

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 660 554**

51 Int. Cl.:

F03B 13/16 (2006.01)

H02J 15/00 (2006.01)

F03B 13/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.02.2012** **PCT/EP2012/053276**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.09.2012** **WO12116956**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2012** **E 12706554 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2017** **EP 2681445**

54 Título: **Acumulador de energía hidráulica**

30 Prioridad:

28.02.2011 DE 102011012594

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

22.03.2018

73 Titular/es:

UNIVERSITÄT INNSBRUCK (100.0%)
Innrain 52
6020 Innsbruck, AT

72 Inventor/es:

KLAR, ROBERT y
AUFLEGER, MARKUS

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro

ES 2 660 554 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

Acumulador de energía hidráulica

5 La presente invención se refiere a un acumulador de energía hidráulica con un primer y un segundo depósito de fluido, cuyos niveles de fluido discurren a diferente altura, que están unidos entre sí a través de una disposición de bomba-turbina, en cuyo funcionamiento un fluido entre el primer y segundo depósito de fluido puede moverse en vaivén, pudiendo transformarse energía en este caso, y el segundo depósito de fluido está configurado como contenedor, que está dispuesto dentro del fluido en el primer depósito de fluido.

10 El término nivel de fluido denomina en general un nivel de fluido en un depósito de fluido y no está limitado a una superficie de fluido sin obstáculos, libre.

15 Tal acumulador de energía hace uso del principio de las centrales de acumulación por bombeo que se basa en los siguientes contextos hidráulicos y energéticos:

20 En un primer depósito (superior) y un segundo depósito (inferior) se encuentra agua. Entre los depósitos discurre una primera línea de conexión, en la que se encuentra una disposición de bomba-turbina. El término disposición de bomba-turbina describe en lo sucesivo tales disposiciones que comprenden una o varias turbinas de bombeo o bomba(s) y/o turbina(s).

25 Según la dirección de flujo en la línea de conexión y dependiendo de las relaciones de presión se transforma energía, y en concreto energía potencial en energía cinética durante el accionamiento de la disposición de bomba-turbina mediante el agua que baja desde el depósito superior al inferior (funcionamiento de turbina) o energía cinética en energía potencial durante el bombeo hacia arriba de agua desde el depósito inferior al superior (funcionamiento de bomba).

30 La disposición de bomba-turbina está acoplada en este caso por lo general a una o varias máquinas eléctricas, que en el funcionamiento de turbina transforman la energía cinética en energía eléctrica (generador) o en el funcionamiento de bomba energía eléctrica en energía cinética para el accionamiento de la disposición de bomba-turbina (motor eléctrico). La energía eléctrica se emite a una red de corriente o se absorbe a través de esta.

35 El almacenamiento de energía eléctrica ha ganado cada vez más importancia para la compensación de las oscilaciones entre demanda de corriente y producción de corriente. Las alimentaciones de corriente de energías renovables disponibles de manera discontinua amplifican fluctuaciones en la red determinadas por el consumo y aumenta la demanda de regulación y almacenamiento de energía eléctrica. Las capacidades de acumulador en forma de centrales de acumulación por bombeo ayudan en este caso a desacoplar temporalmente el consumo y la generación de corriente en este caso. De este modo puede almacenarse temporalmente corriente con un alto volumen de generación de corriente (por ejemplo de energías renovables) y/o en el caso de un volumen de consumo bajo fuera de la hora punta para alimentar esta de acuerdo con la demanda de nuevo en la red de corriente.

45 Las centrales de acumulación por bombeo convencionales y las centrales de acumulación de pared anular comparables en su funcionamiento (cf. el documento DE 10 2009 005 360 A) requieren sin embargo una topografía paisajística adecuada y/o intervenciones considerables en el paisaje. Los procedimientos de licencia necesarios son por lo tanto a menudo problemáticos. Además, las condiciones topográficas para la construcción de tales centrales hidroeléctricas en las regiones en las que están disponibles las capacidades de energía eólica más altas (mar del Norte y mar Báltico), son comparativamente malas. Los acumuladores de pared anular requerirían intervenciones considerables en zonas en parte densamente pobladas (Países Bajos, Dinamarca).

50 En centrales de acumulación por bombeo subterráneas (véase por ejemplo el documento DE 10 2008 020 987 A1) con aguas naturales como cuenca superior debajo de la cuenca superior es necesaria una caverna subterránea de gran volumen, de manera que puede transportarse agua en vaivén entre caverna y cuenca superior.

55 El aprovechamiento de tramos de explotaciones de lignito a cielo descubierto abandonados como centrales de acumulación por bombeo (cf. el documento DE 195 13 817) requiere eventualmente la construcción de líneas de transmisión largas desde zonas con mucho viento. Las construcciones de dos plantas con depósitos dispuestos los unos por encima de los otros requieren construcciones de gran volumen (cf. el documento DE 10 2007 013 610 A).

60 Los mismo se aplica para centrales de acumulación por peso, en las cuales la transformación de energía se realiza mediante elevación o descenso de grandes pesos pesados (cf. el documento DE 20 2009 002 341). También las denominadas centrales de acumulación de energía por elevación, en las que se elevan o se hacen descender grandes masas hidráulicamente, están asociadas a un elevado gasto técnico y requieren igualmente intervenciones en el paisaje (cf. los documentos DE 10 2007 017 695 A , DE 10 2008 006 897 A , Eduard Heindl: "*Hydraulische Energiespeicher für den Ausbau der erneuerbaren Energien*").

65

Por lo tanto, hay una demanda de acumuladores de energía, que deberían estar disponibles en particular en el sector de parques eólicos marinos. Para ello en el documento DE 42 21 657 A1 se propone una central submarina con un depósito situado por debajo de la superficie del agua desde el cual en el funcionamiento de bomba se bombea agua a la superficie o a las aguas circundantes y en el funcionamiento de turbina se alimenta agua desde la superficie de una turbina dispuesta igualmente por debajo del nivel de agua de las aguas. Tales instalaciones requieren construcciones submarinas y son posiblemente problemáticas en cuanto al mantenimiento y a las reparaciones que van a esperarse.

