

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 625**

51 Int. Cl.:

F03B 13/06 (2006.01)

E02B 9/06 (2006.01)

F03B 3/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.06.2016 PCT/EP2016/062410**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.12.2016 WO16193322**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.06.2016 E 16729814 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 3303825**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento de conversión de energía y de almacenamiento de energía de origen eléctrico, en forma de aire comprimido**

30 Prioridad:

01.06.2015 FR 1554931

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

02.12.2019

73 Titular/es:

**SEGULA ENGINEERING FRANCE (100.0%)
19 rue d'Arras
92000 Nanterre, FR**

72 Inventor/es:

NEU, THIBAUT

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 733 625 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

Dispositivo y procedimiento de conversión de energía y de almacenamiento de energía de origen eléctrico, en forma de aire comprimido

Campo técnico

5 La presente invención concierne a un dispositivo de conversión de energía de origen eléctrico y de almacenamiento de energía en forma de aire comprimido utilizando un medio líquido, en particular el medio acuático.

Asimismo, la invención concierne a un procedimiento de conversión entre las formas de energía eléctrica y, respectivamente, neumodinámica.

10 Tal dispositivo permite convertir fácilmente y de manera eficiente energía eléctrica en una energía neumodinámica de almacenamiento, y a la inversa, para su distribución en la red. La invención tiene particular aplicación en el campo de conversión de energía eléctrica y del almacenamiento de la misma una vez convertida a una forma susceptible de acumulación duradera, en este caso particular, la forma de aire comprimido.

Estado de la técnica anterior

15 En la actualidad, la producción de energía es un reto crucial. Se han desarrollado tecnologías de producción a partir de energías renovables para, por una parte, diversificar las fuentes de abastecimiento de energía y, por otra, producir energía eléctrica de manera ecológica. Sin embargo, la necesidad de electricidad de los consumidores no va obligatoriamente a la par de la producción de electricidad proveniente de fuentes renovables tales como la energía solar o eólica. Se plantea entonces el problema del almacenamiento de la energía eléctrica cuando la misma no puede ser consumida directamente por los consumidores a través de la red de distribución eléctrica. Ahora bien, la electricidad no puede ser almacenada más que convertida en otra forma de energía, con posterior reconversión en electricidad en la restitución para alimentar la red de distribución eléctrica cuando la misma pasa a ser demandante. Estas transformaciones imprescindibles entre formas de energía están sujetas a pérdidas energéticas que conviene minimizar.

25 Son conocidos diferentes dispositivos de conversión y de almacenamiento de energía en los cuales la energía eléctrica se convierte y luego se almacena en forma de aire comprimido. La energía que típicamente proviene de paneles solares o de aerogeneradores es conducida hacia un dispositivo que se encuentra en parte en la superficie de un medio acuático y en parte inmerso en dicho medio acuático. La transformación de la energía eléctrica se realiza utilizando esta electricidad como fuente de energía para comprimir aire que se envía a un depósito mantenido a presión sensiblemente constante merced a la presión hidrostática que reina a la profundidad de inmersión del depósito. Para la compresión, en vez de utilizar un compresor arrastrado directamente por un motor eléctrico, se utiliza preferentemente un sistema de bombeo de un líquido que llena por abajo una cámara de conversión en la que el aire que ha de comprimirse queda aprisionado superiormente. Este modo de compresión tiene la ventaja de ser casi isotérmico. El líquido proviene de un medio exterior tal como el medio acuático o proviene de un depósito. El aire aprisionado se comprime hasta una presión predeterminada mediante el bombeo de líquido a la cámara de conversión, determinando el líquido un pistón líquido de compresión. El aire comprimido se trasvasa a continuación al depósito de almacenamiento de aire comprimido. Seguidamente, el líquido es sustituido por aire a baja presión en la cámara de conversión y puede comenzar un nuevo ciclo de conversión.

35 Cuando la red pasa a ser demandante de energía eléctrica, la energía almacenada en forma de aire comprimido es reconvertida en electricidad. El aire comprimido del depósito de almacenamiento se trasvasa a la cámara de conversión inicialmente llena de líquido. El aire comprimido se expande en la cámara de conversión e impele el líquido a través de una máquina dinamo-hidráulica, tal como una turbina, enganchada a una generadora eléctrica que alimenta la red.

El documento US 7579700 B1 describe el preámbulo de la reivindicación 1.

45 No obstante, estos dispositivos presentan defectos de eficiencia. Las bombas y las turbinas trabajan a muy escasa diferencia de presión al comienzo del bombeo y en el final de la turbinación, así que tienen que cubrir un caudal muy elevado para que su potencia sea significativa. Por el contrario, en el final del bombeo y al comienzo de la turbinación, la diferencia entre la alta y la baja presión de la bomba o de la turbina es grande y el caudal, consecuentemente, mucho más bajo, para una potencia eléctrica dada. Ahora bien, las máquinas dinamo-hidráulicas (bombas o turbinas o bombas-turbinas reversibles) no pueden estar optimizadas para todas estas condiciones de funcionamiento muy variadas.

El problema viene a complicarse por la necesidad de que la conversión de energía eléctrica a otra forma, o a la inversa, se lleve a efecto desde un punto de vista eléctrico a potencia con la mínima fluctuación posible, con el fin de facilitar la absorción o la entrega de la energía eléctrica en la red.

55 El artículo "Le stockage hydropneumatique d'énergie HyPES" de Dr. Sylvain LEMOFOUET y de Pr. Alfred RUFER, Boletín 9/2011 Electrosuisse, páginas 38 a 42, describe un dispositivo de conversión mecánica-neumática que

presenta una cadena hidroneumática que comprende varias etapas de diferentes cilindradas. "Cada etapa está esencialmente constituida a partir de una motobomba hidráulica de caudal variable, de un módulo hidráulico de dirección y de una cámara de compresión/expansión con intercambiador de calor integrado." Este dispositivo incluye muchos elementos, su precio y su mantenimiento son relativamente elevados y su montaje es complejo.

- 5 La finalidad de la presente invención es subsanar total o parcialmente uno al menos de los aludidos problemas mediante un nuevo dispositivo de conversión de energía eléctrica en energía neumática y a la inversa.

Es una finalidad de la invención realizar un dispositivo con una buena relación coste-eficiencia.

La invención también tiene por finalidad limitar las pérdidas energéticas.

- 10 La invención también tiene por finalidad proponer un dispositivo que suministre energía eléctrica de manera que la fluctuación debida al modo de conversión sea escasa.

Es una finalidad más de la invención proponer una máquina que comprenda un reducido número de piezas y/o de componentes.

Explicación de la invención

- 15 Estos objetivos se consiguen con un dispositivo de conversión de energía para convertir energía eléctrica en energía neumodinámica y de almacenamiento de la misma en forma de aire comprimido.

