

19



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 356 209**

21 Número de solicitud: 200900477

51 Int. Cl.:
B65D 88/78 (2006.01)
F17C 1/00 (2006.01)
F03D 9/02 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación: **20.02.2009**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **06.04.2011**

Fecha de la concesión: **07.11.2011**

45 Fecha de anuncio de la concesión: **18.11.2011**

45 Fecha de publicación del folleto de la patente: **18.11.2011**

73 Titular/es:
**UNIVERSIDAD DE SEVILLA
OTRI-PABELLÓN DE BRASIL
PASEO DE LAS DELICIAS S/N
41013 SEVILLA, ES y
PREXTOR SYSTEMS, S.L.**

72 Inventor/es:
**DAVILA MARTIN, JAVIER;
RUIZ DEL OLMO, FERNANDO;
PEREZ MAGALLON, LUIS MANUEL y
RUIZ ARAHAL, MANUEL**

74 Agente: **No consta**

54 Título: **BATERÍAS SUBMARINAS DE PAR AJUSTADO.**

57 Resumen:

La invención presenta sistemas de almacenamiento de energía mediante la compresión / descompresión de un gas y su almacenamiento en baterías submarinas en las que se ajusta el par provocado por las fuerzas de flotación del gas y del peso del contrapeso, incluyendo sus procedimientos de fabricación, teniendo presente que resultan ser de grandes dimensiones.

Además, la invención incluye la utilización de baterías submarinas de par ajustado como sistemas de separación y purificación de todo tipo de gases, en particular de aire y de efluentes industriales.

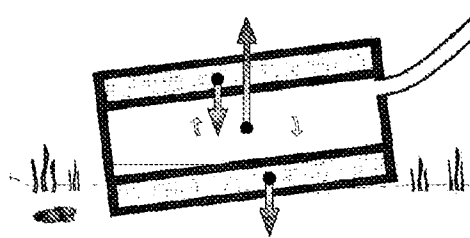


Figura 3

ES 2 356 209 B1

DESCRIPCIÓN

Baterías submarinas de par ajustado.

5 Sector de la técnica a que se refiere la invención

La invención se encuadra dentro del marco de la regulación y almacenamiento de energía, con especial aplicación al aprovechamiento de las fuentes de energía renovables y con aplicaciones colaterales a la clasificación, separación y purificación de todo tipo de gases.

10

Estado de la técnica

El problema del almacenamiento de energía es inherente a todos los sistemas de aprovechamiento de fuentes de energía renovables. El único sistema que se ha venido utilizando tradicionalmente para el almacenamiento de energía a gran escala son las centrales de bombeo reversible. Existe otra tecnología, la denominada tecnología CAES, que almacena energía a base de comprimir aire atmosférico y almacenarlo en cavernas ó minas abandonadas. Esto evita la construcción de un tanque de grandes dimensiones capaz de soportar presiones elevadas, que haría inviable su desarrollo.

15

Por otro lado, se han registrado diversas solicitudes de patente de sistemas de almacenamiento de energía a base de comprimir aire atmosférico y almacenarlo en depósitos submarinos, dotados de un contrapeso para impedir la ascensión del aire por flotación, aunque esta tecnología no ha logrado desarrollarse a nivel comercial.

20

Explicación de la invención

25

Problemas técnicos planteados por los sistemas de almacenamiento de energía

La tecnología CAES obtiene mejores rendimientos y resulta económicamente más ventajosa que las centrales de bombeo reversible y es por ello que, ligada al desarrollo de la energía eólica está tomando mucho auge en los últimos tiempos, fundamentalmente en Estados Unidos. Sin embargo, esta tecnología tiene un grave inconveniente, pues al ser las cavernas de un volumen constante el aire de su interior debe ser comprimido/descomprimido entre dos presiones determinadas, lo que supone una pérdida importante de rendimiento de los compresores y de las turbinas, y, lo que es peor, requiere unos volúmenes de la caverna muy superiores a los que resultarían necesarios si la presión se mantuviese constante.

30

35

Los mencionados sistemas de almacenamiento de energía en depósitos submarinos que han sido ideados y patentados trabajan a presión constante, pero no resuelven por completo el problema de la construcción del depósito de almacenamiento.

En primer lugar, la necesidad de dotar a las baterías submarinas de un contrapeso que impida la ascensión del aire por flotación genera un importante problema, ya que, si dicho contrapeso se coloca en la parte inferior, la batería será muy estable a los vuelcos, pues en caso de giro de la misma se crea automáticamente un par que corrige su posición, pero resulta necesaria la construcción de un depósito capaz de resistir el empuje ascensional del aire de su interior (Figura 1).

45

Por otro lado, si el contrapeso se coloca en la parte superior del depósito (Figura 2), se reduce considerablemente el problema de la construcción del depósito, pues el contrapeso puede servir de cierre vertical del mismo y normalmente se tratará de depósitos de muy poca altura y mucha superficie en las bases. Sin embargo, en este caso la batería es muy propensa al vuelco, ya que ante cualquier giro de la misma se crea un par que incrementa dicho giro.

50

En cualquier caso, el par creado en cualquiera de ambos casos constituye un grave problema a la hora de la construcción de las baterías submarinas, ya que son pares de muy elevada magnitud que provocarían movimientos bruscos de las baterías submarinas si se pretenden sumergir por flotación, ocasionando sin duda daños en las tuberías de carga/descarga e incluso en las propias baterías submarinas.

55

No es necesario explicar que el gran problema para la construcción de baterías submarinas de gran capacidad estriba en los enormes peso y dimensiones de las mismas, que hacen prácticamente inviable su inmersión hasta el fondo del mar mediante grúas como una unidad completa. Además, la tubería de carga/descarga constituye otro grave inconveniente, ya que también resulta ser de dimensiones importantes y no es posible su acoplamiento a la batería submarina una vez ubicada en el fondo del mar, ya que, a las profundidades a las que normalmente se ubicarán, es imposible el trabajo con buzos.

60

Otro de los inconvenientes que también ha venido impidiendo el desarrollo de las baterías submarinas radica en el hecho del calentamiento de los gases al ser comprimidos. A menos que se aíslen térmicamente, lo cual resulta inviable con los aislamientos térmicos de uso industrial común, se producirán pérdidas de energía por pérdida de calor del gas de almacenamiento, que incluso se pueden provocar impactos negativos al ecosistema marino.

65

Finalmente, existe un problema adicional que también ha podido ser un freno para el desarrollo de las baterías submarinas, y es la dificultad para impedir el riesgo de creación de una macroburbuja de gas ascendente ante una posible eventualidad catastrófica, como un terremoto en el fondo del mar, que podría provocar una ola de altura considerable.

5

Por otro lado, son muchos los estudios y experimentaciones que se están realizando sobre la captura de CO₂ de los efluentes de las centrales térmicas ó de determinadas industrias y su almacenamiento bajo tierra ó en acuíferos salinos bajo el fondo marino, o bien incluso su inyección directa en el fondo marino, ya que, si se hace a profundidades elevadas, el tiempo estimado para su ascensión hasta la atmósfera se mide por centenares de años, según los estudios que han sido realizados. Sin embargo, estos sistemas tienen graves inconvenientes ya que la captura de CO₂ resulta compleja y costosa, la energía que se requiere para llevarlos a cabo es muy importante, y las instalaciones necesarias para ello son de gran envergadura.