Por lo tanto, existe el objetivo de facilitar acumuladores de energía mejorados, en particular para el sector en alta mar.

Este objetivo lo cumple el acumulador de energía hidráulico de acuerdo con la reivindicación 1.

En este caso está previsto que el segundo depósito de fluido esté configurado como contenedor flotante en el primer depósito de fluido cuyo nivel de fluido durante el funcionamiento puede modificarse de manera que, por ello, condicionado por la fuerza ascensional puede modificarse su profundidad de inmersión en el primer depósito de fluido y está presente una diferencia de nivel que puede utilizarse para la transformación de energía. Para el almacenamiento de energía eléctrica en este caso el segundo depósito de fluido en el funcionamiento de bomba se vacía o se llena y en este caso se eleva o se baja en el primer depósito de fluido. En este caso el fluido atraviesa die disposición de bomba-turbina, que se eleva o se baja con el segundo depósito de fluido. La diferencia de presión necesaria para el funcionamiento de turbina se define en este caso mediante la diferencia de nivel entre los niveles de fluido de ambos depósitos de fluido.

Si el nivel de fluido en el segundo se sitúa por debajo del nivel de fluido en el primer depósito de fluido (reivindicación 2), el segundo depósito de fluido se eleva mediante la fuerza ascensional reducida durante el funcionamiento y entrega energía potencial mediante el descenso de su masa mientras que el fluido entra en segundo depósito.

En cambio, si la fuerza ascensional del segundo depósito de fluido es tan grande que el nivel de fluido en el mismo se sitúa por encima del nivel de fluido en el primer depósito de fluido, el fluido circula desde el segundo depósito de fluido hacia el primero y entrega en este caso su energía potencial.

Mediante cargas adicionales (lastre) en algunas variantes la diferencia de nivel utilizable o la profundidad de inmersión puede aumentarse y con ello la potencia de las máquinas previstas puede adaptarse a la demanda. En otras realizaciones este efecto se alcanza mediante dispositivos de tracción que arrastran el segundo depósito de fluido hacia abajo hacia el interior del fluido del primer depósito de fluido. Estos dispositivos de tracción pueden estar configurados entre otros como elementos elásticos o como cuerpos ascensionales desviados en la base del primer depósito de fluido.

Hay realizaciones, en las que el segundo depósito de fluido está provisto de cuerpos ascensionales, para mantener el nivel de fluido en el segundo depósito de fluido por encima del nivel de fluido en el primer depósito de fluido. En esta solución el segundo depósito de fluido puede ser insumergible y puede permanecer con ello también lleno siempre parcialmente por encima de la superficie de fluido del primer depósito de fluido.

La capacidad de acumulador de energía en estas realizaciones puede aumentarse al deformar el fluido entrante en el llenado del segundo depósito de fluido un elemento elástico contra una fuerza de tensión. Con ello adicionalmente a la energía potencial aumentada del fluido en el segundo depósito de fluido se almacena energía de deformación que puede entregarse de nuevo para la obtención de energía.

El elemento elástico puede comprender en este caso una construcción de resorte o estar configurado como tampón gaseoso. Para ello hay realizaciones, en las que el segundo depósito de fluido está realizado como contenedor cerrado (estanco a los gases) en el que el colchón de aire o de gas situado por encima del nivel de fluido sirve como tampón gaseoso que puede realizarse así de manera sencilla.

Para minimizar las pérdidas hidráulicas la disposición de bomba-turbina se dispone preferentemente en una abertura en la región de fondo del segundo depósito de fluido. Abertura designa en este caso una conexión comunicante entre el primer y segundo acumulador de fluido, que comprende guía, líneas, cámaras o similares necesarios para el funcionamiento de la disposición de bomba-turbina.

Para el funcionamiento en una red de suministro eléctrico hay realizaciones en las que la disposición de bomba-turbina puede acoplarse con una máquina eléctrica, en el funcionamiento de bomba con un motor eléctrico y en el funcionamiento de turbina con un generador. La máquina eléctrica puede conectarse en este caso con un consumidor eléctrico y/o con una fuente de corriente eléctrica.

La reivindicación 11 se refiere a una instalación de acumulador de grandes dimensiones con un acumulador de energía hidráulica de acuerdo con la invención, en el que el primer depósito de fluido son aguas, en particular un

mar, lago o embalse.

A continuación, se explican ejemplos de realización de la presente invención a continuación mediante representaciones esquemáticas. En este caso muestra

- 5 la figura 1 un primer ejemplo de realización de un acumulador hidráulico de acuerdo con la invención con un segundo depósito de fluido, cuyo nivel de fluido se sitúa por debajo del nivel de fluido en el primer depósito de fluido y está representado en tres estados de funcionamiento diferentes;
- 10 la figura 2 el acumulador de energía hidráulica representado en la figura 1, en el que la profundidad de inmersión del segundo depósito de fluido se aumenta mediante elementos de resorte;
- figura 3 el acumulador de energía hidráulica representado en la figura 1, en el que la profundidad de inmersión del segundo depósito de fluido se aumenta a través de un dispositivo de tracción a través de cuerpos ascensionales desviados en la base del primer depósito de fluido;
- 15 figura 4 un segundo ejemplo de realización de un acumulador de energía hidráulica de acuerdo con la invención en el que la fuerza ascensional del segundo depósito de fluido está ajustada de manera que su nivel de fluido se sitúa por encima del nivel de fluido en el primer depósito de fluido;
- 20 figura 5 el acumulador de energía hidráulica representado en la figura 4, en el que la capacidad de acumulador de energía se aumenta mediante una disposición de resorte;
- 25 figura 6 una variante del acumulador de energía hidráulica representado en la figura 4, en el que el segundo depósito de fluido está configurado como contenedor cerrado;

Ahora se explican ejemplos de realización de la invención mediante las figuras 1 a 6 en las que está representado en cada caso un segundo depósito de fluido en tres estados de funcionamiento t_1 , t_2 y t_3 diferentes.

