un ejemplo de un modo de realización de un sistema de almacenamiento de energía de acuerdo con la invención.

La figura 2 muestra nuevamente el ejemplo de la figura 1 y en la misma vista, sin embargo, en la figura 2 la energía potencial del líquido de trabajo dentro de la estructura del depósito es menor que en la figura 1.

La figura 3 muestra, en una vista en perspectiva, un ejemplo de otro modo de realización de un sistema de almacenamiento de energía de acuerdo con la invención.

- 40 En primer lugar se hace referencia al modo de realización de las figuras 1-2. Los signos de referencia utilizados en el modo de realización de las figuras 1-2 se refieren a las partes y aspectos mencionados anteriormente de la invención, así como a partes y aspectos relacionados, de la siguiente manera.

- |            |  |
|------------|--|
| 1          | sistema de almacenamiento de energía   |
| 2          | masa de agua                           |
| 45 3       | superficie del agua de la masa de agua |
| 4          | superficie inferior de la masa de agua |
| 5          | masa de agua subterránea               |
| 6          | agua de la masa de agua                |
| 8A, 8B, 8C | depósito de presurización              |

## ES 3 011 558 T3

- 8A depósito auxiliar de presurización deformable
- 8B depósito auxiliar de presurización descendente
- 8C depósito auxiliar de presurización conectivo tubular
- 9A, 9B, 9C depósito de despresurización
- 5 9A depósito auxiliar de despresurización enterrado
- 9B depósito auxiliar de despresurización integrado en el eje
- 9C depósito auxiliar de despresurización conectivo tubular
- 10A, 10B, 10C, 10D subsistema de almacenamiento y recuperación de energía
- 10A primera bomba, turbina o turbina hidroeléctrica reversible
- 10 10B segunda bomba, turbina o turbina hidroeléctrica reversible
- 10C conexión del lado de despresurización para bomba, turbina o similar
- 10D conexión del lado de presurización para bomba, turbina o similar
- 11 estructura de eje
- 18 estructura de pared deformable
- 15 Basándose en la descripción introductoria anterior, incluida la breve descripción de las figuras del dibujo y basándose en los signos de referencia explicados anteriormente utilizados en el dibujo, se muestra el ejemplo de las figuras 1-2 que en su mayor parte se explica por sí solo. Se dan las siguientes explicaciones adicionales.
- 20 El depósito 8A, 8B, 8C de presurización de la estructura de depósito del sistema 1 de almacenamiento de energía comprende el depósito 8A auxiliar de presurización deformable, que tiene la estructura 18 de pared deformable, el depósito 8B auxiliar de presurización descendente en el interior de la estructura 11 de eje, y el depósito 8C auxiliar de presurización conectivo tubular, que interconecta el depósito 8A auxiliar de presurización deformable y el depósito 8B auxiliar de presurización descendente.
- 25 En el ejemplo mostrado, la estructura 18 de pared deformable es del tipo vejiga. A excepción de la estructura 18 de pared deformable del depósito 8A auxiliar de presurización deformable, todas las demás estructuras de pared del depósito 8A, 8B, 8C de presurización son rígidas en el ejemplo mostrado.
- Además, al menos parte de la cara inferior del depósito 8A auxiliar de presurización deformable puede estar preferiblemente anclada y/o fijada de otro modo con respecto al subsuelo 5, por ejemplo dentro de y/o en y/o por encima del subsuelo 5.
- 30 El depósito 9A, 9B, 9C de despresurización de la estructura de depósito del sistema 1 de almacenamiento de energía comprende el depósito 9A auxiliar de despresurización enterrado, el depósito 9B auxiliar de despresurización integrado en el eje, que está integrado en la estructura 11 de eje, y el depósito 9C auxiliar de despresurización conectivo tubular, que está interconectando el depósito 9A auxiliar de despresurización enterrado y el depósito 9B auxiliar de despresurización integrado en el eje. En el ejemplo mostrado, las estructuras de pared del depósito 9A, 9B, 9C de despresurización son rígidas.
- 35 El subsistema 10A, 10B, 10C, 10D de almacenamiento y recuperación de energía del sistema 1 de almacenamiento de energía comprende las unidades 10A y 10B mostradas. A modo de ejemplo se considera en este caso que en las figuras 1 y 2 la unidad 10A es una bomba y la unidad 10B es una turbina.
- 40 La bomba 10A está configurada para bombear parte del líquido 7 de trabajo desde el depósito 9B auxiliar de despresurización integrado en el eje hacia el depósito 8B auxiliar de presurización descendente. Este bombeo del líquido 7 de trabajo debe realizarse contra la acción de la presión hidrostática del líquido 7 de trabajo que prevalece en el fondo del depósito 8B auxiliar de presurización descendente. Esta presión hidrostática del líquido 7 de trabajo en el fondo del depósito 8B auxiliar de presurización descendente depende de la altura 6 vertical total del agua en la masa 2 de agua y del líquido 7 de trabajo en el depósito 8A, 8B, 8C de presurización, medida desde la superficie 3 del agua de la masa 2 de agua hacia abajo hasta el fondo del depósito 8B auxiliar de presurización descendente.
- 45 La turbina 10B está configurada para liberar parte del líquido 7 de trabajo para que fluya desde el depósito 8B auxiliar de presurización descendente hacia el depósito 9B auxiliar de despresurización integrado en el eje. Este flujo del líquido 7 de trabajo se crea sustancialmente por la acción de la presión hidrostática del líquido 7