10

Descripción general de la invención y Soluciones aportadas

15

La batería submarina de par ajustado de doble contrapeso

20

Resulta imprescindible que las baterías submarinas sean estables al vuelco, es decir, que nunca ocurra lo reflejado en la Figura 2, donde se crea un par que hace volcar a la batería. Pero también resulta innecesario e incluso perjudicial que se haya de crear un par corrector tan importante como el de la Figura 1.

25

La novedad básica de la invención consiste en disponer el contrapeso que resulta necesario para evitar la ascensión del gas de almacenamiento de tal forma que se evite ó se minimice la creación de un par de giro entre el peso del propio contrapeso y la fuerza de flotación del gas de almacenamiento.

30

Para ello, la primera disposición posible consiste en desdoblarse en dos partes el contrapeso de las baterías submarinas, de tal modo que el contrapeso inferior sea siempre ligeramente mayor ó incluso igual que el contrapeso superior, provocando de esta manera que se genere un par ligeramente corrector ó nulo ante un eventual giro de la misma (Figura 3).

35

Este sistema, denominado batería submarina de par ajustado de doble contrapeso, puede estar dispuesto con una cámara de almacenamiento de volumen fijo donde coexisten el gas de almacenamiento con agua de mar del exterior de la batería (Figura 3), o bien con una cámara de almacenamiento de volumen variable que al llenarse con el gas de almacenamiento desplaza verticalmente al contrapeso superior (Figura 4).

40

Además de resolver el problema de la estabilidad ante los vuelcos y de simplificar la estructura necesaria, la batería submarina de par ajustado de doble contrapeso permite utilizar los propios contrapesos como aislamiento de las superficies superior e inferior de las baterías submarinas, lo que resuelve en gran medida el problema del aislamiento térmico de las mismas, dado que normalmente las baterías submarinas serán de muy poca altura.

45

Estas baterías submarinas también se pueden disponer con múltiples cámaras, disponiendo de dos ó más cámaras de almacenamiento del gas, superpuestas a modo de sandwich, siendo la cámara superior la primera en llenarse, para, una vez equilibrado su contrapeso, pasar a llenarse la inmediatamente inferior, y así sucesivamente (Figura 5).

50

En cuanto al procedimiento de fabricación, la clave para conseguir hacer viable la construcción de baterías submarinas de par ajustado de doble contrapeso con gran capacidad de almacenamiento de energía y que constituye parte esencial de la invención radica en primer lugar en fabricarlas en la costa, de tal forma que se fabrica primero la batería submarina y luego se comienza a fabricar la tubería de carga/descarga en tierra y a remolcar el conjunto lentamente mar adentro, bien con la batería submarina de par ajustado alojada en un buque remolcador y la tubería de carga/descarga manteniéndose en la superficie por flotación o bien arrastrando el conjunto por el buque remolcador mientras se mantiene flotando en la superficie del mar. De esta forma se va fabricando la tubería de carga/descarga en tierra mientras el conjunto se va llevando por la superficie del mar hasta el lugar desde donde se procederá a la inmersión del conjunto. A partir de aquí, se conectará el compresor a la tubería de carga/descarga y se comenzará con la inmersión del conjunto por flotación controlada, gobernada por un sistema de control que actuará sobre el compresor y sobre las válvulas de entrada/salida de la batería submarina en función de la profundidad a la que se encuentre la batería submarina de par ajustado en cada momento hasta llevarlo a su ubicación definitiva en el fondo del mar. El sistema puede estar dotado de flotadores adicionales que vayan siendo llenados de agua de mar por el sistema de control para ir sumergiendo el conjunto.

55

60

Por otro lado, si las dimensiones son extraordinariamente grandes, estas baterías submarinas de par ajustado se pueden fabricar de forma modular, de forma que los módulos tengan las dimensiones necesarias para poder ser manejados por el buque de arrastre, sumergiéndolos por flotación hasta una profundidad no muy grande pero suficiente como para que no se vean afectados por las sobrepresiones debidas al oleaje (profundidad de acoplamiento de módulos), disponiendo de una ó varias tuberías flexibles de interconexión con otros módulos, de longitud suficiente para llegar a la superficie desde la profundidad de acoplamiento de módulos, para ser definitivamente bajado el conjunto completo hasta el fondo marino una vez que se han acoplado todos los módulos, dejando una tubería de interconexión con posibles módulos futuros de longitud suficiente como para llegar a la superficie desde la profundidad de alojamiento de la batería. De la forma descrita, se consigue por un lado trabajar de forma segura, aún cuando la ejecución

65

de la batería submarina de par ajustado se prolongue durante varias jornadas de trabajo, y por otro lado se minimiza la longitud necesaria de las conducciones de acoplamiento entre módulos, lo cual es de vital importancia, sobre todo cuando se ubican a profundidades importantes.

5 Por otro lado, y tal como se ha explicado anteriormente, la batería submarina de par ajustado de doble contrapeso minimiza el par creado ante cualquier posible giro de las baterías submarinas. Este hecho es de extrema importancia ya que permite su inmersión por flotación hasta su asentamiento en el fondo marino, incluso con la tubería de carga/descarga acoplada desde el principio, sin riesgos de giros bruscos por la acción del oleaje, de corrientes marinas ó por cualquier otra eventualidad. Además, este sistema permite también subir la batería submarina de par ajustado a la
10 superficie en caso de resultar necesario ante cualquier eventualidad.

Contrapesos con núcleo de residuos sólidos

15 Por otro lado, la invención también contempla la posibilidad de que uno ó ambos de sus contrapesos dispongan de un núcleo de residuos sólidos urbanos ó industriales, incluso de residuos radiactivos, pudiendo ir recubiertos de tierra ó cualquier otro material pesado que a su vez les sirva de acolchamiento, y estando encerrados en un cajón de acero ó cualquier otro material resistente a la compresión que disponga de una de las caras libre de movimientos para poder ajustar el volumen del contrapeso en función de la presión estática del agua del exterior, pudiendo estar impermeabilizados para mantener el interior en seco y servir de aislamiento térmico del gas del interior de la batería
20 (Figura 6).

Contrapesos de forma ajustada a la distribución de fuerzas

25 Otro aspecto de la invención consiste en dotar a los contrapesos de una forma que se ajuste a la distribución de fuerzas de ascensión del gas de la batería submarina de par ajustado, de tal modo que se optimiza el tamaño de los mismos.

Sistema de seguridad total contra roturas

30 La invención también contempla dotar a las baterías submarinas de par ajustado de un sistema de seguridad total contra roturas de la batería, consistente en la incorporación de un sistema de detección de roturas que acciona sendas válvulas de descarga brusca del gas de almacenamiento, una para hacerlo a través de la tubería de carga/descarga de la batería, y la otra para hacerlo a través de una tubería auxiliar de descarga flexible en su extremo inferior y con una boya en su extremo superior para mantener la verticalidad (Figura 6).