- 30 Antes de tratar los ejemplos de realización siguen todavía algunas explicaciones fundamentales para la invención:

los acumuladores de energía hidráulicos en el funcionamiento de turbina transforman energía potencial mediante turbinas y generadores en energía eléctrica, y en el funcionamiento de bomba la energía eléctrica disponible para el almacenamiento de energía mediante motores y bombas en energía potencial.

- 35 Hay variantes que están caracterizadas por que el nivel de fluido del segundo se sitúa por debajo del nivel de fluido del primer depósito de fluido (véase por ejemplo figura 1). En el funcionamiento de turbina (obtención de energía) circula fluido mediante la diferencia de nivel/presión desde el primer al segundo depósito. Por ello se aumenta continuamente el peso total del segundo depósito alrededor del fluido entrante. Para compensar el equilibrio estable del segundo depósito flotante se aumenta en la misma medida la fuerza ascensional (corresponde al peso del fluido empujado) mediante un descenso del segundo depósito. En el funcionamiento de bomba (almacenamiento de energía) se transporta fluido en contra de la diferencia de nivel/presión desde el segundo al primer depósito de fluido. Por ello se reduce continuamente el peso total del segundo depósito alrededor del fluido saliente. Por consiguiente, es necesaria menos fuerza ascensional para mantener el equilibrio estable del segundo depósito flotante. La disminución de la fuerza ascensional se realiza mediante una elevación del segundo depósito.
- 40
- 45

- Otras variantes están caracterizadas por que el nivel de fluido en el primero se sitúa por debajo del nivel de fluido del segundo depósito de fluido (véase por ejemplo figura 4). En el funcionamiento de turbina (obtención de energía) circula fluido mediante la diferencia de nivel/presión desde el segundo al primer depósito. Por ello disminuye continuamente el peso total del segundo depósito alrededor del fluido saliente. Para compensar el equilibrio estable del segundo depósito flotante disminuye en la misma medida la fuerza ascensional mediante una elevación del segundo depósito.
- 50

- En el funcionamiento de bomba (almacenamiento de energía) se transporta fluido en contra de la diferencia de nivel/presión desde el primer al segundo depósito de fluido. Por ello se aumenta continuamente el peso total del segundo depósito alrededor del fluido entrante. Por consiguiente, es necesaria una mayor fuerza ascensional para mantener el equilibrio estable del segundo depósito flotante. El aumento de la fuerza ascensional se realiza mediante un descenso del segundo depósito.
- 55

- 60 Las realizaciones del acumulador de energía hidráulica sin elementos elásticos en la forma de cilindros comunes rectos tienen la ventaja de que la diferencia de nivel utilizable para la transformación de energía permanece constante. Con ello en particular las máquinas previstas en la disposición de bomba-turbina (turbinas, bombas, generadores y motores) pueden diseñarse de manera simplificada y hacia un punto de funcionamiento óptimo.

- 65 Las pérdidas que aparecen en el almacenamiento o transformación de energía son muy reducidas de acuerdo con el concepto y se reducen fuera de las máquinas esencialmente a las pérdidas hidráulicas en las entradas y salidas de

la disposición de bomba-turbina. Las bombas estándar trabajan con una potencia específica, es decir, en el punto de funcionamiento óptimo la absorción de energía y circulación de fluido son constantes. En cambio, las turbinas estándar mediante la regulación de la circulación de fluido pueden adaptarse a la potencia deseada. Mediante el funcionamiento simultáneo de turbina y bomba una parte del agua puede conducirse en círculo (cortocircuito hidráulico). En el caso de una disposición y modo de funcionamiento favorable de la disposición de bomba-turbina se hace posible un suministro de energía o absorción de energía sin etapas con un rendimiento óptimo en cada momento, que está adaptado en cada momento exactamente a la potencia necesaria en la red de energía (energía de regulación y compensación). Además, pueden llevarse a cabo de manera muy rápida variaciones de estados de funcionamiento del modo de bombeo al modo de turbina y a la inversa (utilizaciones especiales con cambio de carga rápido).

La capacidad total de absorción y suministro de potencia puede garantizarse en muy poco tiempo de acuerdo con el concepto. Con ello puede facilitarse por ejemplo energía para el mantenimiento estable de la red eléctrica frente a oscilaciones de potencia y de disminución (energía de regulación).

Debido al número de ciclos ilimitado de acuerdo con el concepto y al alto rendimiento constante durante el funcionamiento se esperan ventajas considerables frente a sistemas de acumulador de energía comparables. Los acumuladores de energía hidráulicos son debido a su disponibilidad de aplicación son complementos ideales para la expansión fotovoltaica y de energía eólica altamente volátil intensificada.

La energía de por ejemplo parques fotovoltaicos y de energía eólica marinos puede almacenarse directamente en el lugar de origen o en el lugar del consumo (por ejemplo frente a ciudades cercanas a la costa) y de acuerdo con la demanda se entregan a los consumidores. En cambio, los conceptos de acumulador de energía alternativos (por ejemplo utilización de las capacidades de acumulación por bombeo en Europa Central) exigen con frecuencia un aumento de la potencia de transmisión mediante una expansión costosa de la red de transmisión y distribución.

En un futuro cercano aumenta la demanda de infraestructura marítima de energía, acuicultura y transporte ("*offshore terminals*", plataformas de servicio marinas). Los parques eólicos marinos cubrirán pronto ya grandes zonas en el mar del Norte y mar Báltico y jugarán un papel correspondiente en el marco de la generación de energía en Europa. A este respecto las plataformas marinas de diversa utilización ofrecerán en el futuro ventajas tanto económicas como ecológicas. Los principios del acumulador de energía hidráulica pueden integrarse de manera ideal en cada diseño de "*multi-use offshore platforms*" (plataformas marinas multiuso). La utilización combinada con superestructuras variables es uno de los fuertes del acumulador de energía hidráulica. De este modo son concebibles en cada caso con almacenamiento de energía integrado, por ejemplo plataformas flotantes como superficie de asentamiento o industrial para ampliaciones urbanas marítimas, almacenamientos intermedios flotantes para contenedores de ultramar.