Según la invención, el dispositivo de conversión de energía eléctrica en energía neumodinámica, y a la inversa, y de almacenamiento de la misma en forma de aire comprimido,

comprendiendo el dispositivo:

- máquinas dinamo-eléctricas que están en unión de potencia eléctrica con una red,
- 20 - máquinas dinamo-hidráulicas unidas mecánicamente con las máquinas dinamo-eléctricas,
- al menos una cámara de conversión apta para, por una parte, contener líquido bombeado por las máquinas dinamo-hidráulicas funcionando como bombas o recibir líquido destinado a alimentar las máquinas dinamo-hidráulicas funcionando como máquinas de expansión y, por otra, para contener aire, de modo que el líquido presente en la cámara determine un pistón líquido de compresión o de expansión del aire,
- 25 - un depósito de almacenamiento de aire comprimido a una presión de almacenamiento,
- medios de comunicación neumodinámica bidireccional obturables entre las cámaras de conversión y el depósito de almacenamiento,

- 30 está caracterizado por que cada máquina dinamo-hidráulica está prevista para funcionar en un respectivo margen de presión en su orificio de alta presión para realizar el bombeo o la expansión hidráulica de manera escalonada en cada cámara de conversión sucesivamente con varias de dichas máquinas dinamo-hidráulicas hasta o respectivamente a partir de la presión de almacenamiento deseada, siendo el margen de presiones más estrecho que la diferencia entre la baja presión y la presión de almacenamiento,

y por que se prevén unos medios de distribución para conexas cada cámara de conversión sucesivamente con al menos dos máquinas dinamo-hidráulicas previstas para funcionar en diferentes márgenes de presión.

- 35 Con el escalonamiento del bombeo o de la expansión hidráulica sucesivamente por al menos dos máquinas dinamo-eléctricas calibradas distintamente en presión, es posible optimizar cada máquina dinamo-hidráulica para el margen de presiones en el que va a funcionar.

- 40 En una realización, al menos una máquina dinamo-hidráulica está prevista para funcionar en un margen estrecho de presión correspondiente sensiblemente a la presión del depósito de almacenamiento. Dado que una parte del bombeo y una parte de la expansión hidráulica se llevan a cabo a presión sensiblemente estabilizada durante los trasvases entre depósito y cámara de conversión, es ventajoso que una al menos de las máquinas dinamo-hidráulicas esté calibrada para esta presión.

Ventajosamente, las máquinas dinamo-hidráulicas están montadas hidráulicamente en paralelo unas con otras entre una fuente de líquido a baja presión y la al menos una cámara de conversión.

- 45 El depósito de almacenamiento es preferentemente subacuático y abierto inferiormente para recibir agua del medio acuático, encerrando una bolsa de aire a una presión definida por la profundidad de inmersión del depósito. Así, se realiza de manera simple y fiable un depósito que, con posibilidad de tener una cabida muy grande a una presión estable, puede ser sin piezas móviles ni paredes deformables. El nivel del agua dentro del depósito es el que sirve de pared deformable ajustándose en función de la cantidad de aire comprimido almacenada.

Típicamente, para realizar la conversión de la energía eléctrica en energía neumodinámica y a la inversa, están previstos varios ciclos respectivamente de bombeo o de turbinación, pasando cada ciclo por los márgenes de presión sucesivos. Así, se puede utilizar una cámara de conversión mucho más pequeña, por ejemplo 100 veces más pequeña que el depósito de almacenamiento.

- 5 En una realización, el dispositivo comprende al menos dos cámaras de conversión con el fin de mantener permanentemente el flujo energético en las máquinas dinamo-hidráulicas. Cuando una cámara de conversión está en fase de rearme (descarga de agua en vistas a un nuevo ciclo de compresión o llenado de agua en vistas a un nuevo ciclo de expansión), la otra puede seguir estando energéticamente activa.

10 Ventajosamente, los ciclos de variación de nivel de líquido en las cámaras de conversión están desfasados entre cámaras de conversión, conexionándose cada máquina dinamo-hidráulica sucesivamente a varias cámaras de conversión que se encuentran de manera desplazada en el tiempo en el margen de presión correspondiente a esa máquina dinamo-hidráulica. Así, se puede hacer que las máquinas dinamo-hidráulicas funcionen de manera cuasi permanente o permanente sucesivamente con las diferentes cámaras de conversión.

15 De acuerdo con una forma de realización, está prevista una pausa en el momento en que la al menos una cámara de conversión pasa de una máquina dinamo-hidráulica a otra.

Se pueden prever medios de reajuste hidráulico, en particular bombas de baja presión, para reajustar el nivel de líquido a su estado inicial para realizar el bombeo o la turbinación en la al menos una cámara de conversión.

20 Preferentemente, el dispositivo comprende más cámaras de conversión que máquinas dinamo-hidráulicas. En cada instante, las cámaras de conversión que no están unidas a ninguna máquina dinamo-hidráulica pueden estar en fase de rearme, o en fase de pausa entre dos etapas de compresión o de expansión.

En una forma de realización preferida, las máquinas dinamo-hidráulicas son del tipo bomba-turbina apta para funcionar como bomba o, a la inversa, como turbina. Éstas son, de manera aún más preferida, del tipo Kaplan o Deriaz.

25 Preferiblemente, las máquinas dinamo-hidráulicas son motores generadores reversibles, que funcionan como motor para el almacenamiento de energía neumodinámica en el depósito y como generador para la producción de electricidad en la restitución neumodinámica.

Ventajosamente, los medios de comunicación bidireccional están cerrados salvo durante una fase final de la compresión y durante una fase inicial de la expansión.

30 Según un segundo aspecto de la invención, el procedimiento de conversión de energía eléctrica en energía neumodinámica y a la inversa, en el que:

- se bombea un líquido que se constituye en pistón líquido en una cámara de conversión en la que está aprisionada una cantidad de aire hasta que este aire alcance una presión de un depósito de almacenamiento de aire comprimido, con posterior trasvase del aire comprimido de la cámara de conversión hacia el depósito de almacenamiento, y/o
- 35 - se turbinan un líquido admitiendo aire comprimido en una cámara de conversión que contiene una cantidad de líquido, de modo que el líquido es impelido a través de una turbina,

está caracterizado por que el bombeo o la turbinación del líquido se efectúa sucesivamente al menos en dos etapas de bombeo o respectivamente de turbinación previstas para tener lugar en unos márgenes de presión diferentes.

40 En una versión preferida del procedimiento, en la turbinación y después de haber admitido una cantidad de aire comprimido en la cámara de conversión que aún contiene agua, se cierra la llegada de aire comprimido proveniente del depósito de almacenamiento, y se expansiona el aire comprimido presente en la cámara de compresión, mientras que el líquido restante es impelido para ser turbinado. Así, se puede expansionar de manera tan completa como se desee cada cantidad elemental de aire comprimido admitida en la cámara de conversión a cada ciclo, y ello con un rendimiento energético excelente merced a la expansión escalonada según la invención.

45 Preferentemente:

- se bombea el líquido mediante máquinas dinamo-hidráulicas impulsadas por al menos un motor eléctrico que funciona con la energía eléctrica procedente de una red eléctrica,
- se turbinan el líquido mediante máquinas dinamo-hidráulicas que impulsan un generador eléctrico para producir energía eléctrica entregada a la red.

50 En una versión del procedimiento:

- en el bombeo y después de haber trasvasado el aire comprimido al depósito de almacenamiento, se descarga el

líquido contenido en la cámara de conversión,

- en la turbinación y después de haber expansionado el aire contenido en la cámara de conversión, se llena nuevamente de líquido dicha cámara.

5 Se hace preferentemente que la compresión del aire y/o la expansión del aire en la al menos una cámara de conversión sea cuasi isotérmica. Por ejemplo, se colocan conductores térmicos verticalmente en las cámaras de conversión para que transfieran al agua las calorías generadas en el aire por la compresión y que transfieran al aire calorías tomadas en el agua en la expansión. Estos conductores pueden ser un haz de tubos verticales abiertos por los dos extremos y que se extienden sensiblemente a todo lo alto de la cámara de conversión.