Sistema de llenado/vaciado eficiente

35 Además, comoquiera que la superficie del fondo marino no será en general estrictamente plana, las baterías submarinas tendrán que trabajar normalmente en una posición que no será exactamente plana, y para optimizar su rendimiento la invención incluye un sistema de llenado/vaciado eficiente, consistente en por un lado realizar el llenado/vaciado siempre desde el punto más alto de la cámara de almacenamiento, mediante un sistema de tuberías que llegue hasta todas la esquinas ó extremos de la parte superior de la cámara de almacenamiento, y por otro lado realizar la toma/desagüe del agua de mar siempre a través del punto más bajo de la cámara de almacenamiento, mediante un sistema de válvulas comandado por un sistema de control de la inclinación de la batería (Figura 6).

45 Además, cuando sea previsible que la batería submarina de par ajustado pueda quedar ubicada en una posición con gran inclinación, la cámara de almacenamiento se puede subdividir en varias mediante tabiques verticales (Figura 6), y proceder así al llenado/vaciado de las cámaras de forma que se mantenga una distribución de fuerzas del gas de almacenamiento sobre la batería lo más homogénea posible.

Sistema de protección contra sedimentos

50 Otro sistema objeto de la invención consiste en dotar a las baterías submarinas de par ajustado de una barrera de protección contra las corrientes marinas y de un sistema de limpieza de sedimentos sobre la batería submarina a base de unos difusores alimentados con el propio gas de almacenamiento (Figura 6).

La batería submarina de par ajustado de carga ascendente

60 La invención también incluye la posibilidad de introducir el gas de almacenamiento desde su base inferior, encontrándose la batería sometida a la presión estática del agua del exterior a través de una abertura en su base superior, ascendiendo la columna del gas de almacenamiento durante su carga por el interior de la batería de tal forma que se va encontrando continuamente con paredes progresivamente más altas, pudiendo reducirse drásticamente de esta forma las dimensiones del contrapeso superior.

65 Como ejemplo de batería submarina de carga ascendente podría servir el de la Figura 4, aunque para ello tendría que estar perfectamente nivelado en todo momento el contrapeso inferior. En la práctica, el contrapeso inferior se dotaría de ciertas pendientes convergentes hacia un punto bajo por el que conectaría la tubería de carga/descarga de la batería.

La batería submarina de par ajustado de contrapeso flexible

La invención también incluye la posibilidad de disponer una batería con un único contrapeso superior, pero cons-
truido de tal forma que resulta ser flexible, que subirá y bajará al cargarse/descargarse la batería, que aprovecharía
5 hondonadas en el fondo del mar para ser ubicada, y constaría tan sólo de una bolsa de material plástico flexible que se
presionaría contra el fondo del mar por debajo y contra el contrapeso flexible por arriba (Figura 7).

Dependiendo de la geología del fondo marino, la batería de contrapeso flexible podría eliminar la parte inferior de
la bolsa, ya que, si dicho fondo marino tiene la consistencia suficiente, podrían ser despreciables las pérdidas de gas
10 por el fondo.

Además, se podrían reducir considerablemente las dimensiones del contrapeso flexible si se ubica la tubería de
carga/descarga en el punto más inferior del fondo marino de tal forma que el gas de almacenamiento siempre se va
encontrando superficies continuamente ascendentes durante el llenado de la batería, es decir, si se convierte en una
15 batería submarina de carga ascendente y contrapeso flexible.

Evidentemente, en las baterías submarinas de contrapeso flexible también se encuentra el par ajustado, ya que se
impide el giro de la misma por utilizar como contrapeso inferior el propio fondo marino.

La fabricación de baterías submarinas de par ajustado de contrapeso flexible es mucho más simple que la del resto
de baterías submarinas de par ajustado, ya que es factible dividir el contrapeso en partes e ir las bajando gradualmente
desde un barco con una grúa. La invención incluye además la posibilidad de realizar la bajada de las partes del
contrapeso con una cuchara bivalva cuyas paredes son huecas y contienen aire, de tal forma que contrarrestan ó
reducen el peso a soportar y no crean par por encontrarse rodeando el contrapeso. Además, estas cucharas estarían
25 dotadas de un foco y una cámara de video submarina que transmitirá la imagen del fondo marino al barco grúa para
poder ejecutar con precisión la maniobra de descarga.

Licucción del gas de almacenamiento

La invención también incluye la posibilidad de llegar a licuar el gas de almacenamiento, comprimiéndolo hasta
llegar a su presión de vapor, reduciendo de esta forma drásticamente las dimensiones de la batería submarina, y
reduciendo también drásticamente las dimensiones del contrapeso ó contrapesos necesarios, e incluso eliminándolos
por completo en el caso de resultar que el líquido de almacenamiento tiene mayor densidad que el agua de mar (Figura
8).

Este sistema reduce de una forma tan importante el volumen a almacenar que incluso se podría pensar en su
almacenamiento en tanques a presión en tierra.

Sistema de purificación del aire atmosférico

Otra posibilidad de gran interés que incluye la invención consiste en utilizar aire atmosférico como fluido de
almacenamiento en circuito abierto, es decir, consumiendo aire de la atmósfera para cargar la batería submarina de par
ajustado y devolviendo el aire a la atmósfera una vez turbinado tras la descarga, pero con una salvedad importante,
que estriba en que la compresión a la que ha sido sometido el aire es al menos la necesaria como para que se licúe el
45 CO₂ que contiene ó cualquier otro gas que se quiera eliminar del mismo. De esta forma, el CO₂ se separa del aire y se
puede proceder a descargarlo en el fondo marino, utilizando el aire limpio resultante para ser descargado y turbinado
cuando se desee generar energía.

Por otro lado, si alguno de los gases que contenga el aire atmosférico y que se desee separar no se puede licuar
independientemente, será necesario llegar a licuar el propio aire atmosférico, para proceder después a la separación
por la destilación del mismo.

Sistemas de triple batería de gas

Por otro lado, la invención incluye un sistema de triple batería de gas para combinar el almacenamiento de energía
eléctrica proveniente de la red eléctrica costera con el aprovechamiento de la energía de las olas del mar y/o de la
fuerza del viento mar adentro, caracterizado por disponer de una batería de baja presión (que puede ser la atmósfera en
caso de utilizarse aire como gas de almacenamiento), desde la cual se comprime el gas hasta una batería submarina de
par ajustado de media presión consumiendo energía proveniente de la red eléctrica costera, comprimiendo posterior-
mente el gas desde la batería submarina de par ajustado de media presión hasta una batería submarina de par ajustado
60 de alta presión utilizando un sistema de aprovechamiento de la energía de las olas del mar y/o un sistema de aprove-
chamiento de la energía de la fuerza del viento que utiliza estas fuentes de energía para transmitirla directamente al
gas de almacenamiento incrementando así su presión, quedando la energía total empleada almacenada en forma de gas
almacenado en la batería submarina de alta presión, para ser posteriormente turbinado hasta la batería de baja presión
65 cuando sea necesario (Figura 9).

El sistema de triple batería de gas hace viable la utilización de la energía de las olas ó del viento mar adentro para
transmitirla directamente al gas de almacenamiento, ya que, al alimentarse de la batería de media presión, se reduce

considerablemente el problema del calentamiento del gas de almacenamiento al ser comprimido, que supone importantes pérdidas energéticas en este tipo de sistemas ó bien obliga a disponer de fuertes aislamientos térmicos. Además, se hace posible la utilización de estos sistemas mar adentro, ya que por sí solos requerirían grandes instalaciones que impedirían su viabilidad económica.