Para los ejemplos de realización representados en las figuras se aplica lo siguiente:

la figura 1 muestra un primer ejemplo de realización de un acumulador de energía hidráulica 1, QUE comprende un primer depósito de fluido 2, que son por ejemplo aguas naturales, por ejemplo un lago, un embalse, un mar o una bahía.

El primer depósito de fluido, en este caso realizado como primer contenedor de agua 2, está lleno con un fluido, en este caso agua 3, hasta un primer nivel de fluido o agua 4.

En el agua 3 está dispuesto de manera flotante un segundo depósito de fluido está realizado en este caso como segundo contenedor de agua 6, que está provisto de manera óptima de cargas adicionales 8. En el fondo del segundo contenedor de agua 6 en una abertura 11 está prevista una disposición de bomba-turbina 10 a través de la cual puede intercambiarse el agua 3 entre el primer contenedor de agua 2 y el segundo contenedor de agua 6. La disposición de bomba-turbina 10 está acoplada con una máquina eléctrica (generador y/o motor) que están acoplados a su vez a través de una red eléctrica con fuentes de corriente (por ejemplo turbinas eólicas) o consumidores de corriente.

En el momento t_1 el segundo contenedor de agua 6 flota con una profundidad de inmersión h_t en el primer contenedor de agua 2. La diferencia de nivel h entre el primer nivel de agua 4 en el primer contenedor de agua 2 y el segundo nivel de agua 12 en el segundo contenedor de agua 6 está condicionada en este caso por la masa y la fuerza ascensional del segundo contenedor de agua 6 y puede estar influida por las cargas adicionales (lastre) 8.

Para la transformación en energía cinética de la energía potencial almacenada en el segundo contenedor de agua 6 y a continuación en energía eléctrica, el agua 3 atraviesa la disposición de bomba-turbina 10 como corriente volumétrica Q_{Turb} en la dirección de la flecha 14 hacia el espacio interno 7 del segundo contenedor de agua 6. Este se llena de manera creciente con agua 3 y el segundo contenedor de agua 6 baja de manera creciente al primer contenedor de agua 2 (estado t_2 y t_3). En este caso la diferencia de nivel h utilizable entre el segundo nivel de agua 12 y el primer nivel de agua 4 permanece constante, de manera que la disposición de bomba-turbina 10 puede hacerse funcionar con altura de presión y velocidad de giro constantes. Lo mismo se aplica para una máquina

eléctrica conectada, en este caso generador. La cantidad de energía que puede transformarse se orienta según el volumen de la cantidad de agua que puede almacenarse en el segundo contenedor de agua 6 y el rendimiento de la disposición de bomba-turbina 10 en conexión con las máquinas eléctricas conectadas. En la transición de los estados de funcionamiento t_1 a t_3 la instalación trabaja en el funcionamiento de turbina y se obtiene energía.

5 Para transformar energía eléctrica en energía potencial el proceso se desarrolla en dirección inversa (de t_3 a t_1). En este caso se acopla una máquina que actúa como motor eléctrico con la disposición de bomba-turbina 10. Esta en el funcionamiento de bomba hace retornar el agua 3 situada en el segundo contenedor de agua 6 como corriente volumétrica Q_{bomba} en la dirección de la flecha 16 al primer contenedor de agua 2. El aire que entra mediante la ventilación 17 reemplaza el agua 3 saliente y aumenta la fuerza ascensional del segundo contenedor de agua 6, de manera que se reduce su profundidad de inmersión h_i , mientras que la diferencia de nivel h utilizable para la transformación de energía permanece constante, de manera que también en el funcionamiento de bomba puede utilizarse una potencia de motor constante con un punto de funcionamiento óptimo.

15 Mediante la elevación del segundo contenedor de agua 6 al primer contenedor de agua 2 (funcionamiento de bomba en la transición de t_3 a t_1) la energía cinética y eléctrica mediante la ejecución de trabajo de elevación se transforma al final en energía potencial que entonces a su vez, en el funcionamiento de turbina, puede transformarse mediante descenso /inundación del segundo contenedor de agua 6 en energía eléctrica.

20 La figura 2 muestra una transformación ejemplo de realización representado en la figura 1. En este caso una parte de las cargas adicionales 8 se sustituye por un dispositivo de tracción 18 elástico a través del cual puede aumentarse la profundidad de inmersión h_i y con ello también la diferencia de nivel h utilizable. El dispositivo de tracción 18 está representado en la figura 2 mediante resortes estilizados. En otras realizaciones (véase la figura 3) un dispositivo de tracción puede realizarse de este modo también a través de cuerpos ascensionales 18' desviados en la base del primer depósito de fluido 2. Los dispositivos de tracción tienen además la propiedad positiva de que contrarrestan las desviaciones laterales del segundo contenedor de agua 6 y con ello estabilizan la posición horizontal.

30 Las figuras 4 a 6 muestran ejemplos de realización adicionales en los que el primer nivel de agua 4 en el primer contenedor de agua 2 se sitúa por debajo del segundo nivel de agua 12 en el segundo contenedor de agua 6. En este caso la transformación de energía se desarrolla en la dirección contraria. Para ello el segundo contenedor de agua 6 está provisto de cuerpos ascensionales 9 que elevan el suelo del segundo contenedor de agua 6 lo que corresponde a la diferencia de nivel h por encima del primer nivel de agua 4.