10 Opcionalmente, el dispositivo puede comprender supercapacidades para regular la potencia que el dispositivo intercambia con la red.

15 Puede estar previsto asimismo almacenar la energía en el seno de un ciclo por intermedio de la energía cinética almacenada en el árbol motor. Queda contemplado el empleo de una parte de la energía cinética disponible en el giro existente de las máquinas rotativas (por ejemplo, en fase de almacenamiento, los motores y bombas). Asimismo, se podrá añadir en el árbol de transmisión mecánica una masa rotativa suplementaria con el fin de aumentar este almacenamiento de energía cinética en el seno de un ciclo.

Adicionalmente, es posible reutilizar el líquido de un ciclo para realizar otros ciclos con la misma masa de líquido. Esta característica permite realizar conversiones de energía de manera más ecológica, limitando los volúmenes de agua captados y vertidos por el dispositivo.

Descripción de las figuras y formas de realización

20 Otras particularidades y ventajas de la invención se irán poniendo de manifiesto con la lectura de la descripción detallada de puestas en práctica y de formas de realización, en modo alguno limitativas, y de los siguientes dibujos que se acompañan:

- la figura 1 es una vista esquemática del dispositivo de conversión de energía eléctrica en energía neumodinámica;
- 25 - la figura 2 es un esquema de conexionado de los diferentes elementos del dispositivo de conversión de energía según una forma preferida de realización de la invención;
- la figura 3 es esquema de principio del funcionamiento del dispositivo en el caso de una conversión de energía eléctrica en energía neumodinámica;
- la figura 4 es esquema de principio del funcionamiento del dispositivo en el caso de una conversión de energía neumodinámica en energía eléctrica;
- 30 - la figura 5 es una tabla que presenta la organización temporal del conexionado de las cámaras de conversión a las máquinas dinamo-hidráulicas y a unos medios de reajuste, según una forma preferida de realización;
- la figura 6 es una tabla que presenta la organización temporal del conexionado de las cámaras de conversión a las máquinas dinamo-hidráulicas y a los medios de reajuste, según una segunda forma preferida de realización; y
- la figura 7 es un cronograma de las potencias hidráulicas correspondientes a la tabla de la figura 6.

35 No siendo estas formas de realización en absoluto limitativas, se podrán considerar especialmente variantes de la invención que no comprendan más que una selección de características, descritas en lo sucesivo, aisladas de las demás características descritas (aun si esta selección queda aislada en el seno de una oración que comprenda esas otras características), si esta selección de características es suficiente para conferir una ventaja técnica o para diferenciar la invención con respecto al estado de la técnica anterior. Esta selección comprende al menos una característica preferentemente funcional, sin detalles estructurales, y/o con solo parte de los detalles estructurales, si esta parte, únicamente, es suficiente para conferir una ventaja técnica o para diferenciar la invención con respecto al estado de la técnica anterior.

45 Se va a describir en primer lugar, con referencia a las figuras 1 y 2, un dispositivo de conversión de energía eléctrica en energía neumodinámica y a la inversa. Una de las formas preferidas de realización es un dispositivo de conversión y de almacenamiento de energía eléctrica en el mar. Tiene éste como objetivo absorber los excedentes eléctricos para convertirlos y almacenarlos en forma de energía neumodinámica y, luego, cuando la red pasa a ser demandante, volver a convertir la energía neumodinámica en energía eléctrica para entregarla a la red. Entre estas dos fases activas, la energía se almacena en forma de aire comprimido en al menos un depósito de almacenamiento subacuático, típicamente submarino, 20 a una presión de almacenamiento.

50 De acuerdo con una forma preferida de realización y con referencia a la figura 1, el depósito de almacenamiento submarino 20 está abierto inferiormente para comunicar con el medio acuático y encerrar superiormente, por encima del nivel de agua en el depósito, una bolsa de aire comprimido a una presión deseada definida por la profundidad de

inmersión del depósito. Preferentemente, el depósito está constituido a partir de varias celdas contiguas y solidarias. Típicamente, el depósito está asentado en el fondo de la extensión de agua, típicamente el fondo marino. Está comprendida una profundidad de inmersión típica entre 70 y 200 m, preferentemente del orden de 100 m.

5 Con referencia a la figura 1, el dispositivo de conversión de energía se ubica sobre una plataforma flotante 10. La plataforma flotante reúne los sistemas de conversión electromecánica, hidromecánica e hidroneumática, así como los sistemas eléctricos y electrónicos asociados para permitir la conversión de energía eléctrica en energía neumática (que también se denomina neumodinámica) y a la inversa. En la figura 2 se representa un diagrama sinóptico de los principales de estos equipos. La plataforma está unida a la red eléctrica por cable eléctrico submarino de alta tensión 18. La sustentación de la posición de la plataforma en la superficie por encima de los depósitos de almacenamiento 20 del aire comprimido se realiza con el concurso de un conjunto de líneas de anclaje permanentes 19.

15 El dispositivo de conversión de energía comprende máquinas dinamo-eléctricas MG1, MG2, MG3 previstas para funcionar como motor absorbiendo la energía eléctrica que ha de convertirse proveniente de la instalación de la red y transformarla en energía mecánica y/o para funcionar como generador utilizando energía mecánica producida a partir de la energía neumodinámica almacenada en el depósito 20 para transformar esta energía mecánica en energía eléctrica almacenada que ha de entregarse a la red. De acuerdo con una forma preferida de realización, las máquinas dinamo-eléctricas MG1, MG2, MG3 son motores generadores reversibles.

20 El esquema de la figura 2 se desglosa en dos partes: una parte enmarcada con línea de puntos finos que corresponde a una parte puramente hidráulica y una marca enmarcada con trazo discontinuo que corresponde a una parte puramente neumodinámica.

25 Con referencia a la figura 2, el dispositivo comprende máquinas dinamo-hidráulicas PT1, PT2 y PT3 para, respectivamente, bombear o turbinar agua. En el ejemplo no limitativo pero preferente, las máquinas dinamo-hidráulicas PT1, PT2 y PT3 son máquinas reversibles capaces de funcionar, bien como bombas, en particular turbobombas, o bien como máquinas de expansión, en particular turbinas. Pero la invención es aplicable utilizando máquinas específicas para el bombeo o para la expansión, respectivamente.

30 El árbol de cada máquina dinamo-hidráulica PT1, PT2, PT3 está enganchado al árbol de una respectiva de las máquinas dinamo-eléctricas MG1, MG2, MG3, como se representa mediante las referencias 21. Las máquinas dinamo-hidráulicas que funcionan como bombeo permiten convertir la energía mecánica procedente de las máquinas dinamo-eléctricas que funcionan como motor en energía hidráulica mediante el bombeo de un líquido extraído de una fuente tal como el agua del medio acuático circundante, e impulsar este líquido a una presión incrementada mediante el bombeo en un orificio de impulsión 16. Las máquinas dinamo-hidráulicas que funcionan como máquina de expansión hidráulica, en particular de turbinación, permiten convertir la energía hidráulica en energía mecánica proporcionada al árbol de la máquina dinamo-eléctrica que funciona como generador, mediante la turbinación del líquido que llega a una cierta presión al orificio de alta presión 16 y que sale de la máquina dinamo-hidráulica por su orificio de baja presión 14 para volver al tanque, en particular el medio acuático circundante.

