

1. TÍTULO

Sistema de desalación de agua marina impulsado por aire comprimido generado mediante energía del oleaje marino, con aprovechamiento de presión hidrostática oceánica y recuperación de sales derivadas de salmuera.

3. RESUMEN

La presente invención describe un sistema de desalación de agua marina impulsado por aire comprimido generado mediante el aprovechamiento de energía del oleaje marino. El sistema comprende un dispositivo captador de energía del oleaje conectado a un sistema de compresión de aire capaz de generar aire comprimido que posteriormente es almacenado en contenedores submarinos sometidos a presión hidrostática del entorno oceánico. El aire comprimido almacenado es utilizado para generar presión hidráulica que impulsa agua de mar a través de módulos de filtración o membranas de desalación para producir agua dulce. El sistema puede combinar presión neumática, presión gravitacional y gradientes de presión generados por succión hidráulica. Adicionalmente, la invención contempla la gestión de la salmuera generada durante el proceso de desalación, permitiendo la recuperación de sales minerales mediante procesos de evaporación o cristalización para aplicaciones industriales o constructivas. De esta manera, el sistema permite la producción sostenible de agua dulce mediante energía renovable y el aprovechamiento de subproductos minerales derivados del proceso.

3. CAMPO TECNOLÓGICO

La presente invención pertenece al campo de la ingeniería energética marina y del tratamiento de agua, particularmente a sistemas de desalación de agua de mar impulsados por aire comprimido generado mediante el aprovechamiento de energía del oleaje marino y sistemas de valorización de subproductos derivados del proceso de desalación.

4. ANTECEDENTES

La desalación de agua marina se realiza comúnmente mediante tecnologías como la ósmosis inversa o la destilación térmica, las cuales requieren un consumo significativo de energía eléctrica.

En diversos entornos costeros y oceánicos existe un potencial energético considerable asociado al movimiento natural del oleaje marino. Sin embargo, la integración de este recurso energético en sistemas autónomos de producción de agua dulce continúa siendo limitada.

Las plantas desalinizadoras convencionales generan además corrientes residuales de salmuera concentrada que frecuentemente son vertidas nuevamente al océano, lo cual puede provocar alteraciones locales en la salinidad, el pH y el equilibrio de los ecosistemas marinos.

El inventor ha desarrollado previamente tecnologías relacionadas con el aprovechamiento de energía neumática marina, incluyendo la patente concedida **NC2022/0006754** y desarrollos tecnológicos adicionales relacionados con sistemas de generación, almacenamiento y distribución de energía neumática marina actualmente en trámite bajo el número **NC2026/0002795** ante la Superintendencia de Industria y Comercio.

La presente invención propone utilizar aire comprimido generado mediante energía del oleaje como fuente de presión para procesos de desalación, permitiendo sistemas energéticos híbridos que aprovechan presión neumática, presión hidrostática y gradientes naturales de presión para impulsar procesos de desalación de agua marina y, adicionalmente, permitir la recuperación y aprovechamiento de sales minerales derivadas del proceso.

5. DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La invención describe un sistema de desalación de agua marina impulsado por aire comprimido generado mediante el aprovechamiento del movimiento del oleaje marino.

El sistema comprende los siguientes componentes principales:

- dispositivo captador de energía del oleaje
- sistema de transmisión mecánica
- sistema de compresión de aire
- sistema de almacenamiento de aire comprimido
- tanque de agua marina
- sistema neumático de generación de presión hidráulica
- módulos de filtración o membranas de desalación
- sistema de gestión y valorización de salmuera

El movimiento del oleaje marino acciona el dispositivo captador, el cual transmite energía mecánica hacia un sistema de compresión que genera aire comprimido.

En determinadas realizaciones, la transmisión mecánica entre el dispositivo captador y el sistema de compresión puede realizarse mediante mecanismos tales como bielas, palancas, sistemas de engranajes, sistemas de transmisión lineal, mecanismos de tipo cardán o configuraciones equivalentes capaces de transformar el movimiento oscilatorio del oleaje en movimiento adecuado para accionar el compresor.

El sistema de compresión de aire puede consistir en compresores de pistón, compresores lineales, compresores de diafragma u otros dispositivos equivalentes capaces de generar aire comprimido a partir del movimiento mecánico transmitido por el captador de oleaje.

El aire comprimido puede almacenarse temporalmente en contenedores submarinos ubicados bajo el nivel del mar. En dichas configuraciones, la presión hidrostática del entorno oceánico contribuye a estabilizar el almacenamiento energético.

En determinadas realizaciones, el aire comprimido almacenado puede ser liberado de manera controlada para generar presión hidráulica estable sobre el sistema de filtración.

Posteriormente, el aire comprimido se utiliza para generar presión hidráulica que impulsa agua de mar contenida en un tanque de alimentación a través de módulos de filtración o membranas de desalación.