de trabajo que prevalece en el fondo del depósito 8B auxiliar de presurización descendente. La turbina 10B sirve para generar energía eléctrica a partir de este flujo del líquido 7 de trabajo.

5 En lugar de que la unidad 10A sea una bomba y la unidad 10B una turbina, cada una de estas unidades 10A y 10B también pueden ser una turbina hidroeléctrica reversible. Además, en lugar de tener sólo dos de dichas unidades 10A y 10B, el subsistema de almacenamiento y recuperación de energía del sistema 1 de almacenamiento de energía puede tener sólo una o más de dos de dichas unidades. Para ilustrar esto esquemáticamente, las figuras 1-2 muestran una conexión 10C del lado de despresurización en el depósito 9B auxiliar de despresurización y una conexión 10D del lado de presurización en el depósito 8B auxiliar de despresurización integrado en el eje. A través de estas conexiones 10C y 10D se puede montar una bomba  
10 adicional y/o una turbina y/o una turbina hidroeléctrica reversible.

15 En la situación de la figura 1, el depósito 8A auxiliar de presurización deformable se muestra en una condición relativamente expandida, mientras que en la situación de la figura 2, el depósito 8A auxiliar de presurización deformable se muestra en una condición relativamente comprimida. En correspondencia con ello, el depósito 8A, 8B, 8C de presurización contiene una mayor cantidad del líquido 7 de trabajo en la situación de la figura 1 que en la situación de la figura 2, mientras que el depósito 9A, 9B, 9C de despresurización contiene una menor cantidad del líquido 7 de trabajo en la situación de la figura 1 que en la situación de la figura 2. Por consiguiente, en la figura 2 la energía potencial del líquido 7 de trabajo dentro de la estructura del depósito es menor que en la figura 1.

20 En el ejemplo mostrado, el depósito 9A, 9B, 9C de despresurización no está necesariamente ventilado con respecto al interior de la estructura 11 de eje y/o con respecto al ambiente atmosférico en el exterior. La presión de aire en el depósito 9A, 9B, 9C de despresurización puede mantenerse, por ejemplo, muy baja, por ejemplo a un nivel de presión sustancialmente de vacío. Sin embargo, en principio son posibles modos de realización en los que el depósito 9A, 9B, 9C de despresurización está ventilado con respecto, por ejemplo, al entorno atmosférico exterior, por ejemplo a través de una estructura de conducto de aire, que se extiende hacia arriba  
25 a lo largo de la estructura 11 de eje, y que comprende una manguera flexible que se extiende desde la estructura 11 de eje a través del agua 6 hacia la superficie del agua 3, donde el extremo de la manguera se mantiene flotando mediante una boya.

30 Ahora se hace referencia al otro modo de realización de la figura 3. En el modo de realización de la figura 3 se utilizan los mismos números de referencia 2, 3, 4, 5, 6 que los utilizados en las figuras 1-2 para la masa de agua, la superficie del agua, la superficie del fondo, la masa de agua subterránea y el agua de la masa de agua, respectivamente.