35 Preferentemente, las máquinas dinamo-hidráulicas pueden ser bombas-turbinas del tipo Kaplan o Deriaz. Estas bombas-turbinas permiten hacer variar su caudal a velocidad constante, lo cual permite especialmente tender hacia una uniformización de la potencia pese a la variación de la presión del aire que está siendo comprimido y, así, limitar la variación de potencia eléctrica acusada por las máquinas eléctricas.

40 El dispositivo comprende cámaras de conversión CH1, CH2, CH3, CH4, CH5, CH6 que tienen cada una de ellas un orificio inferior apto para ser conexionado al orificio de alta presión 16 de las máquinas dinamo-hidráulicas PT1, PT2, PT3 mediante un sistema de válvulas de distribución 17, un orificio superior apto para ser conexionado mediante una válvula 11 a la conducción de comunicación bidireccional 13 con el depósito 20, y un orificio superior apto para ser conexionado al aire libre mediante una válvula 12 y una conducción de llenado-descarga 22. De una manera general, cada cámara de conversión contiene, superiormente, aire e, inferiormente, líquido de trabajo, típicamente agua del medio acuático. El agua presente inferiormente en la cámara determina un pistón líquido de compresión o de expansión del aire. La cámara de conversión permite convertir energía hidráulica en energía neumática y a la inversa. Las compresiones y expansiones del aire se realizan en el interior de las cámaras de conversión. Preferentemente, están previstas cámaras de conversión suficientes como para mantener el flujo energético permanentemente, incluso mientras que al menos una cámara de conversión está en fase de llenado o de descarga de su agua. En particular, el dispositivo comprende más cámaras de conversión que máquinas dinamo-hidráulicas PT1, PT2, PT3 capaces de funcionar como bomba y más cámaras de conversión que máquinas dinamo-hidráulicas PT1, PT2, PT3 capaces de funcionar como máquinas de expansión hidráulica. Esta característica permite mantener en actividad todas las máquinas dinamo-hidráulicas que, según sea el caso, funcionan como bombas o como turbinas, incluso durante el llenado o la descarga de al menos una cámara de conversión. En el ejemplo, hay dos veces más cámaras de conversión que máquinas dinamo-hidráulicas, luego, más en particular, seis cámaras de conversión CH1 - CH6 por tres máquinas dinamo-hidráulicas PT1, PT2, PT3 reversibles.

55 El dispositivo comprende además unos medios de reajuste hidráulico P1, P2, P3 para reajustar el nivel de líquido a su estado inicial para realizar el bombeo o la turbinación en las cámaras de conversión. Estos toman el líquido en la

- 5 misma fuente que las máquinas dinamo-hidráulicas PT1, PT2, PT3, en el ejemplo, el medio acuático circundante, y entregan el líquido a dicha fuente. Preferentemente, los medios de reajuste son bombas (P1, P2 y P3) que funcionan a escasa diferencia de presión, justo suficiente para equilibrar las pérdidas de carga y el ocasional diferencial de presión hidrostática resultante de la altura de agua en las cámaras de conversión con respecto al nivel de la fuente.
- 10 Preferentemente, los medios de reajuste son bombas bidireccionales capaces asimismo de descargar o acelerar la descarga de las cámaras de conversión cuando las mismas se deben llenar de aire previamente a un ciclo de compresión. Los medios de distribución 17 están diseñados para encargarse asimismo del conexionado selectivo de cada cámara de conversión CH1 - CH6 con una bomba de reajuste P1, P2 o P3.
- Según la invención, los medios dinamo-hidráulicos de bombeo y de expansión hidráulica comprenden máquinas PT1, PT2, PT3 que difieren entre sí en su respectivo margen de presión medido en funcionamiento en su orificio de alta presión 16, y que asimismo difieren en su caudal máximo.
- Hay al menos dos máquinas dinamo-hidráulicas, una para las presiones moderadas y los caudales intensos al comienzo del bombeo y en el final de la turbinación, la otra para presiones más elevadas y caudales más pequeños en fase más avanzada de bombeo o en fase más temprana de turbinación.
- 15 En el ejemplo representado, hay tres máquinas diferentes, a saber:
- una máquina PT1 para el comienzo del aumento de presión durante el bombeo y el final del descenso de presión durante la turbinación, que funciona en un margen de presiones moderado y un margen de caudales elevados;
 - una máquina PT2 para el final del aumento de presión durante el bombeo y el comienzo del descenso de presión durante la turbinación, que funciona en un margen de presiones elevadas y un margen de caudales moderados;
 - 20 y
 - una máquina PT3 para la impulsión del aire comprimido al depósito 20 en el final del ciclo de almacenamiento y la admisión del aire comprimido 20 en la cámara de conversión al comienzo del ciclo de restitución, que funciona en un margen estrecho de presiones próximo a la presión del depósito 20 y un margen estrecho de caudales correspondiente.
- 25 Está previsto además desfasar entre sí los respectivos ciclos de las cámaras de conversión CH1 - CH6 de manera que, permanentemente, las máquinas dinamo-hidráulicas y las máquinas dinamo-eléctricas asociadas estén en funcionamiento activo de conversión con una u otra de las cámaras de conversión que en ese preciso instante se encuentren en el margen de presión correspondiente.
- Se pasa a exponer ahora el funcionamiento del dispositivo y a completar al mismo tiempo la descripción del dispositivo y del procedimiento.
- 30 Fase de almacenamiento
- Con referencia a la figura 3, se pasa a describir el funcionamiento del dispositivo en la conversión de la energía eléctrica en energía neumodinámica en la cámara de conversión CH1. La figura 3 incluye tres ventanas 3a, 3b, 3c que respectivamente presentan las etapas características de la fase de almacenamiento para una cámara de conversión. Las ventanas 3a y 3b corresponden a las etapas productivas y la ventana 3c corresponde a una etapa no productiva, que podríamos denominar etapa de rearme.
- 35 Al principio (ventana 3a), la cámara de conversión CH1 está llena de aire a presión atmosférica, el agua está en un nivel mínimo. Las válvulas de comunicación bidireccional 11 y de salida al aire 12 están cerradas, de modo que la parte superior de la cámara de conversión, ocupada por el aire, está cerrada herméticamente. La energía eléctrica que ha de almacenarse alimenta la máquina dinamo-eléctrica MG1 acoplada a la máquina dinamo-hidráulica PT1 que bombea el agua a la cámara de conversión CH1 a una presión moderada.
- 40 En un cierto estadio intermedio de llenado de la cámara de conversión CH1 con agua, que corresponde sensiblemente a la presión máxima para la cual se prevé la máquina dinamo-hidráulica PT1, los medios de distribución 17 interrumpen la unión de la cámara de conversión CH1 con la máquina dinamo-hidráulica PT1 y establecen el conexionado de la cámara de conversión con el orificio de alta presión 16 de la máquina dinamo-hidráulica PT2 enganchada a la máquina dinamo-eléctrica MG2. La energía eléctrica que ha de almacenarse alimenta la máquina dinamo-eléctrica MG2 acoplada a la máquina dinamo-hidráulica PT2 que bombea el agua a la cámara de conversión CH1 a una presión incrementada.
- 45 Cuando se llega a continuación a otro estadio intermedio de llenado de la cámara de conversión CH1 con agua, que corresponde sensiblemente a la presión máxima para la cual se prevé la máquina dinamo-hidráulica PT2, los medios de distribución 17 interrumpen la unión de la cámara de conversión CH1 con la máquina dinamo-hidráulica PT2 y establecen el conexionado de la cámara de conversión con el orificio de alta presión 16 de la máquina dinamo-hidráulica PT3 enganchada a la máquina dinamo-eléctrica MG3. Al mismo tiempo, la válvula 11 se abre (ventana 3b de la figura 3). La energía eléctrica que ha de almacenarse alimenta la máquina dinamo-eléctrica MG3 acoplada a la máquina dinamo-hidráulica PT3 que bombea el agua en la cámara de conversión CH1 bajo la presión del depósito
- 50
- 55

de almacenamiento 20 hasta que se haya impelido al depósito 20 sensiblemente todo el aire comprimido presente en la cámara de conversión CH1.