35 Para almacenar energía (t_3 a t_1), es decir para transformar energía eléctrica en energía potencial, la disposición de bomba-turbina 10 se utiliza en el funcionamiento de bomba para transportar el agua 3 hacia el espacio interno 7 del segundo contenedor de agua 6. En este caso este se llena y presiona el cuerpo ascensional 9 cada vez más profundamente en el agua 3 en el primer contenedor de agua 2. El segundo contenedor de agua 6 desciende. También en este caso la diferencia de utilizable puede mantenerse constante durante el funcionamiento de bomba.

40 La obtención de energía se desarrolla en dirección inversa (t_1 a t_3). Mediante la diferencia de nivel h entre el primer 4 y segundo nivel de agua 12 el agua 3 situada en el segundo contenedor de agua 6 sale presionando desde el segundo contenedor de agua y acciona en este caso – en el funcionamiento de turbina – la disposición de bomba-turbina 10, que transforma la energía cinética a través de una máquina eléctrica (generador) en energía eléctrica. En este caso el segundo contenedor de agua 6 se vacía y se eleva en el agua 3 del primer contenedor de agua 2 hacia arriba.

50 La figura 5 muestra una realización, en la cual la capacidad de acumulador de energía se aumenta mediante un elemento elástico adicional. En este caso está previsto por ejemplo en el segundo contenedor de agua 6 un disco de estanqueidad 19 que corresponde a la superficie de base, que se apoya en el segundo nivel de agua 12 y está sostenida mediante una disposición de resorte de compresión 20 contra la cubierta 22 del segundo contenedor de agua 6. Al bombear agua 3 hacia el interior del segundo contenedor de agua 6 se almacena por un lado energía potencial mediante bombeo ascendente del agua 3 lo que corresponde a la diferencia de nivel h utilizable y por otro lado se almacena adicionalmente energía de tensión mediante la deformación de los resortes elásticos 20.

55 La figura 6 muestra una realización, en la que se realiza este principio a través de un tampón de gas 24 situado por encima del segundo nivel de agua 12. El segundo contenedor de agua 6 está realizado como contenedor cerrado y el agua 3 que en el funcionamiento de bomba llega al segundo contenedor de agua 6 comprime adicionalmente el tampón de gas 24, que está configurado en este caso como tampón de aire. Por ello en esta realización se aumenta también la capacidad de acumulador de energía.

Otras variantes y realizaciones se producen para el experto en la materia en el marco de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Acumulador de energía hidráulica (1) con un primer (2) y un segundo depósito de fluido (6), cuyos niveles de fluido (4, 12) discurren a diferente altura, que están unidos entre sí a través de una disposición de bomba-turbina (10) y en cuyo funcionamiento un fluido (3) puede moverse en vaivén entre el primer (2) y segundo depósito de fluido (6), pudiendo transformarse energía en este caso, **caracterizado por que** el segundo depósito de fluido (6) está configurado como contenedor, que está dispuesto dentro del fluido (3) en el primer depósito de fluido (2), pudiendo modificarse durante el funcionamiento el nivel de fluido (12) en el segundo depósito de fluido (6) de manera que, condicionado por la fuerza ascensional, la profundidad de inmersión (ht) del segundo depósito de fluido (6) puede modificarse en el primer depósito de fluido (2).
2. Acumulador de energía hidráulica (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el nivel de fluido (12) del segundo depósito de fluido (6) se sitúa por debajo del nivel de fluido (4) del primer depósito de fluido (2).
3. Acumulador de energía hidráulica (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el segundo depósito de fluido (6) está provisto de cargas adicionales (8) para aumentar la profundidad de inmersión (ht) y la diferencia de nivel (h).
4. Acumulador de energía hidráulica (1) de acuerdo con la reivindicación 1, 2 o 3, en el que la profundidad de inmersión (ht) y la diferencia de nivel (h) se aumenta a través de un dispositivo de tracción (18, 18').
5. Acumulador de energía hidráulica (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el segundo depósito de fluido (6) está provisto de uno o varios cuerpos ascensionales (9), de manera que el nivel de fluido (12) del segundo depósito de fluido (6) se sitúa por encima del nivel de fluido (4) del primer depósito de fluido (2).
6. Acumulador de energía hidráulica (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el fluido (3) durante el llenado del segundo depósito de fluido (6) deforma un elemento elástico (20, 24) contra una fuerza de tensión.
7. Acumulador de energía hidráulica (1) de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el elemento elástico (20, 24) comprende una construcción de resorte (19, 20) y/o está configurado como tampón gaseoso (24).
8. Acumulador de energía hidráulica (1) de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el tampón gaseoso está configurado como colchón de aire (24) dispuesto por encima del nivel de fluido (12) del segundo depósito de fluido (6) y el segundo depósito de fluido (6) está configurado como contenedor cerrado.
9. Acumulador de energía hidráulica (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de bomba-turbina (10) está dispuesto en una abertura (11) en la región de fondo del segundo acumulador de fluido (6).
10. Acumulador de energía hidráulica (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de bomba-turbina (10) está acoplado con una máquina eléctrica, que puede utilizarse en un funcionamiento de bomba como motor eléctrico y en un funcionamiento de turbina como generador y puede conectarse con un consumidor eléctrico y/o con una fuente de corriente eléctrica.
11. Instalación de acumulador de energía de grandes dimensiones con un acumulador de energía hidráulica (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer depósito de fluido (2) son aguas, en particular un mar, lago o embalse.