La figura 3 muestra el sistema 101 de almacenamiento de energía de acuerdo con la invención, que tiene:

- un primer, un segundo, un tercer y un cuarto depósito de presurización, cada uno de los cuales es similar al depósito 8A, 8B, 8C de presurización de las figuras 1-2;
- 35 - un primer, un segundo, un tercer y un cuarto depósito de despresurización, cada uno de los cuales es similar al depósito 9A, 9B, 9C de despresurización de las figuras 1-2;
- un primer, un segundo, un tercer y un cuarto subsistema de almacenamiento y recuperación de energía, cada uno de los cuales es similar al subsistema 10A, 10B, 10C, 10D de almacenamiento y recuperación de energía de las figuras 1-2.

40 En la figura 3, las partes visibles de dichos primer, segundo, tercer y cuarto depósitos/subsistemas similares se indican mediante los mismos signos de referencia que en el modo de realización de las figuras 1-2, con el conocimiento de que en la figura 3 los numerales en los signos de referencia de las figuras 1-2 se han incrementado en 100, 200, 300 y 400 para dichos primer, segundo, tercer y cuarto depósitos/subsistemas, respectivamente.

45 En la figura 3 se ve que dichos primer, segundo, tercer y cuarto depósitos/subsistemas similares se combinan mutuamente con una única estructura 111 de eje.

50 En la figura 3 se ve además que cada uno de los depósitos 109A, 209A, 309A, 409A auxiliares de despresurización enterrados se extiende con un cierto grado de "planitud horizontal". Es decir, la planitud de dichos depósitos auxiliares de despresurización enterrados es en dirección horizontal, a diferencia de una situación en la que, por ejemplo, la dirección longitudinal de un depósito auxiliar de despresurización enterrado alargado se extendería verticalmente. En la introducción anterior del presente documento se definió una "relación de planitud horizontal", al tiempo que se mencionó en la misma que la relación de planitud horizontal del al menos un depósito auxiliar de despresurización enterrado debería ser preferiblemente al menos 2.0, más preferiblemente al menos 4.0 y aún más preferiblemente al menos 8.0. Dichos valores mínimos preferibles de la relación de planitud horizontal del al menos un depósito auxiliar de despresurización enterrado son  
55 ventajosos por varias razones.