En determinadas configuraciones, el aire comprimido puede introducirse en cámaras neumáticas o recipientes presurizados asociados al tanque de agua marina, generando una fuerza de presión sobre la columna de agua que impulsa el flujo hacia los módulos de filtración.

En determinadas realizaciones del sistema, el proceso de desalación puede combinar:

- presión neumática
- presión gravitacional
- gradientes de presión generados por succión hidráulica

Los módulos de filtración pueden incorporar materiales filtrantes derivados de biomasa, biochar obtenido mediante pirólisis de residuos agrícolas, materiales porosos derivados de residuos pesqueros o conchas marinas, o combinaciones de estos materiales con membranas poliméricas o cerámicas utilizadas en sistemas de desalación.

Como resultado del proceso de desalación se obtiene una corriente de agua dulce y una corriente residual de salmuera concentrada.

En determinadas realizaciones del sistema, la salmuera generada puede ser conducida hacia sistemas de evaporación natural, cristalización o secado que permitan recuperar sales minerales.

Las sales obtenidas pueden ser utilizadas como materia prima para aplicaciones industriales, materiales de construcción, cristales decorativos, bloques compactados, componentes para arquitectura o productos derivados de sal.

De esta manera, el sistema permite no solo la producción de agua dulce mediante energía renovable, sino también el aprovechamiento de subproductos minerales, reduciendo impactos ambientales asociados al vertimiento directo de salmuera al océano.

Las estructuras submarinas utilizadas para almacenamiento de aire comprimido o soporte estructural pueden diseñarse para favorecer la colonización biológica marina, contribuyendo a la formación de arrecifes artificiales y ecosistemas submarinos.

Referencias de los elementos

- 1 — dispositivo captador de energía del oleaje
- 2 — sistema de transmisión mecánica
- 3 — estructura de soporte del captador
- 4 — sistema de compresión de aire
- 5 — tubería de conducción de aire comprimido
- 6 — sistema de almacenamiento submarino
- 7 — contenedores de aire comprimido
- 8 — fondo marino
- 9 — tanque de agua marina
- 10 — módulo de filtración
- 11 — salida de agua dulce
- 12 — conducción de salmuera
- 13 — sistema de cristalización o recuperación de sales

6. DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Figura 1 muestra un dispositivo captador de energía del oleaje configurado para transformar el movimiento del oleaje marino en movimiento mecánico.

Figura 2 muestra el sistema de compresión neumática accionado por el movimiento transmitido desde el captador de oleaje.

Figura 3 muestra el sistema de almacenamiento de aire comprimido en contenedores submarinos.

Figura 4 muestra el sistema neumático utilizado para generar presión hidráulica sobre el agua marina contenida en el tanque de alimentación.

Figura 5 muestra el sistema de filtración utilizado para separar el agua dulce del agua salina.

Figura 6 muestra una vista general del sistema de desalación impulsado por aire comprimido.

Figura 7 muestra el sistema de conducción de salmuera y recuperación de sales mediante evaporación o cristalización.

7. REIVINDICACIONES

1. Sistema de desalación de agua marina caracterizado por comprender un dispositivo de captación de energía del oleaje marino conectado directa o indirectamente a un sistema de compresión de aire, en el cual el aire comprimido generado es utilizado para generar presión hidráulica que impulsa agua de mar contenida en un tanque de alimentación a través de módulos de filtración o membranas de desalación para producir agua dulce.
 2. Sistema según la reivindicación 1 donde el aire comprimido es almacenado en contenedores submarinos que aprovechan la presión hidrostática del entorno oceánico.
 3. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el proceso de desalación combina presión neumática, presión gravitacional y gradientes de presión generados por succión hidráulica.
 4. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde los módulos de filtración incorporan materiales filtrantes derivados de biomasa o biochar.
 5. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde las estructuras submarinas están configuradas para favorecer la formación de arrecifes artificiales.
 6. Método de desalación de agua marina caracterizado por comprender las etapas de captación de energía del oleaje marino, generación de aire comprimido mediante compresión accionada por dicho oleaje, almacenamiento del aire comprimido en contenedores submarinos sometidos a presión hidrostática y utilización del aire comprimido para generar presión hidráulica que impulse agua de mar a través de sistemas de filtración para producir agua dulce.
 7. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde la salmuera generada durante el proceso de desalación es conducida hacia sistemas de evaporación o cristalización que permiten recuperar sales minerales para aplicaciones industriales o constructivas.
-