Además, es posible incorporar una ó varias baterías submarinas de par ajustado auxiliares intermedias entre la de media presión y la de alta presión, para poder realizar saltos diferentes entre las mismas con el sistema de aprovechamiento de la energía de las olas del mar en función de las características del oleaje, gobernado todo ello por un sistema de control.

Utilización de CO₂ en circuito cerrado como fluido de almacenamiento

La invención incluye la posibilidad de utilizar CO₂ previamente capturado de centrales térmicas ó industriales como gas de almacenamiento en sistemas de almacenamiento de energía en baterías submarinas en circuito cerrado, de tal modo que se retiene en el sistema una determinada cantidad de CO₂, evitando de este modo su emisión a la atmósfera.

Utilización de efluentes industriales en circuito abierto como fluido de almacenamiento

Por otro lado, la invención incluye un sistema de separación de efluentes gaseosos industriales, consistente en utilizar dichos efluentes como gas de almacenamiento en un sistema de almacenamiento de energía en circuito abierto (Figura 10), de tal forma que los efluentes gaseosos son comprimidos para hacerlos entrar en el sistema de batería ó baterías submarinas de par ajustado, obteniendo ya hasta este punto una primera ventaja al aprovecharse completamente la presión remanente de la que dispongan dichos efluentes. Pero la mayor ventaja de este sistema reside en que las baterías submarinas de par ajustado harán las veces de tanque de decantación del gas de almacenamiento, el cual, una vez quede en reposo y almacenado durante un tiempo determinado, se redistribuirá por capas de los diferentes gases que lo componen debido a las diferentes densidades de los mismos, siendo posible la separación completa y precisa de cada gas, emitiendo a la atmósfera tras ser turbinados los gases no dañinos para el medio ambiente, y enviando a sistemas de tratamiento el resto de gases.

Por otro lado, bajo este procedimiento la separación entre los gases podría comenzar a producirse incluso desde el mismo momento de la compresión, ya que, dependiendo de las presiones de trabajo, es posible que determinados gases se licúen al ser comprimidos y por tanto puedan ser separados del resto previamente a su introducción en las baterías submarinas de par ajustado ó incluso en las propias baterías submarinas de par ajustado ó en baterías submarinas de par ajustado intermedias.

En caso de que los gases estén completamente mezclados formando un nuevo gas, el procedimiento a seguir será llegar hasta la presión suficiente para licuar la mezcla, y a partir de ahí proceder a su separación por destilación de la mezcla, pudiéndose utilizar para ello también baterías submarinas intermedias.

En cuanto al CO₂ resultante de este proceso, se puede inyectar en el fondo marino o incluso en acuíferos salinos bajo el fondo marino.

Aprovechamiento eficiente del calor

Finalmente, la invención también incluye un sistema de aprovechamiento eficiente del calor generado durante la compresión del gas de almacenamiento, caracterizado por proceder al enfriamiento del gas de almacenamiento previamente a su introducción a la batería submarina, cediendo su calor a otro fluido para usos varios previamente a su introducción a la batería submarina de par ajustado (salmuera de plantas desaladoras por ósmosis inversa para proceder a su evaporación, agua pretratada de estaciones depuradoras de aguas residuales para proceder a su tratamiento biológico, agua de piscifactorías para incrementar su productividad, etc), o bien permitiendo simplemente su intercambio de calor con el agua de mar para incrementar la evaporación del mismo y permitir la formación de nubes que incrementen las lluvias de una determinada área geográfica.

Además, en determinados casos, el intercambio de calor podría realizarse en la propia conducción hasta la batería, disponiendo tuberías concéntricas donde se produciría el intercambio de calor, en lugar de tener que añadir un intercambiador de calor al sistema (Figura 11).

Ventajas de la invención respecto al estado de la técnica anterior

Las principales ventajas que aporta la invención son las siguientes:

- garantiza la existencia de un par corrector ó nulo en caso de giro de las baterías submarinas
- optimiza el rendimiento energético de las baterías submarinas
- minimiza el coste de ejecución de las baterías submarinas

- se sirve de residuos sólidos urbanos e incluso de CO₂, que representan importantes problemas de contaminación ambiental, para la construcción de plantas de almacenamiento de energía
- incrementa la seguridad de operación de las baterías submarinas
- resuelve el problema del aislamiento térmico de las baterías submarinas
- optimiza la aplicación de las baterías submarinas para el almacenamiento de la energía de plantas de oleaje y de parques eólicos marinos, maximizando a su vez el rendimiento energético de dichos sistemas de generación y posibilitando su ubicación mar adentro en aguas profundas
- posibilita la aplicación de las baterías submarinas, así como de las plantas de oleaje y los parques eólicos marinos, a la desalación de agua de mar, a piscifactorías marinas y a otros muchos procesos industriales
- constituye un sistema único de clasificación y separación de efluentes gaseosos industriales, especialmente apropiado para culminar con la inyección de CO₂ en el fondo marino ó en acuíferos salinos bajo el fondo del mar.

Descripción de los dibujos

Se aportan seis figuras para ayudar a explicar la invención. Se hace referencia a las mismas desde distintos puntos de este documento, explicando en cada caso los diferentes detalles de la misma. Dichas figuras son las siguientes:

Figura 1: Batería submarina con contrapeso inferior

Figura 2: Batería submarina con contrapeso superior

Figura 3: Batería submarina de doble contrapeso con cámara de almacenamiento de volumen fijo

Figura 4: Batería submarina de doble contrapeso con cámara de almacenamiento de volumen variable

Figura 5: Batería submarina de doble contrapeso con cámaras múltiples de almacenamiento de volumen variable

Figura 6: Batería submarina con sistemas de seguridad total anti roturas, de llenado y vaciado eficiente y de protección contra sedimentos, y con contrapesos con núcleo de residuos sólidos urbanos

Figura 7: Batería submarina de contrapeso flexible

Figura 8: Batería submarina de gas licuado

Figura 9: Sistema de triple batería de gas para combinación de plantas de oleaje y/o parques eólicos marinos con la regulación de energía eléctrica de redes cercanas a la costa

Figura 10: Sistema de tratamiento de efluentes gaseosos industriales en baterías submarinas

Figura 11: Intercambiador de calor utilizando tuberías concéntricas a la propia tubería de carga/descarga

Exposición detallada de al menos un modo de realización de la invención

De entre los diversos modos que han sido descritos, se expondrá a continuación el modo de realización de las baterías submarinas de par ajustado de doble contrapeso.

Tal como se ha explicado anteriormente, en primer lugar se fabrica la batería submarina de par ajustado en la costa, y luego se comienza a fabricar la tubería de carga/descarga en tierra y a remolcar el conjunto lentamente mar adentro, bien con la batería submarina alojada en un buque remolcador y la tubería de carga/descarga manteniéndose en la superficie por flotación o bien arrastrando el conjunto por el buque remolcador mientras se mantiene flotando en la superficie del mar. De esta forma se va fabricando la tubería de carga/descarga en tierra mientras el conjunto se va llevando por la superficie del mar hasta el lugar desde donde se procederá a la inmersión del conjunto. A partir de aquí, se conectará el compresor a la tubería de carga/descarga y se comenzará con la inmersión del conjunto por flotación controlada, gobernada por un sistema de control que actuará sobre el compresor y sobre las válvulas de entrada/salida de la batería submarina en función de la profundidad a la que se encuentre la batería submarina en cada momento hasta llevarlo a su ubicación definitiva en el fondo del mar.