5 Merced a los medios dinamo-hidráulicos, se bombea el líquido, típicamente el agua del medio acuático, para determinar un pistón líquido en la cámara de conversión en la que está aprisionada una cantidad de aire. Con referencia a las ventanas 3a y 3b, la interfase agua/aire se desplaza de abajo arriba de la cámara de conversión constituyéndose en pistón que comprime el aire aprisionado en la cámara de conversión hasta que este aire alcance la presión reinante en el depósito de almacenamiento.

10 El pistón líquido tiene como ventaja el limitar las pérdidas energéticas debidas a los rozamientos con respecto a un compresor de pistón tradicional rígido. Además, el empleo del pistón líquido permite limitar las pérdidas térmicas, es decir, limitar el calentamiento debido a la compresión, con lo que la misma es casi isotérmica. Para reforzar esta característica de carácter cuasi isotérmico, las cámaras de conversión encierran preferentemente unos conductores térmicos que unen térmicamente el aire y el líquido en las cámaras de conversión. Estos conductores térmicos son, por ejemplo, un haz de tubos metálicos verticales, abiertos por los dos extremos, que se extienden sensiblemente a todo lo alto de cada cámara. Estos conductores evacúan al agua el calor de compresión del aire en ciclo de compresión, lo cual reduce el trabajo necesario para la compresión, y calientan el aire con calor proveniente del agua en ciclo de expansión, lo cual aumenta el trabajo proporcionado por la expansión del aire.

15 Por ejemplo, para un almacenamiento de aire en un depósito de almacenamiento ubicado a 100 metros de profundidad, sometido pues a una presión hidrostática absoluta de aproximadamente 1,1 MPa, la máquina dinamo-hidráulica PT1 funciona en el margen de las escasas presiones (presión atmosférica hasta 0,3 ó 0,4 MPa), la máquina dinamo-hidráulica PT2 funciona en el margen de presión intermedia (de 0,3 a 0,4 MPa hasta 1,1 MPa) y la máquina dinamo-hidráulica PT3 funciona en un margen estrecho alrededor de 1,1 Mpa.

20 A continuación, con referencia a la ventana 3c de la figura 3, un tiempo no productivo permite la descarga del agua contenida en la cámara de conversión CH1 para poder recomenzar un ciclo de almacenamiento en esta cámara. Queda cerrada entonces la válvula de comunicación bidireccional 11 y queda abierta la válvula de salida al aire 12. Los medios de reajuste hidráulico son accionados para descargar la cámara de conversión hasta vaciarla de la casi totalidad de su agua.

De esta manera, el dispositivo de conversión realiza varios ciclos de bombeo, pasando cada ciclo por los sucesivos márgenes de presión. La duración de un ciclo está prevista entre 30 segundos y 5 minutos.

Fase de restitución

30 Con referencia a la figura 4, se va a describir el funcionamiento del dispositivo en la conversión de la energía neumática en energía eléctrica. La figura 4 incluye tres ventanas 4a, 4b, 4c que respectivamente presentan las etapas características de la fase de restitución para una cámara de conversión CH1. Las ventanas 4a y 4b corresponden a las etapas productivas y la ventana 4c corresponde a una etapa no productiva o de rearme.

35 Al principio (ventana 4a), la cámara de conversión está llena de agua. Los medios de salida al aire 12 están cerrados. Para la restitución, se abre la válvula de comunicación bidireccional 11 de modo que el aire comprimido presente en el depósito de almacenamiento 20 se trasvasa en parte hacia la cámara de conversión CH1 e impele una parte del agua contenida en la cámara de conversión a través de la máquina dinamo-hidráulica de alta presión PT3, que funciona como turbina arrastrando la máquina dinamo-eléctrica MG3, que funciona como generador.

40 Cuando la cantidad de aire presente en la cámara de conversión CH1 es tal que este aire es capaz de ocupar todo el volumen de la cámara de conversión si se expansiona a presión atmosférica, se cierra la válvula de comunicación bidireccional 11 (ventana 4b de la figura 4). Al mismo tiempo, los medios de distribución 17 interrumpen la unión de la cámara de conversión CH1 con la máquina dinamo-hidráulica PT3 y establecen la unión de la cámara de conversión con la máquina dinamo-hidráulica PT2. El aire se expansiona de manera cuasi isotérmica al seguir impeliendo el agua, pero, ahora, a través de la máquina dinamo-hidráulica PT2, dedicada a las presiones medias, y luego, tras una nueva transferencia operada por los medios de distribución 17, a través de la máquina dinamo-hidráulica PT1 dedicada a las presiones moderadas.

45 Está previsto actuar sobre las máquinas dinamo-hidráulicas para permitir la variación dinámica de ciertas magnitudes físicas (como la velocidad de giro de la máquina, el ángulo de las palas, la posición del distribuidor...). Cabe así la posibilidad de regular el caudal de las máquinas dinamo-hidráulicas con el fin de que la asociada máquina dinamo-eléctrica funcione a potencia constante. Esta regulación tiene como ventaja el mejorar la estabilidad de la potencia y, por tanto, limitar las variaciones de la potencia eléctrica intercambiada entre el dispositivo y la red de distribución eléctrica.

55 A continuación, con referencia a la ventana 4c de la figura 4, un tiempo no productivo o de rearme permite el llenado de la cámara de conversión con agua para recomenzar un ciclo de restitución. La válvula de comunicación bidireccional 11, entonces, está cerrada y la válvula de salida al aire 12 está abierta para permitir la adición del agua. Los medios de reajusta hidráulico P1 son conexonados a la cámara de conversión CH1 mediante los medios de

distribución 17 y accionados para llenar de agua la cámara de conversión.

De esta manera, el dispositivo de conversión realiza varios ciclos de turbinación, pasando cada ciclo por los sucesivos márgenes de presión. La duración de un ciclo está prevista entre 30 segundos y 5 minutos.

Organización temporal del conexionado de las máquinas dinamo-hidráulicas con las cámaras de conversión

5 Con referencia a las figuras 5 a 7, los ciclos de bombeo o de turbinación de cada cámara de conversión están desplazados temporalmente de modo que, a cada instante dado, cada máquina dinamo-hidráulica está conexionada a una cámara de conversión que se encuentra en la correspondiente fase de bombeo o de turbinación. En otras palabras, en el ejemplo de tres márgenes de presión, hay en todo momento tres cámaras de conversión que se encuentran, una en el margen de presiones moderadas, otra, en el margen de presiones intermedias y la tercera, en el margen de presión superior, comunicando esta última con el depósito de almacenamiento 20.