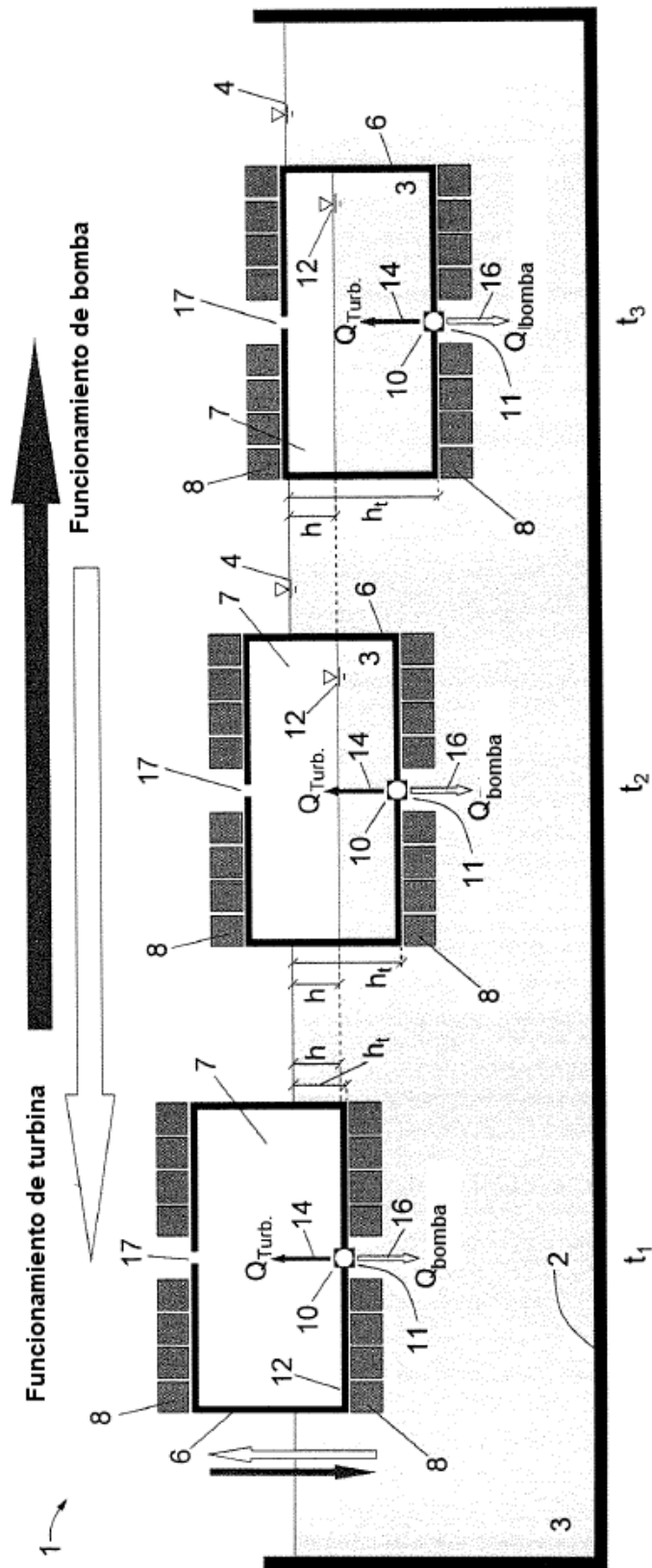


Figura 1

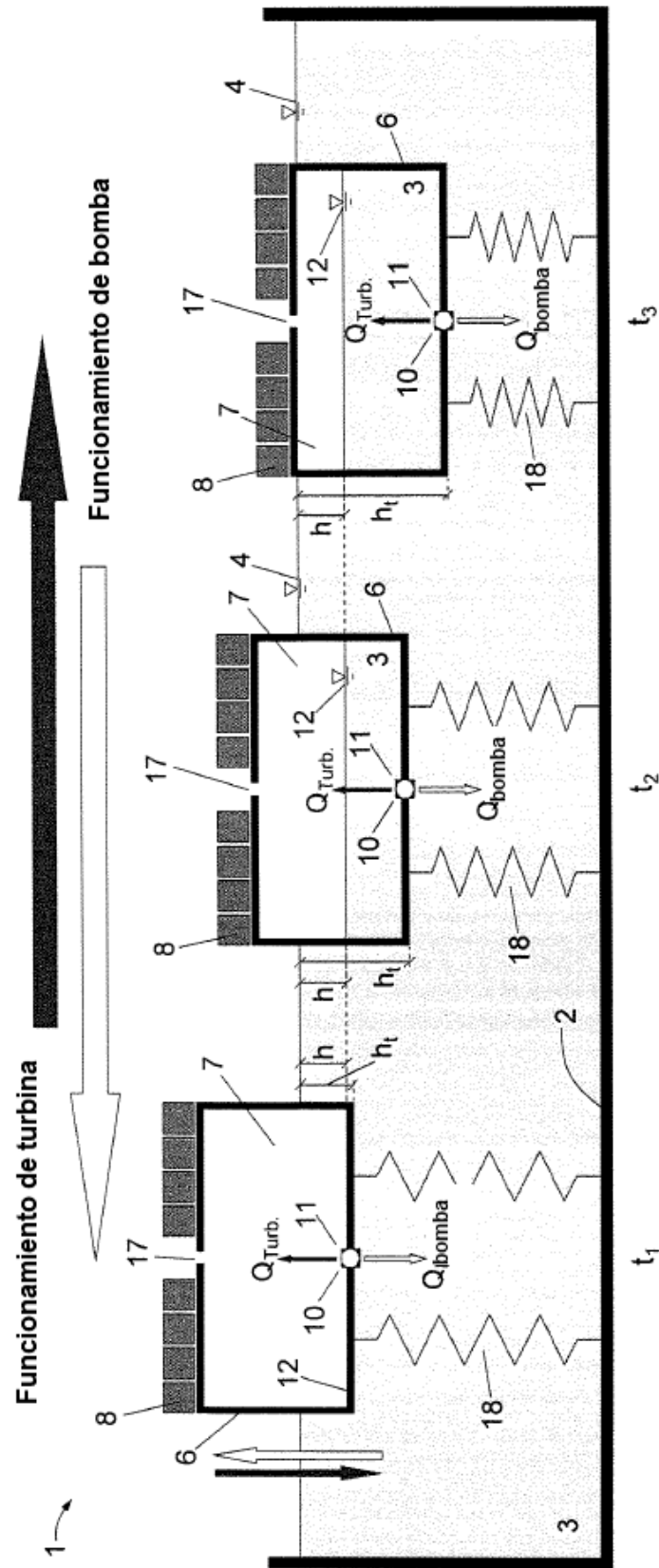


Figura 2