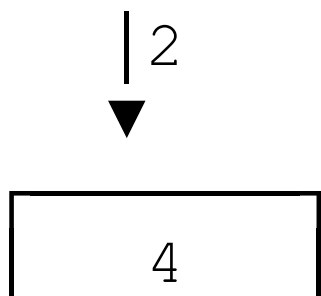
8. DIBUJOS

FIG 1

$$\begin{array}{ccccccc} \sim & \sim & \sim & \sim & \sim & \sim & \sim \\ & & & 1 & & & \\ & & & (\quad) & & & \\ & & & | & & & \end{array}$$

$$\begin{array}{c} | \\ [3] \end{array} 2$$

FIG 2



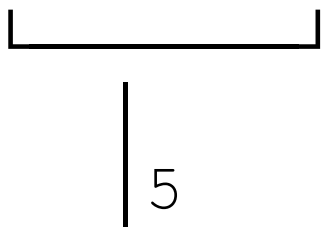
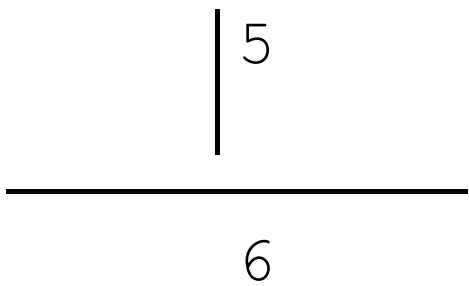
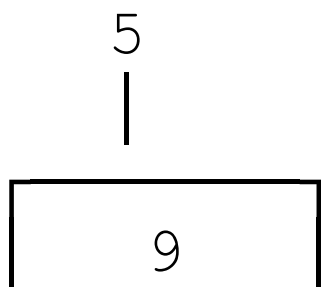


FIG 3



$$\begin{array}{ccc}
 \circ & \circ & \circ \\
 7 & 7 & 7 \\
 \hline
 & 8 &
 \end{array}$$

FIG 4



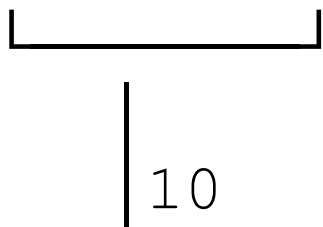
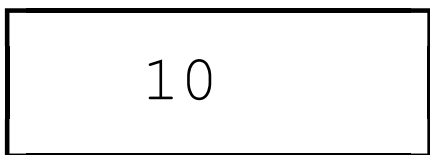
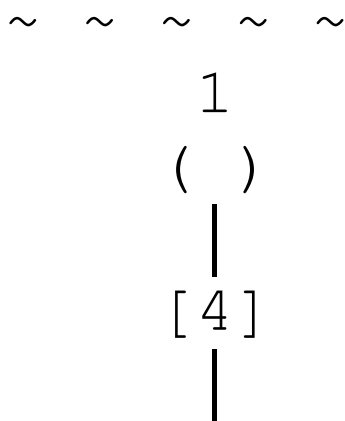


FIG 5



11

FIG 6



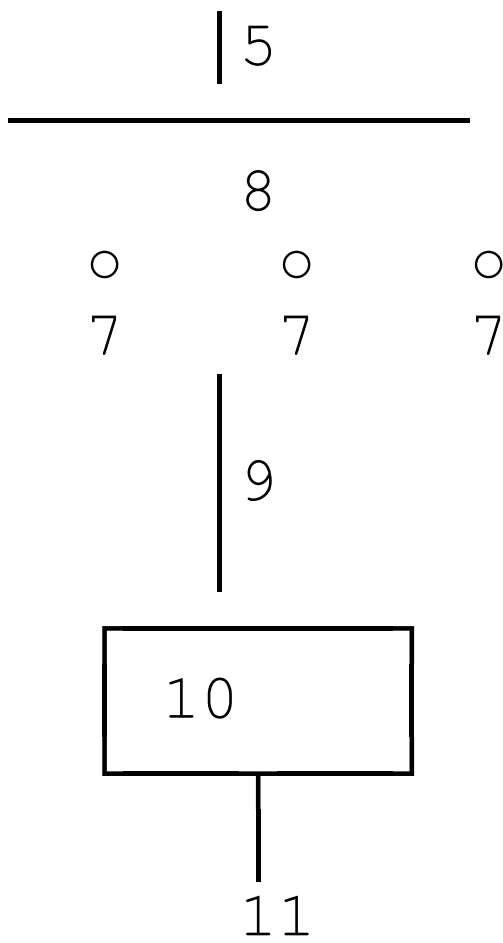
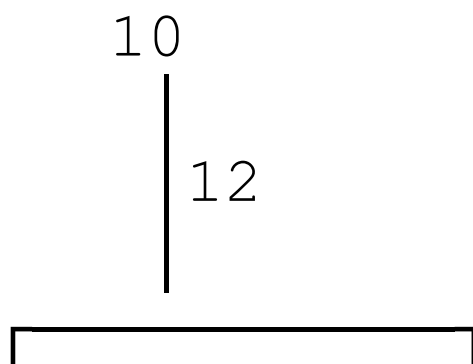


FIG 7



13