- 5 Una ventaja es que los grados de planitud horizontal mencionados permiten controlar de forma óptima las cargas de presión hidrostática sobre bombas y/o turbinas y/o similares del subsistema de almacenamiento y recuperación de energía durante dicho desplazamiento de parte del líquido de trabajo desde el depósito de despresurización al depósito de presurización y durante dicha liberación de parte del líquido de trabajo para fluir desde el depósito de presurización hacia el depósito de despresurización. Es decir, dichas cargas de presión hidrostática se pueden controlar hacia valores óptimos para lograr eficiencias óptimas de las bombas y/o turbinas y/o similares.
- 10 Otra ventaja es que los mencionados grados de planitud horizontal permiten aumentar de escala fácilmente la capacidad de almacenamiento del al menos un depósito auxiliar de despresurización enterrado en dirección horizontal, sin afectar a dicho control óptimo de las cargas de presión hidrostática sobre bombas y/o turbinas y/o similares. Al fin y al cabo, dicho aumento de escala en dirección horizontal se puede realizar sin afectar a la altura total del al menos un depósito auxiliar de despresurización enterrado.
- 15 Si bien la invención se ha descrito e ilustrado en detalle en la descripción anterior y en las figuras de los dibujos, dicha descripción e ilustración deben considerarse de ejemplo y/o ilustrativas y no restrictivas; la invención no se limita a los modos de realización descritos.
- Por ejemplo, en los ejemplos mostrados las estructuras de pared deformables del depósito de presurización son del tipo vejiga. Sin embargo, se pueden aplicar muchas otras estructuras de pared deformables de dicho depósito de presurización, como por ejemplo estructuras de pared deformables que sean extensibles y contraíbles de una manera telescópica.
- 20 Los expertos en la materia pueden comprender y efectuar otras variaciones de los modos de realización descritos al poner en práctica la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, la descripción y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, la palabra "que comprende" no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "un/uno/una" no excluye una pluralidad. Una sola pieza puede cumplir las funciones de varios elementos enunciados en las reivindicaciones. Con propósitos de claridad y una descripción
- 25 concisa, las características se describen en el presente documento como parte del mismo modo de realización o de modos de realización separados, sin embargo, se apreciará que el alcance de la invención puede incluir modos de realización que tengan combinaciones de todas o algunas de las características descritas. El mero hecho de que ciertas medidas se mencionen en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que no pueda utilizarse ventajosamente una combinación de esas medidas. Cualquier signo de referencia en
- 30 las reivindicaciones no debe interpretarse como una limitación del alcance.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (1) de almacenamiento de energía para almacenar energía en una masa (2) de agua, la masa de agua la cual tiene una superficie (3) de agua y una superficie (4) inferior, dicha superficie inferior que limita la masa (5) de agua subterránea por debajo de la masa (2) de agua, en donde el sistema (1) de almacenamiento de energía comprende:
- 5 • una estructura (8A, 8B, 8C, 9A, 9B, 9C) de depósito, que comprende un depósito (8A, 8B, 8C) de presurización y un depósito (9A, 9B, 9C) de despresurización, cada uno de los cuales está configurado para contener un líquido (7) de trabajo por debajo de la superficie (3) de agua de la masa de agua y separado del agua (6) de la masa de agua de tal manera que el líquido (7) de trabajo dentro del depósito (8A, 8B, 8C) de presurización y del depósito (9A, 9B, 9C) de despresurización, por un lado, y el agua (6) de la masa (2) de agua, por otro lado, no pueden mezclarse entre sí, en donde:
    - 10 - al menos un depósito (8A) auxiliar de presurización deformable del depósito (8A, 8B, 8C) de presurización se extiende al menos parcialmente en la masa (2) de agua, tiene una estructura (18) de pared deformable impermeable a los líquidos y está configurado para presurizar el líquido (7) de trabajo contenido dentro del depósito (8A, 8B, 8C) de presurización mediante la deformación de la estructura (18) de pared deformable bajo la influencia de la presión hidrostática del agua (6) de la masa (2) de agua que actúa sobre la estructura (18) de pared deformable, y
    - 15 - el depósito (9A, 9B, 9C) de despresurización está dispuesto y configurado para proteger el líquido (7) de trabajo dentro del depósito de despresurización de la presurización bajo la influencia de la presión hidrostática del agua (6) de la masa (2) de agua;
    - 20 • un subsistema (10A, 10B, 10C, 10D) de almacenamiento y recuperación de energía configurado para:
      - guiar el líquido (7) de trabajo para que fluya desde el depósito (8A, 8B, 8C) de presurización al depósito (9A, 9B, 9C) de despresurización, y viceversa,
      - 25 - almacenar energía incrementando la energía potencial del líquido (7) de trabajo dentro de la estructura del depósito desplazando parte del líquido de trabajo desde el depósito (9A, 9B, 9C) de despresurización hacia el depósito (8A, 8B, 8C) de presurización, provocando de este modo que dicho al menos un depósito (8A) auxiliar de presurización deformable, mediante dicha deformación de la estructura (18) de pared deformable, se expanda contra la acción de dicha presión hidrostática del agua (6) de la masa (2) de agua, y
      - 30 - recuperar energía almacenada disminuyendo la energía potencial del líquido de trabajo dentro de la estructura del depósito liberando parte del líquido (7) de trabajo para que fluya desde el depósito (8A, 8B, 8C) de presurización hacia el depósito (9A, 9B, 9C) de despresurización, provocando de este modo que dicho al menos un depósito (8A) auxiliar de presurización deformable, mediante dicha deformación de la estructura (18) de pared deformable, se comprima bajo la acción de dicha presión hidrostática del agua (6) de la masa (2) de agua;
      - 35 caracterizado por que:
        - al menos un depósito (9A) auxiliar de despresurización enterrado del depósito (9A, 9B, 9C) de despresurización es una estructura artificial, que ha sido enterrada bajo una columna vertical de dicha masa (5) de agua subterránea, en donde dicha columna vertical tiene una altura de al menos 5 metros, y
        - 40 - dicho al menos un depósito (9A) auxiliar de despresurización enterrado está dispuesto al menos 5 metros más bajo que dicho al menos un depósito (8A) auxiliar de presurización deformable, que se extiende en la masa (2) de agua, en el sentido de que, durante el funcionamiento del sistema (1) de almacenamiento de energía, el líquido (7) de trabajo en el interior de dicho al menos un depósito (9A) auxiliar de despresurización enterrado está al menos 5 metros más bajo que el líquido (7) de trabajo en el interior de dicho al menos un depósito (8A) auxiliar de presurización deformable.
  - 45 2. El sistema (1) de almacenamiento de energía de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además una estructura (11) de eje, en donde:
    - la estructura (11) de eje se extiende al menos desde la superficie (4) inferior de la masa (2) de agua hacia abajo a través de dicha masa (5) de agua subterránea,
    - 50 - al menos un depósito (8B) auxiliar de presurización descendente del depósito de presurización se extiende dentro o en la estructura (11) de eje y hacia abajo a lo largo de la estructura (11) de eje, y
    - el subsistema de almacenamiento y recuperación de energía está ubicado al menos parcialmente en o sobre la estructura (11) de eje de manera que:

## ES 3 011 558 T3

- dicha parte desplazada del líquido (7) de trabajo desde el depósito (9A, 9B, 9C) de despresurización hacia el depósito (8A, 8B, 8C) de presurización, y
  - dicha liberación de parte del líquido de trabajo que fluye desde el depósito (8A, 8B, 8C) de presurización hacia el depósito (9A, 9B, 9C) de despresurización tiene lugar dentro o en la estructura (11) de eje y a través de dicho al menos un depósito (8B) auxiliar de presurización descendente.
- 5
3. El sistema (1) de almacenamiento de energía de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho subsistema (10A, 10B, 10C, 10D) de almacenamiento y recuperación de energía comprende al menos una bomba para desplazar parte del líquido (7) de trabajo desde el depósito (9A, 9B, 9C) de despresurización hacia el depósito (8A, 8B, 8C) de presurización.
- 10
4. El sistema (1) de almacenamiento de energía de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho subsistema (10A, 10B, 10C, 10D) de almacenamiento y recuperación de energía comprende al menos una turbina para que dicha parte de liberación del líquido (7) de trabajo fluya desde el depósito (8A, 8B, 8C) de presurización hacia el depósito (9A, 9B, 9C) de despresurización.
- 15
5. El sistema (1) de almacenamiento de energía de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho subsistema (10A, 10B, 10C, 10D) de almacenamiento y recuperación de energía comprende al menos una turbina hidroeléctrica reversible, que puede funcionar tanto como una turbina generadora como, a la inversa, como una bomba accionada por motor eléctrico, para desplazar parte del líquido (7) de trabajo desde el depósito (9A, 9B, 9C) de despresurización hacia el depósito (8A, 8B, 8C) de presurización, así como para liberar parte del líquido (7) de trabajo para fluir desde el depósito (8A, 8B, 8C) de presurización hacia el depósito (9A, 9B, 9C) de despresurización.
- 20
6. El sistema (1) de almacenamiento de energía de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde:
- dicha columna vertical tiene una altura de al menos 10 metros, y
  - dicho al menos un depósito (9A) auxiliar de despresurización enterrado está dispuesto al menos 10 metros más bajo que dicho al menos un depósito (8A) auxiliar de presurización deformable, que se extiende en la masa (2) de agua, en el sentido de que, en funcionamiento del sistema (1) de almacenamiento de energía, el líquido (7) de trabajo en el interior de dicho al menos un depósito (9A) auxiliar de despresurización enterrado está al menos 10 metros más bajo que el líquido (7) de trabajo en el interior de dicho al menos un depósito (8A) auxiliar de presurización deformable.
- 25
7. El sistema (1) de almacenamiento de energía de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde una relación de planitud horizontal de dicho al menos un depósito (9A) auxiliar de despresurización enterrado es al menos 2.0.
- 30
- dicha relación de planitud horizontal se define como un cociente que tiene un numerador y un denominador,
- 35
- en donde el numerador es la raíz cuadrada de un área de superficie de un área de proyección de un plano de referencia horizontal, dicha área de proyección que se obtiene proyectando verticalmente dicho al menos un depósito (9A) auxiliar de despresurización enterrado sobre dicho plano de referencia horizontal,
- y en donde el denominador es la altura vertical total de dicho al menos un depósito (9A) auxiliar de despresurización enterrado.
- 40
8. El sistema (1) de almacenamiento de energía de acuerdo con la reivindicación 7, en donde dicha relación de planitud horizontal de dicho al menos un depósito (9A) auxiliar de despresurización enterrado es al menos 4.0.
9. El sistema (1) de almacenamiento de energía de acuerdo con la reivindicación 8, en donde dicha relación de planitud horizontal de dicho al menos un depósito (9A) auxiliar de despresurización enterrado es al menos 8.0.