Aplicaciones industriales de la invención

Las principales aplicaciones industriales de la invención son las siguientes:

- como sistema de regulación de energía eléctrica de cualquier red eléctrica cercana a la costa

ES 2 356 209 B1

- como sistema de almacenamiento de energía de plantas de oleaje y parques eólicos marinos
- como sistema de optimización energética de plantas de oleaje, parques eólicos marinos y plantas desaladoras de agua de mar
- como sistema de aprovechamiento energético de las mareas como sistema de confinamiento de CO₂ u otros efluentes gaseosos industriales
- como sistema de clasificación y separación de efluentes gaseosos industriales
- como sistema de purificación del aire atmosférico.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. La batería submarina de par ajustado, que consiste en un sistema de almacenamiento de energía basado en la compresión/descompresión de un gas de almacenamiento que aprovecha la presión estática del agua del mar ó de un lago para reducir las dimensiones del tanque de almacenamiento, que se encuentra **caracterizado** por que el contrapeso que resulta necesario para evitar la ascensión del gas de almacenamiento se dispone de forma que se evita ó se minimiza la creación de un par de giro entre el peso del propio contrapeso y la fuerza de flotación del gas de almacenamiento.

10 2. La batería submarina de par ajustado, según reivindicación 1, **caracterizada** por disponer de un contrapeso inferior que la dota de estabilidad, y de un contrapeso superior, que actúa como cerramiento superior, pudiendo estar dispuesta con una cámara de almacenamiento de volumen fijo donde coexisten el gas de almacenamiento con agua de mar del exterior de la batería, o bien con una cámara de almacenamiento de volumen variable que al llenarse con el gas de almacenamiento desplaza verticalmente al contrapeso superior.

15 3. La batería submarina de par ajustado, según reivindicación 1, **caracterizada** por que uno ó ambos de sus contrapesos disponen de un núcleo de residuos sólidos urbanos ó industriales, incluso de residuos radiactivos, pudiendo ir recubiertos de tierra ó cualquier otro material pesado que a su vez les sirva de acolchamiento, y estando encerrados en un cajón de acero ó cualquier otro material resistente a la compresión que disponga de una de las caras libre de movimientos para poder ajustar el volumen del contrapeso en función de la presión estática del agua del exterior, pudiendo estar impermeabilizados para mantener el interior en seco y servir de aislamiento térmico del gas del interior de la batería.

20 4. La batería submarina de par ajustado, según reivindicaciones anteriores, **caracterizada** por que el gas de almacenamiento se introduce desde su base inferior, encontrándose la batería sometida a la presión estática del agua del exterior a través de una abertura en su base superior, ascendiendo la columna del gas de almacenamiento durante su carga por el interior de la batería de tal forma que se va encontrando continuamente con paredes progresivamente más altas, y caracterizada también por requerir contrapesos superiores de menores dimensiones.

25 5. La batería submarina de para ajustado, según reivindicaciones anteriores, **caracterizada** por disponer de dos ó más cámaras de almacenamiento del gas, superpuestas a modo de sandwich, siendo la cámara superior la primera en llenarse, para, una vez equilibrado su contrapeso, pasar a llenarse la inmediatamente inferior, y así sucesivamente.

30 6. La batería submarina de par ajustado, según reivindicaciones anteriores, **caracterizada** por ser fabricada de forma modular, de forma que los módulos tengan las dimensiones necesarias para poder ser descargados de un barco al mar y ser bajados por flotación hasta una profundidad suficiente como para que no se vean afectados por las sobrepresiones debidas al oleaje (profundidad de acoplamiento de módulos), y por disponer de una ó varias tuberías flexibles de interconexión con otros módulos, de longitud suficiente para llegar a la superficie desde la profundidad de acoplamiento de módulos, para ser definitivamente bajado hasta el fondo marino el conjunto completo una vez que se han acoplado todos los módulos, dejando una tubería de interconexión con posibles módulos futuros de longitud suficiente como para llegar a la superficie desde la profundidad de alojamiento de la batería.

35 7. La batería submarina de par ajustado, según reivindicaciones anteriores, **caracterizada** por estar ubicada a una profundidad suficiente como para llegar a licuar el gas de almacenamiento, comprimiéndolo hasta llegar a su presión de vapor, reduciendo de esta forma drásticamente las dimensiones de la batería, y reduciendo también drásticamente las dimensiones del contrapeso ó contrapesos necesarios, e incluso eliminándolos por completo en el caso de resultar que el líquido de almacenamiento tiene mayor densidad que el agua de mar.

40 8. La batería submarina de par ajustado de CO₂, **caracterizada** por tratarse de un sistema de almacenamiento de energía en baterías submarinas de par ajustado, según reivindicaciones anteriores, que funciona en circuito cerrado utilizando CO₂ (previamente capturado de las emisiones de centrales eléctricas) como gas de almacenamiento.