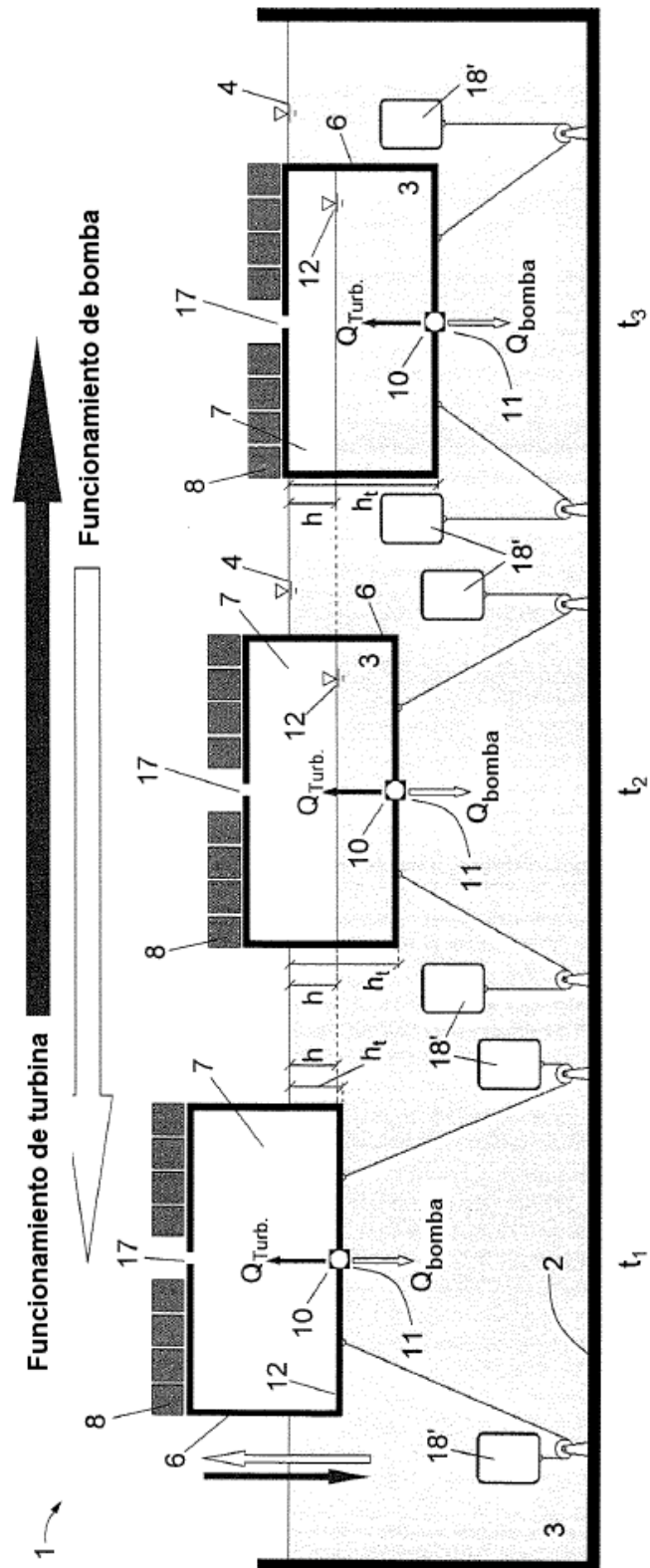


Figura 3

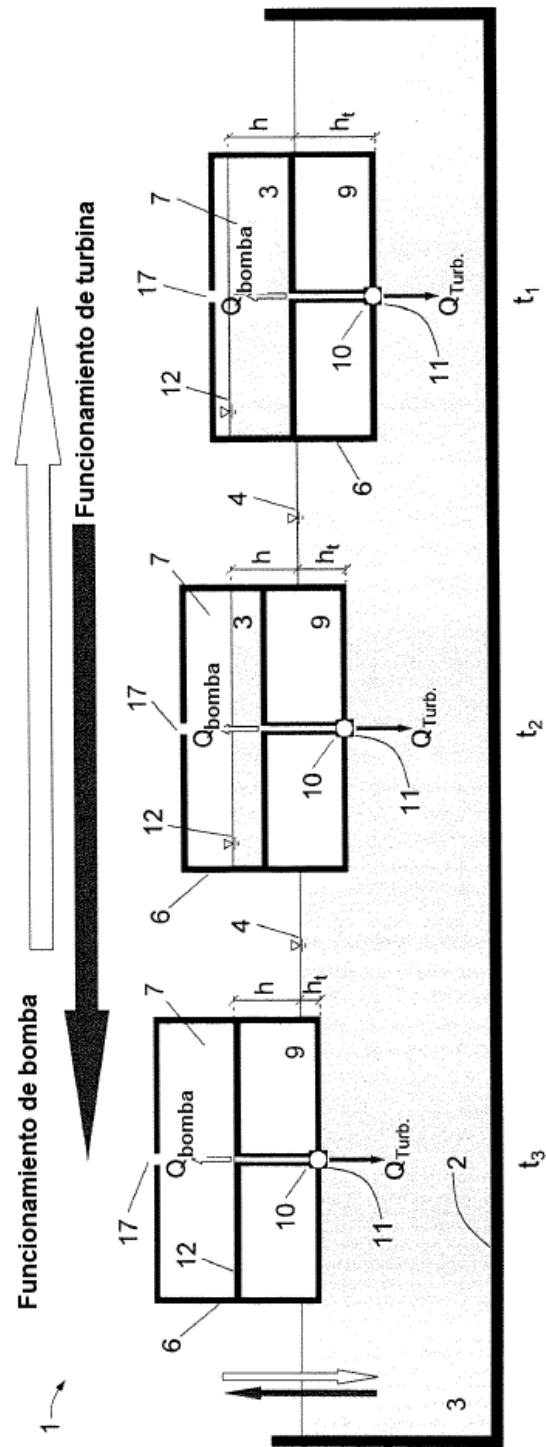


Figura 4