Fig. 1

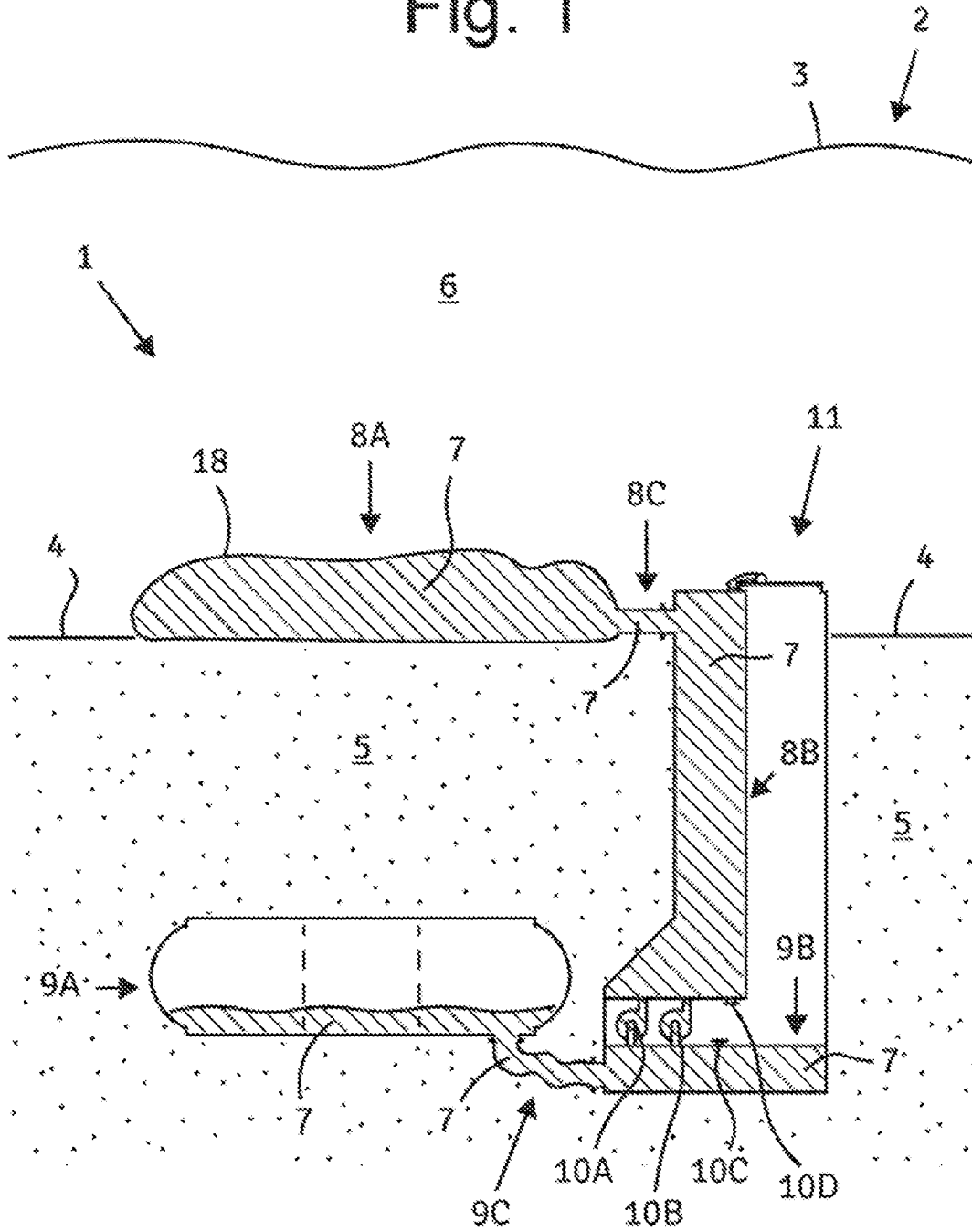