55

60

65

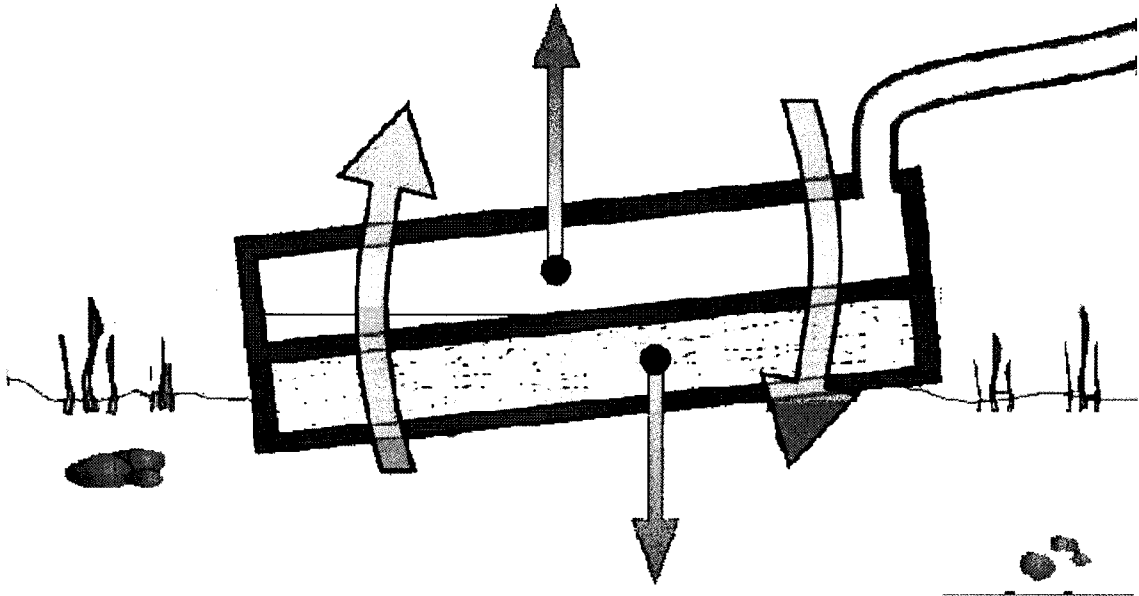


Figura 1

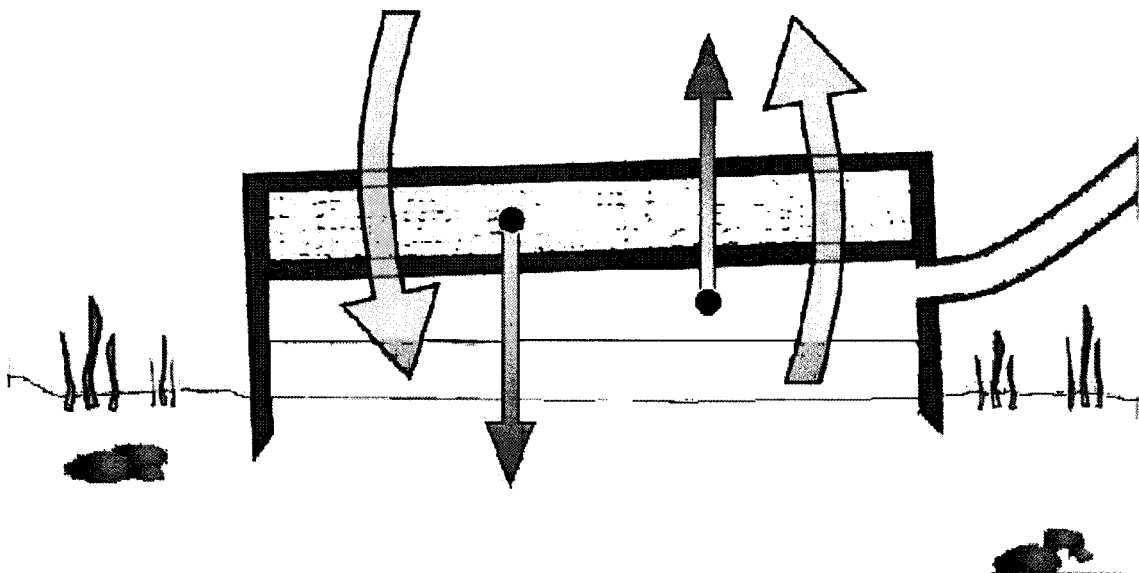


Figura 2

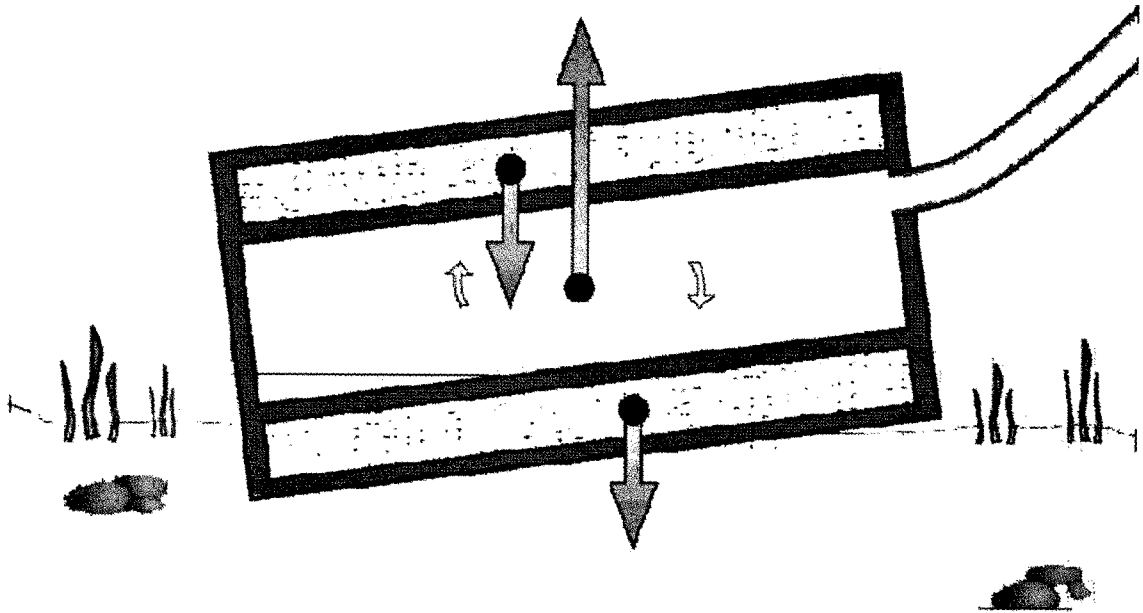


Figura 3

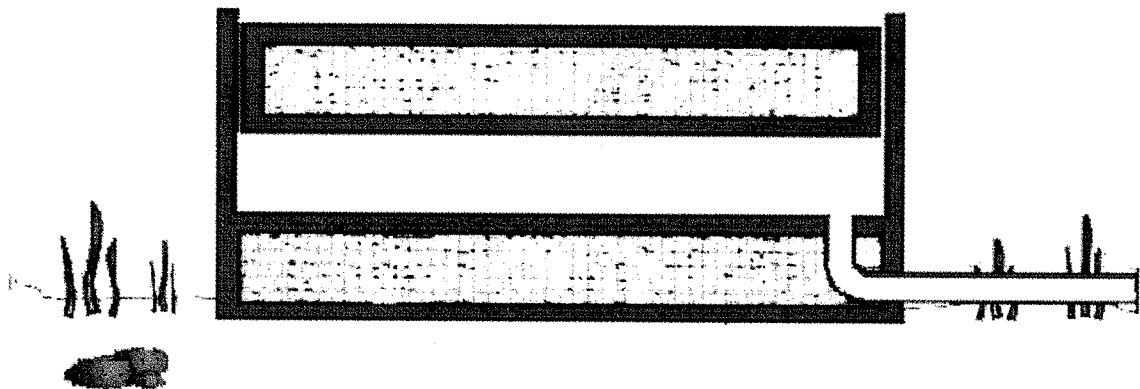


Figura 4

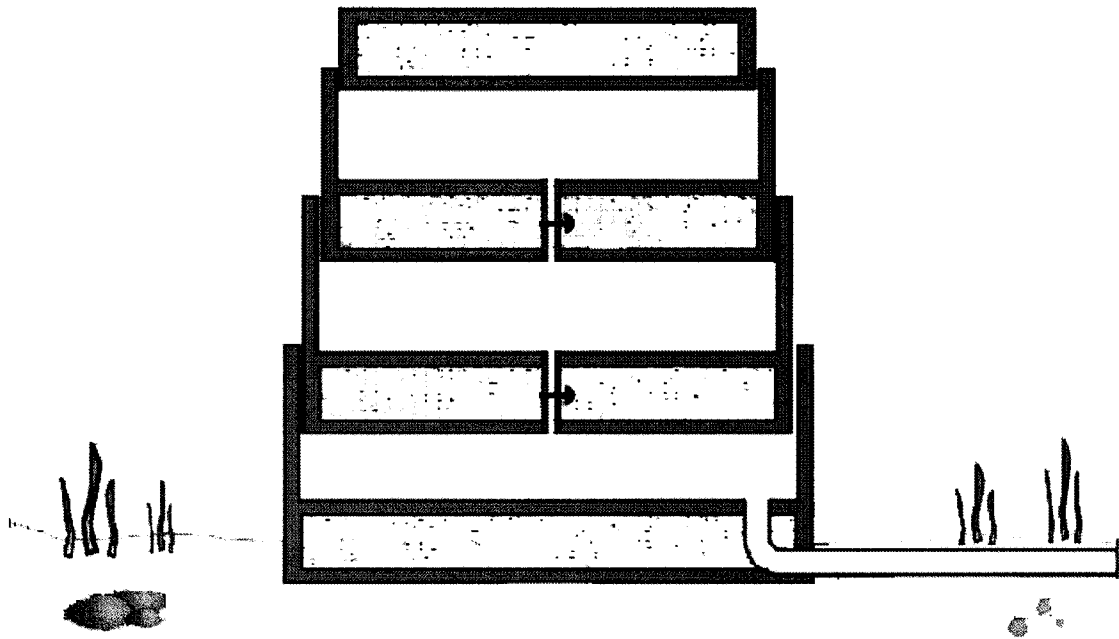


Figura 5

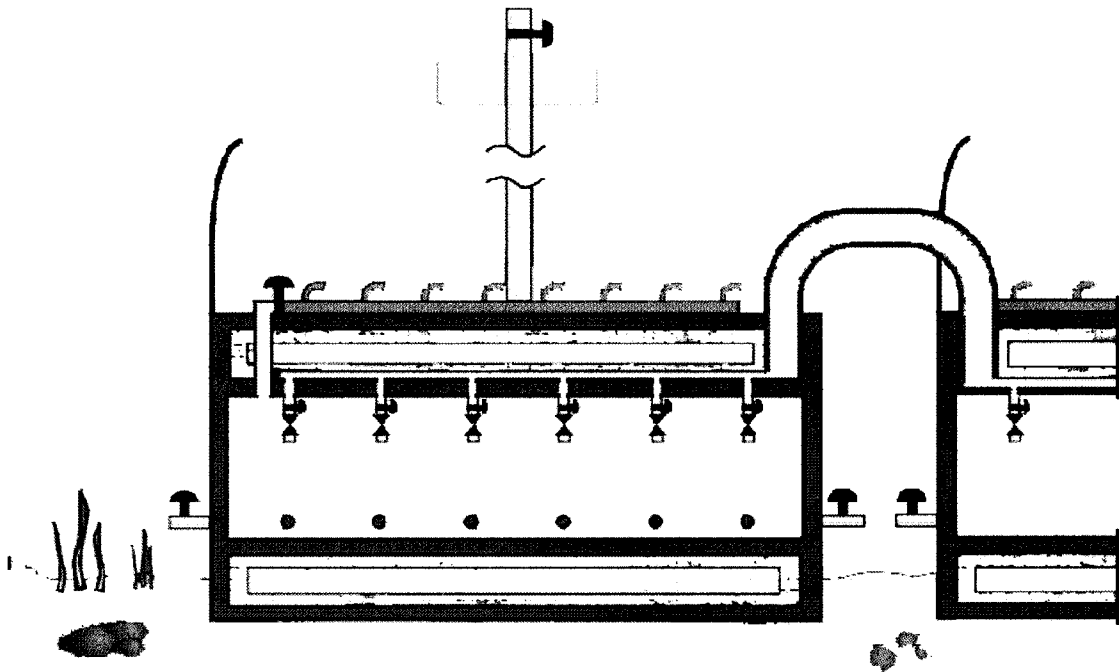


Figura 6

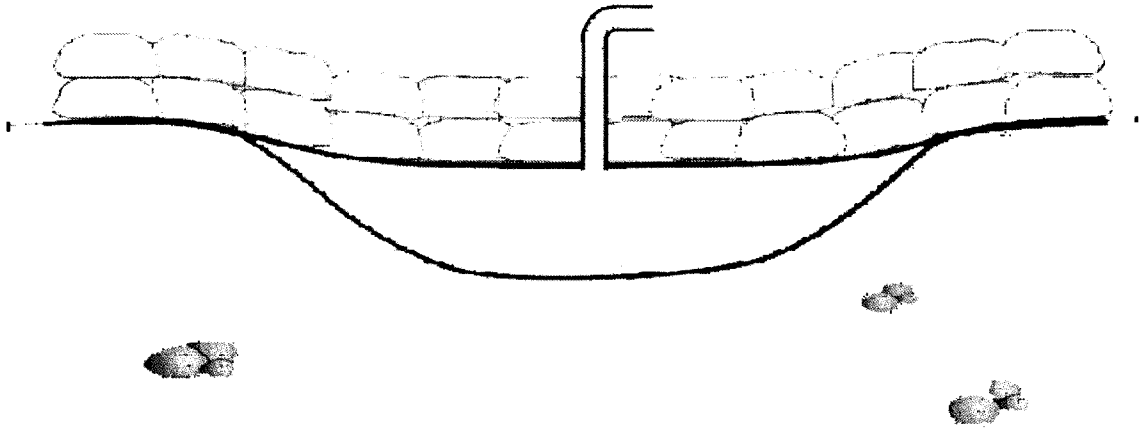


Figura 7

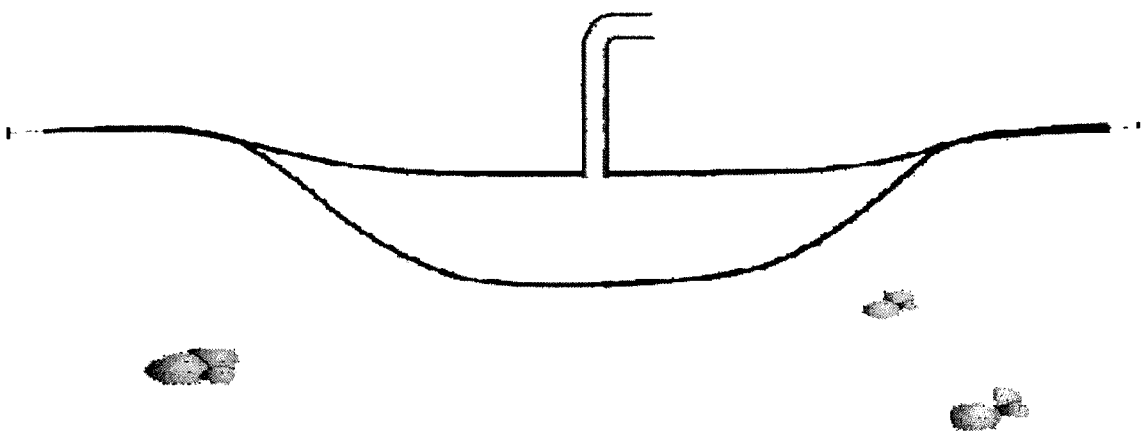


Figura 8

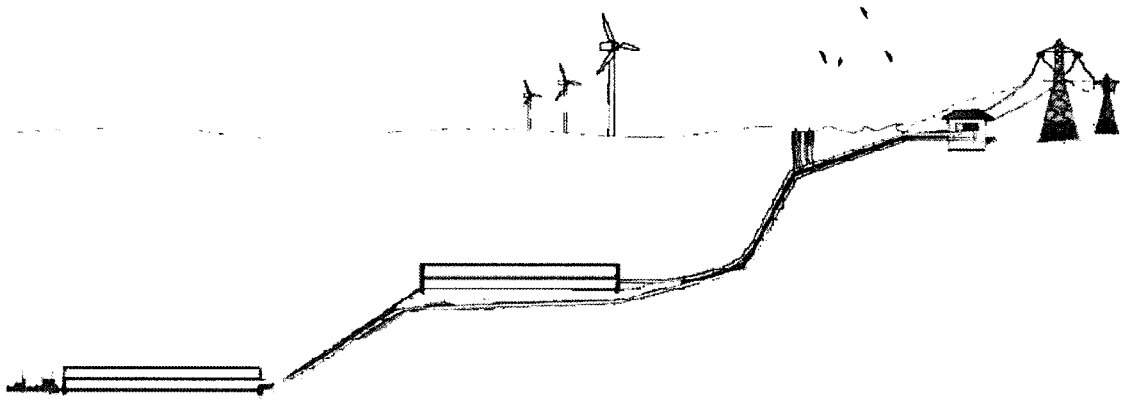


Figura 9

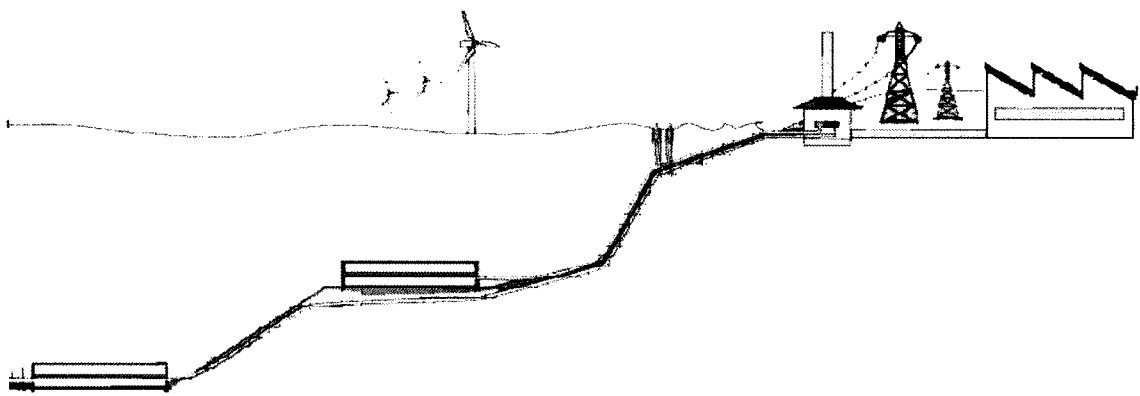


Figura 10

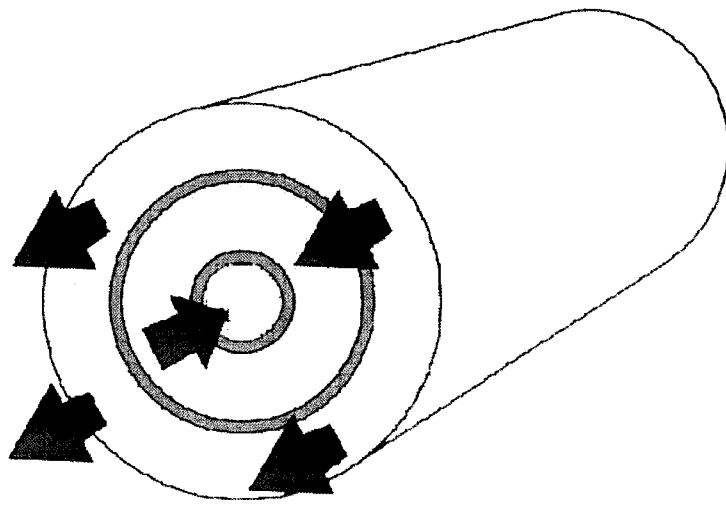


Figura 11



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 200900477

②② Fecha de presentación de la solicitud: 20.02.2009

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤ Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | Documentos citados | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|--|----------------------------|
| X | GB 466985 A (SERVAN GEORGES CANTACUZENE) 09.06.1937, página 1, líneas 9-23; | 1,6,7 |
| A | página 2, líneas 15-37,55-61,66-77,105-110; figuras 1-4,6,10. | 2 |
| A | US 4289425 A (OOTSU FUMIO) 15.09.1981, resumen; columna 1, líneas 38-56; columna 2, | 1,2 |
| A | línea 64 – columna 5, línea 28; figuras. | |
| A | US 2008041291 A1 (HORTON EDWARD E et al.) 21.02.2008, resumen; reivindicaciones; | 1,2 |
| A | figura 1. | |
| A | WO 2007066117 A1 (UNIV NOTTINGHAM et al.) 14.06.2007, resumen; páginas 11-15; figuras. | 1,2,4,8 |
| A | US 3487484 A (HOLMES JOHN F) 06.01.1970, todo el documento. | 2 |