10 La tabla de la figura 5 representa un ejemplo de la organización temporal del conexionado de las máquinas dinamo-hidráulicas con las cámaras de conversión a lo largo de un ciclo, en el ejemplo de tres bombas y/o turbinas y seis cámaras de conversión. Cada cámara de conversión (CH1, CH2, CH3, CH4, CH5, CH6) queda unida sucesivamente a las tres máquinas dinamo-hidráulicas PT1, PT2, PT3 (en el ejemplo del bombeo) antes de ser unida a uno de los medios de reajuste P1, P2 o P3. Queda representado un ciclo completo (2 veces la duración de una compresión o de una expansión para una cámara) cada columna del cual representa una duración de 1/6 del ciclo. En esta organización, cada bomba y/o turbina efectúa su trabajo de manera síncrona sobre las cámaras. Su conmutación de una cámara a otra se efectúa igualmente al mismo tiempo. Esta organización participa en limitar las variaciones de potencia eléctrica intercambiada entre el dispositivo de conversión y la red de distribución. Adicionalmente, esto permite limitar las pérdidas energéticas de orden térmico.

15 De acuerdo con otra forma de realización y con referencia a las figuras 6 y 7, está previsto introducir un desfase entre los instantes de paso de una bomba-turbina a otra a una cámara, de modo que las conmutaciones hidráulicas, que se corresponden con rupturas de potencia, ya no sean simultáneas. La tabla de la figura 6 muestra un ejemplo de desfase de 1/18 de la duración de un ciclo entre cada bomba y/o turbina. Se conserva el funcionamiento sensiblemente continuo de las bombas y/o turbinas, pero ahora se da una pausa por cada cámara y por cada paso de una bomba y/o turbina a otra a cada cámara de conversión. Habiendo conservado el mismo número de cámaras de conversión, el tiempo disponible para reponer la cámara en su estado inicial (mediante P1, P2 o P3) se ve reducido en la duración de las pausas realizadas.

25 De esta manera, las fluctuaciones de potencia quedan tanto más limitadas. Con referencia a la figura 7, se presenta un ejemplo de cronograma de las potencias hidráulicas que se contemplan en compresión para un dispositivo con tres bombas y la última de las cuales trabaja únicamente a presión y a potencia constante. Entre la bomba 1 y las bombas 2 y 3 hay presente un desfase de 1/12 de ciclo. Las bombas 1 y 2 permiten alcanzar la presión de almacenamiento y la bomba 3 permite la impulsión del aire comprimido hacia el depósito. El desfase de las conmutaciones de las bombas permite limitar las fluctuaciones de la potencia hidráulica total resultante, por lo que permite limitar las fluctuaciones de potencia eléctrica total.

30 Claro es que la invención no está limitada a los ejemplos que se acaban de describir, y que, en estos ejemplos, se pueden introducir numerosas adecuaciones sin salir del ámbito de la invención.

35 Por supuesto, las diferentes características, formas, variantes y formas de realización de la invención se pueden asociar entre sí según diversas combinaciones, en tanto no sean incompatibles o excluyentes entre sí. En particular, todas las variantes y formas de realización anteriormente descritas son combinables entre sí.

Se han presentado ejemplos de realización con tres máquinas dinamo-hidráulicas PT1, PT2 y PT3 que pueden ser tres bombas o tres turbinas diferenciadas o que pueden ser tres bombas-turbinas. El dispositivo puede comprender un número de bombas y/o de turbinas diferente de tres. De acuerdo con otras formas de realización, está previsto que las bombas y las máquinas de expansión se hallen en números diferentes.

45 Se podrán añadir uno o unos sistemas suplementarios, por ejemplo condensadores eléctricos, con el fin de alisar la potencia eléctrica consumida (o proporcionada para la restitución).

Igualmente, el número de cámaras de conversión puede ser diferente del indicado en el ejemplo. Es deseable, sin embargo, tener como mínimo una más que el número de bombas o de turbinas. El número de cámaras de conversión no es forzosamente un múltiplo del número de bombas y/o turbinas.

50 En lo referente a los medios de reajuste, se puede contemplar la utilización de otra o varias otras tecnologías, combinadas o no para efectuar el llenado o la descarga de las cámaras de conversión. Cabe citar especialmente la utilización de eyectores hidráulicos, la utilización natural de la gravedad o la recuperación de energía potencial presente en otra cámara.

55 Los medios de comunicación bidireccional pueden incluir trayectos separados para el aire que va al depósito de almacenamiento 20 y que viene del depósito de almacenamiento 20, eventualmente cada uno con su válvula en lugar de la válvula común 11.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de conversión de energía para convertir energía eléctrica en energía neumodinámica, y a la inversa, y de almacenamiento de la misma en forma de aire comprimido,

comprendiendo el dispositivo:

- 5 - máquinas dinamo-eléctricas (MG1, MG2, MG3) que están en unión de potencia eléctrica con una red,
- máquinas dinamo-hidráulicas (PT1, PT2, PT3) unidas mecánicamente con las máquinas dinamo-eléctricas,
- al menos una cámara de conversión (CH1, CH2, CH3) apta para, por una parte, contener líquido bombeado por las máquinas dinamo-hidráulicas funcionando como bombas o para recibir líquido destinado a alimentar las máquinas dinamo-hidráulicas funcionando como máquinas de expansión y, por otra, para contener aire, de modo
- 10 que el líquido presente en la cámara determine un pistón líquido de compresión o de expansión del aire,
- un depósito de almacenamiento de aire comprimido (20) a una presión de almacenamiento,
- medios de comunicación neumodinámica bidireccional (11, 13) obturables entre las cámaras de conversión (CH1-CH6) y el depósito de almacenamiento (20),

15 caracterizado por que cada máquina dinamo-hidráulica (PT1, PT2, PT3) está prevista para funcionar en un respectivo margen de presión en su orificio de alta presión (16) para realizar el bombeo o la expansión hidráulica de manera escalonada en cada cámara de conversión sucesivamente con varias de dichas máquinas dinamo-hidráulicas hasta o respectivamente a partir de la presión de almacenamiento deseada, siendo el margen de presiones más estrecho que la diferencia entre la baja presión y la presión de almacenamiento,

20 y por que se prevén unos medios de distribución (17) para conexionar cada cámara de conversión sucesivamente con al menos dos máquinas dinamo-hidráulicas previstas para funcionar en diferentes márgenes de presión.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que al menos una máquina dinamo-hidráulica (PT3) está prevista para funcionar en un margen estrecho de presión correspondiente sensiblemente a la presión del depósito de almacenamiento (20).

25 3. Dispositivo según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que las máquinas dinamo-hidráulicas (PT1, PT2, PT3) están montadas hidráulicamente en paralelo unas con otras entre una fuente de líquido a baja presión y la al menos una cámara de conversión (CH1, CH2, CH3).

4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el depósito de almacenamiento (20) es subacuático y abierto inferiormente para recibir agua del medio acuático, encerrando una bolsa de aire a una presión definida por la profundidad de inmersión del depósito.

30 5. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que, para realizar la conversión de la energía eléctrica en energía neumodinámica y a la inversa, están previstos varios ciclos respectivamente de bombeo o de turbinación, pasando cada ciclo por los márgenes de presión sucesivos.