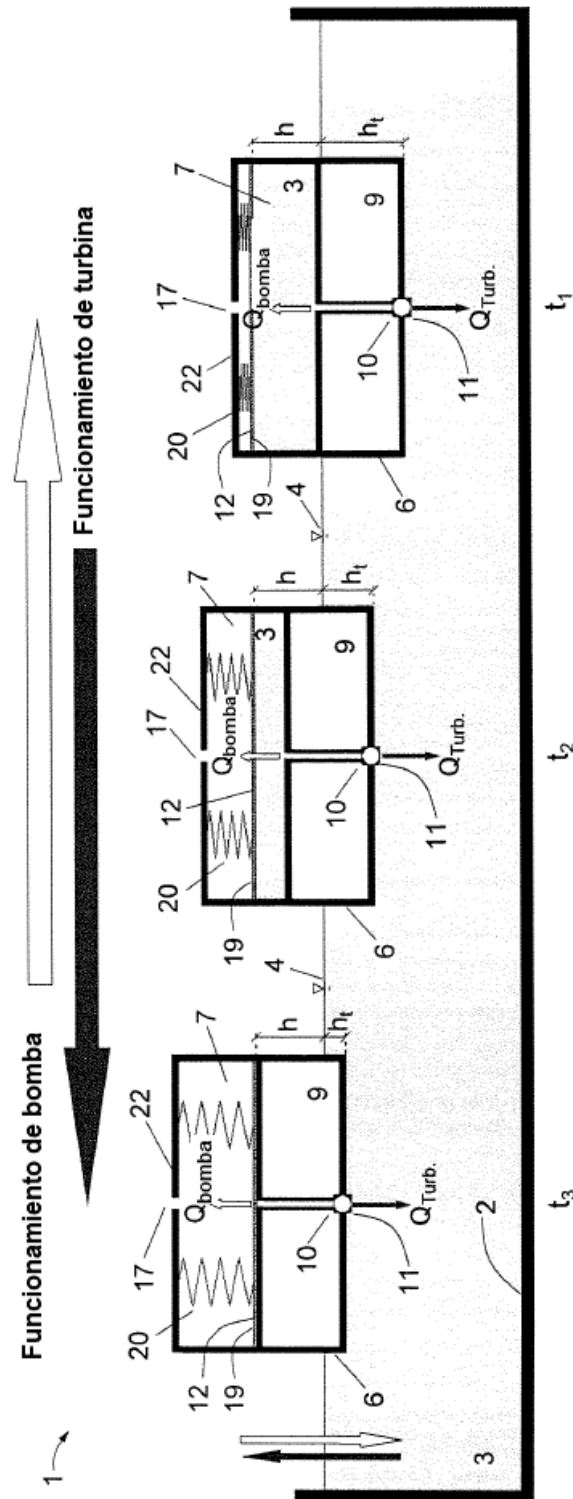


Figura 5

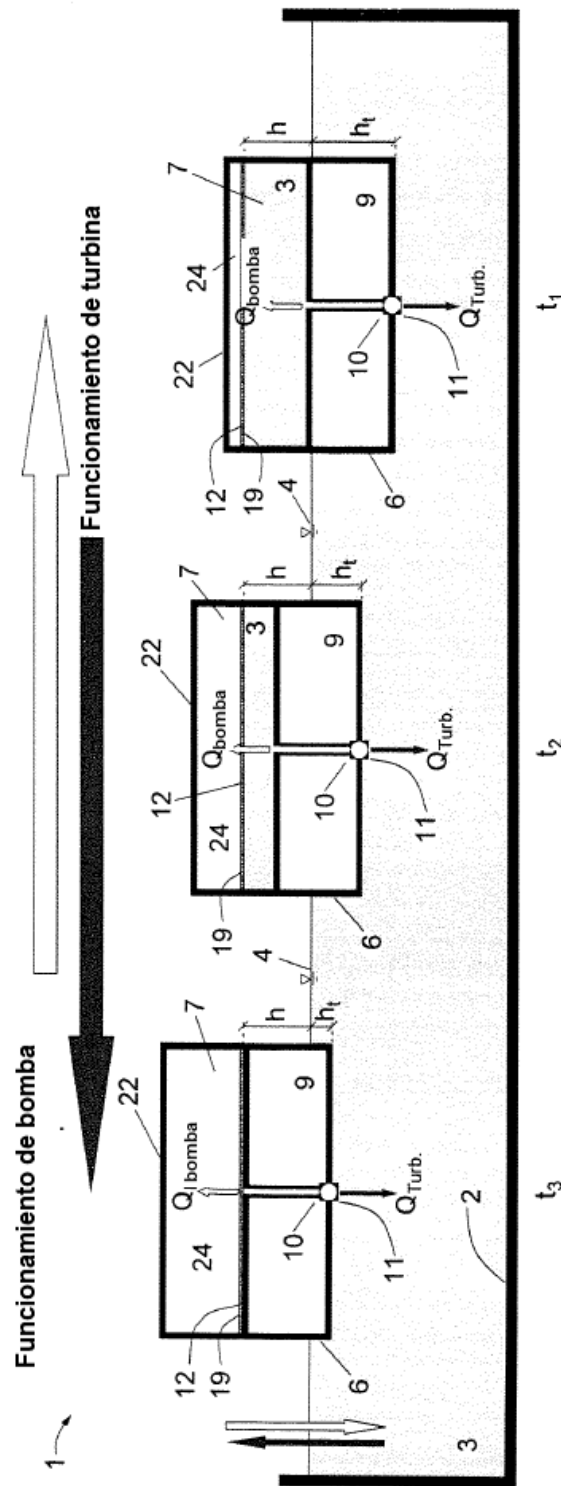


Figura 6