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
23.03.2011

Examinador
P. Del Castillo Penabad

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

B65D88/78 (2006.01)

F17C1/00 (2006.01)

F03D9/02 (2006.01)

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

B65D, F17C, F03D

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: 23.03.2011

Declaración

| | | |
|---|----------------------------|-----------|
| Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986) | Reivindicaciones 1-8 | SI |
| | Reivindicaciones | NO |
| Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986) | Reivindicaciones 2, 4 | SI |
| | Reivindicaciones 1, 3, 5-8 | 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 | GB 466985 A (SERVAN GEORGES CANTACUZENE) | 09.06.1937 |

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Se considera D01 el documento del estado de la técnica más próximo a la invención.

El documento D01 describe un depósito submarino para almacenamiento de un líquido menos denso que el agua con el peso necesario para conseguir que repose sobre el fondo marino. El volumen del depósito es fijo, coexistiendo el líquido con el agua del mar. D01 describe diversas posibilidades de colocación del lastre, por ejemplo en la parte inferior o en toda la superficie curva del cilindro.

La reivindicación 1 carece de actividad inventiva puesto que la utilización de fluidos comprimidos (en sí o como modo de almacenar energía) en forma de depósitos submarinos es conocida en el sector técnico de los depósitos a presión. También es conocida la utilización de contrapesos. D01 divulga un lastre interior no confinado (figura 3) que ante una corriente que separara el depósito de la posición de equilibrio, tendería a desplazarse por la superficie interior del cilindro tendiendo a atenuar el par corrector generado por el desalineamiento de las fuerzas del peso y el empuje.

La diferencia entre D01 y la reivindicación 2 radica en que D01 no tiene contrapesos inferior y superior (separados) ya que D01 solo contempla la posibilidad de repartir el peso en la superficie del cilindro de forma que el par corrector generado al separar el cilindro de la posición de equilibrio sería nulo (ya que las fuerzas del peso y el empuje estarían alineadas).

El solicitante no reivindica que tenga que ser mayor el peso inferior (incluso en la descripción menciona que el peso superior y el inferior pueden ser iguales, con lo cual no existiría par corrector) pero se entiende que para que haya estabilidad ha de existir algún tipo de par corrector. Se considera que esta reivindicación implica actividad inventiva puesto que no sería obvio para el experto en la materia separar el peso en dos partes, una en la parte superior del cilindro y otra en la parte inferior, a partir del documento D01.

En cuanto a las reivindicaciones dependientes 3, 5-8 carecen de características técnicas que impliquen actividad inventiva.

Por todo lo anterior las reivindicaciones 1, 3, 5-8 de la solicitud son nuevas pero carecen de actividad inventiva según los artículos 6 y 8 de la Ley 11/86 de Patentes.