35 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por comprender al menos dos cámaras de conversión (CH1, CH2, CH3) con el fin de mantener permanentemente el flujo energético en las máquinas dinamo-hidráulicas (PT1, PT2, PT3).

7. Dispositivo según la reivindicación 6, caracterizado por que los ciclos de variación de nivel de líquido en las cámaras de conversión (CH1, CH2, CH3) están desfasados entre cámaras de conversión, conexionándose cada máquina dinamo-hidráulica (PT1, PT2, PT3) sucesivamente a varias cámaras de conversión que se encuentran de manera desplazada en el tiempo en el margen de presión correspondiente a esa máquina dinamo-hidráulica.

40 8. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que está prevista una pausa en el momento en que la al menos una cámara de conversión pasa de una máquina dinamo-hidráulica (PT1, PT2, PT3) a otra.

45 9. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por comprender medios de reajuste hidráulico (P1, P2, P3) para reajustar el nivel de líquido a su estado inicial para realizar el bombeo o la turbinación en la al menos una cámara de conversión (CH1, CH2, CH3).

10. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por comprender más cámaras de conversión (CH1, CH2, CH3) que máquinas dinamo-hidráulicas (PT1, PT2, PT3).

50 11. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las máquinas dinamo-hidráulicas (PT1, PT2, PT3) son del tipo bomba-turbina apta para funcionar como bomba o, a la inversa, como turbina.

12. Dispositivo según la reivindicación anterior, caracterizado por que las máquinas dinamo-hidráulicas (PT1, PT2, PT3) son bombas-turbinas del tipo Kaplan o Deriaz.
13. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las máquinas dinamo-eléctricas (MG1, MG2, MG3) son motores generadores reversibles.
- 5 14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por que los medios de comunicación bidireccional (11, 13) están cerrados salvo durante una fase final de la compresión y durante una fase inicial de la expansión.
15. Procedimiento de conversión de energía eléctrica en energía neumodinámica y a la inversa, en el que:
- 10 - se bombea un líquido que se constituye en pistón líquido en una cámara de conversión (CH1, CH2, CH3) en la que está aprisionada una cantidad de aire hasta que este aire alcance una presión de un depósito de almacenamiento de aire comprimido (20), con posterior trasvase del aire comprimido de la cámara de conversión hacia el depósito de almacenamiento (20), y/o
- se turbinan un líquido admitiendo aire comprimido en una cámara de conversión (CH1, CH2, CH3) que contiene una cantidad de líquido, de modo que el líquido es impelido a través de una turbina,
- 15 caracterizado por que el bombeo o la turbinación del líquido se efectúa sucesivamente al menos en dos etapas de bombeo o respectivamente de turbinación previstas para tener lugar en unos márgenes de presión diferentes.
16. Procedimiento de conversión según la reivindicación 15, caracterizado por que, en la turbinación y después de haber admitido una cantidad de aire comprimido en la cámara de conversión que aún contiene agua, se cierra la llegada de aire comprimido proveniente del depósito de almacenamiento (20), y se expansiona el aire comprimido presente en la cámara de compresión, mientras que el líquido restante es impelido para ser turbinado.
- 20 17. Procedimiento de conversión según la reivindicación 15, caracterizado por que:
- se bombea el líquido mediante máquinas dinamo-hidráulicas (PT1, PT2, PT3) impulsadas por al menos un motor eléctrico que funciona con la energía eléctrica procedente de una red eléctrica,
- 25 - se turbinan el líquido mediante máquinas dinamo-hidráulicas (PT1, PT2, PT3) que impulsan un generador eléctrico para producir energía eléctrica entregada a la red.
18. Procedimiento de conversión según una de las reivindicaciones 15 a 17, caracterizado por que:
- en el bombeo y después de haber trasvasado el aire comprimido al depósito de almacenamiento (20), se descarga el líquido contenido en la cámara de conversión (CH1, CH2, CH3),
- 30 - en la turbinación y después de haber expansionado el aire contenido en la cámara de conversión (CH1, CH2, CH3), se llena nuevamente de líquido dicha cámara.
19. Procedimiento de conversión según una de las reivindicaciones 15 a 18, caracterizado por que la compresión del aire y/o la expansión del aire en la al menos una cámara de conversión es cuasi isotérmica.