Fig. 2

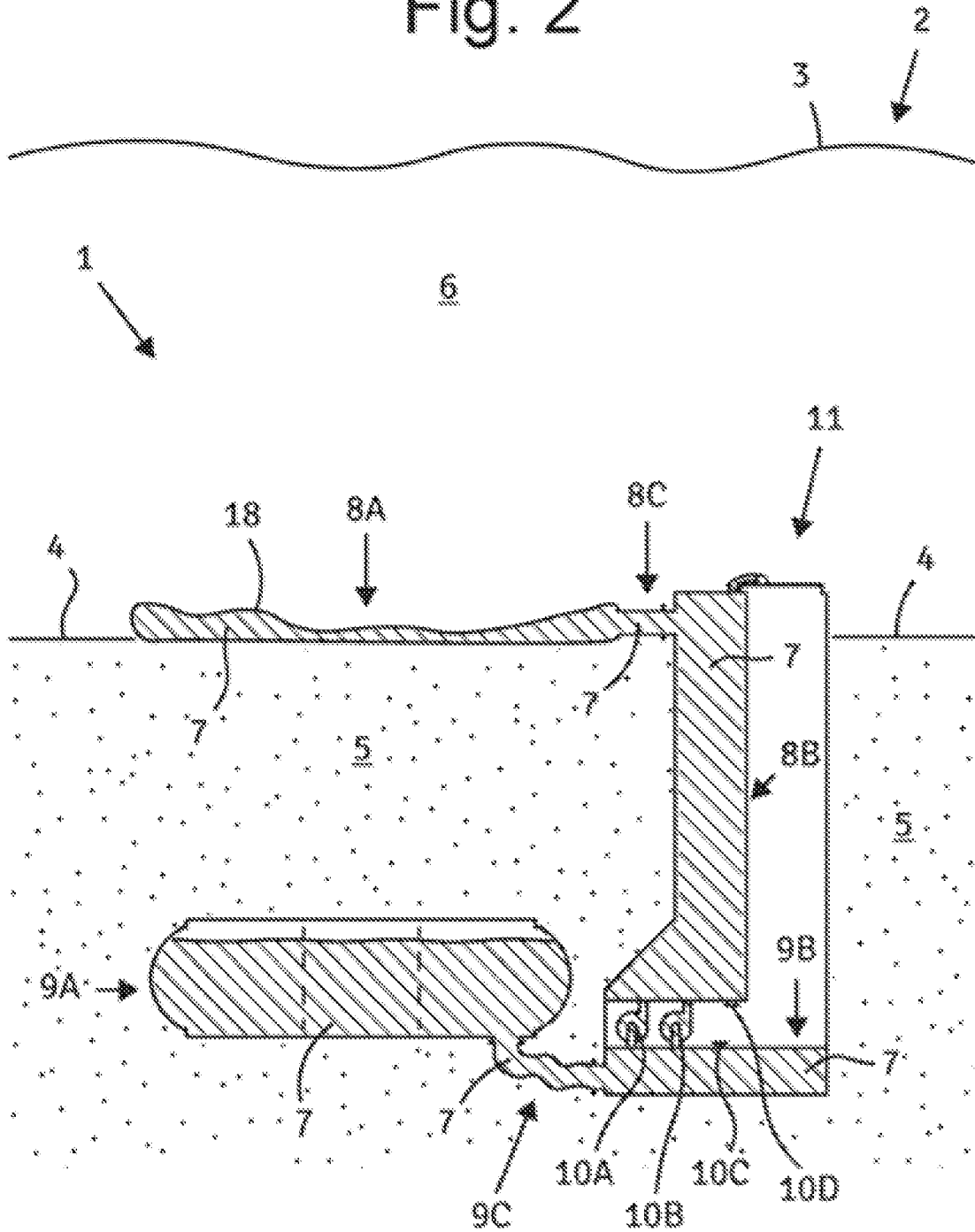


Fig. 3