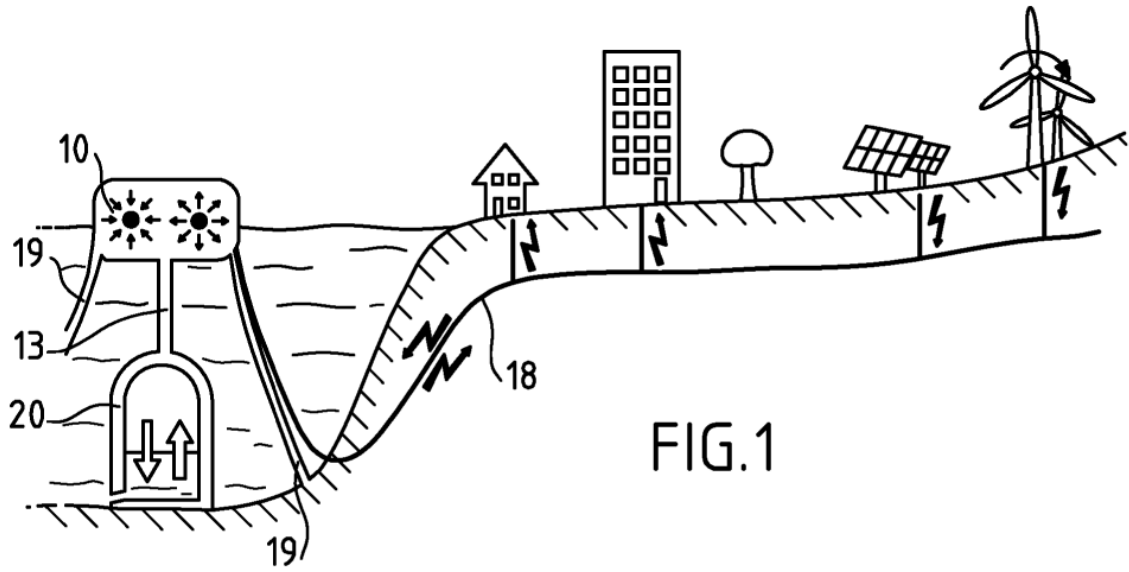


FIG.1

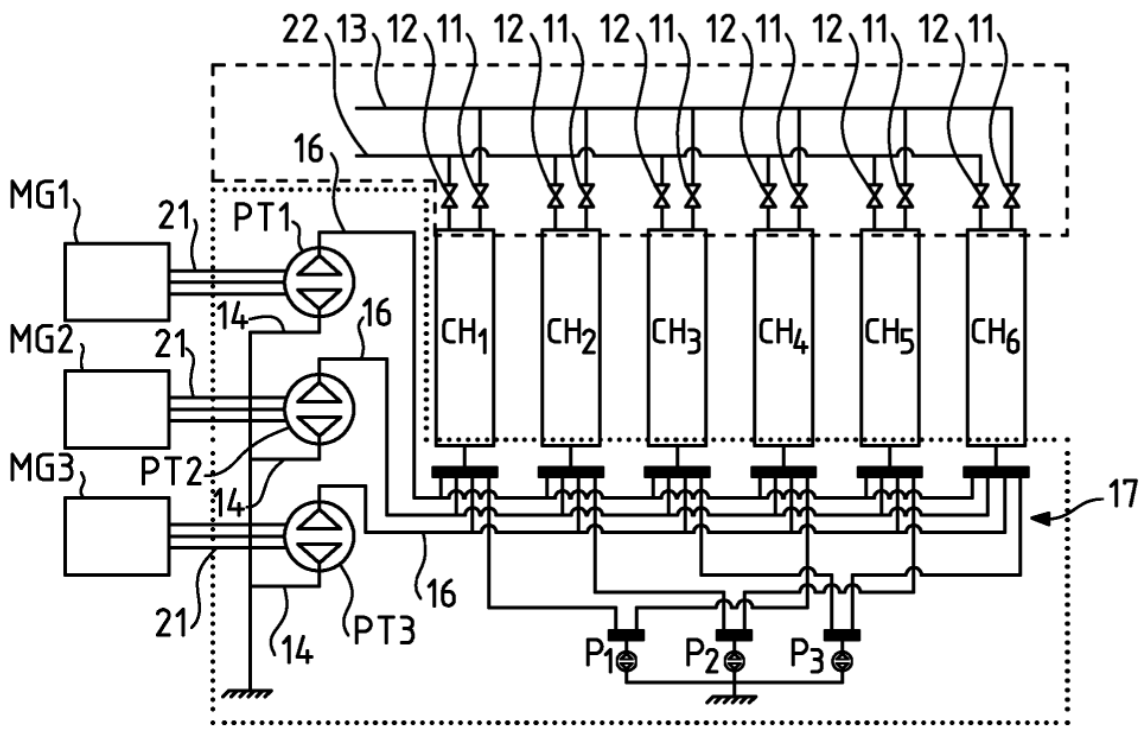


FIG.2

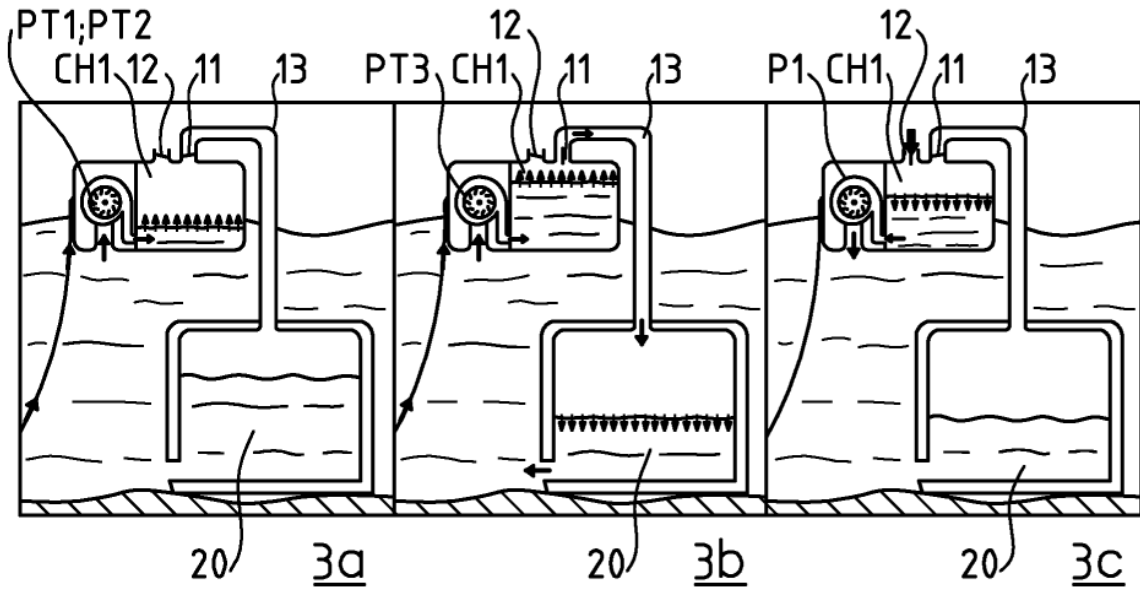


FIG.3

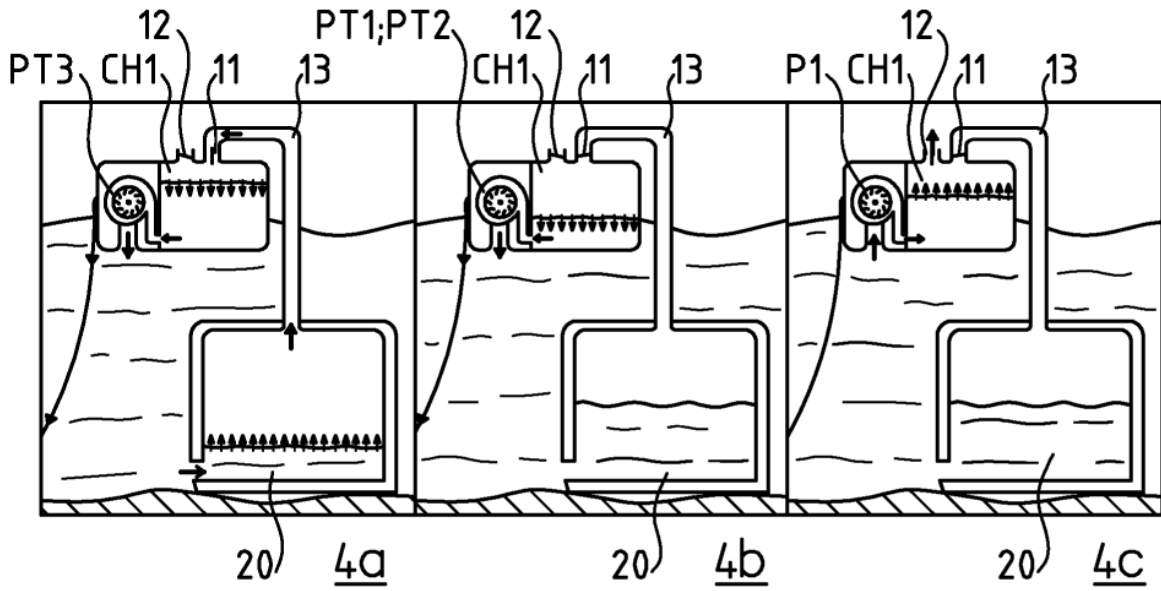


FIG.4

	1/6	2/6	3/6	4/6	5/6	6/6
CH1	PT1	PT2	PT3	P1	P1	P1
CH2	PT2	PT3	P2	P2	P2	PT1
CH3	PT3	P3	P3	P3	PT1	PT2
CH4	P1	P1	P1	PT1	PT2	PT3
CH5	P2	P2	PT1	PT2	PT3	P2
CH6	P3	PT1	PT2	PT3	P3	P3

FIG.5

	1/18	2/18	3/18	4/18	5/18	6/18	7/18	8/18	9/18	10/18	11/18	12/18	13/18	14/18	15/18	16/18	17/18	18/18
CH1	PT1		-	PT2		-	PT3		P1									
CH2	-	PT2		-	PT3		P2						PT1					
CH3	PT2	-	PT3		P3						PT1		-	PT2				
CH4	PT3		P1						PT1		-	PT2		-	PT3			
CH5	P2				PT1		-	PT2		-	PT3		P2					
CH6	P3		PT1		-	PT2		-	PT3		P3							

FIG.6

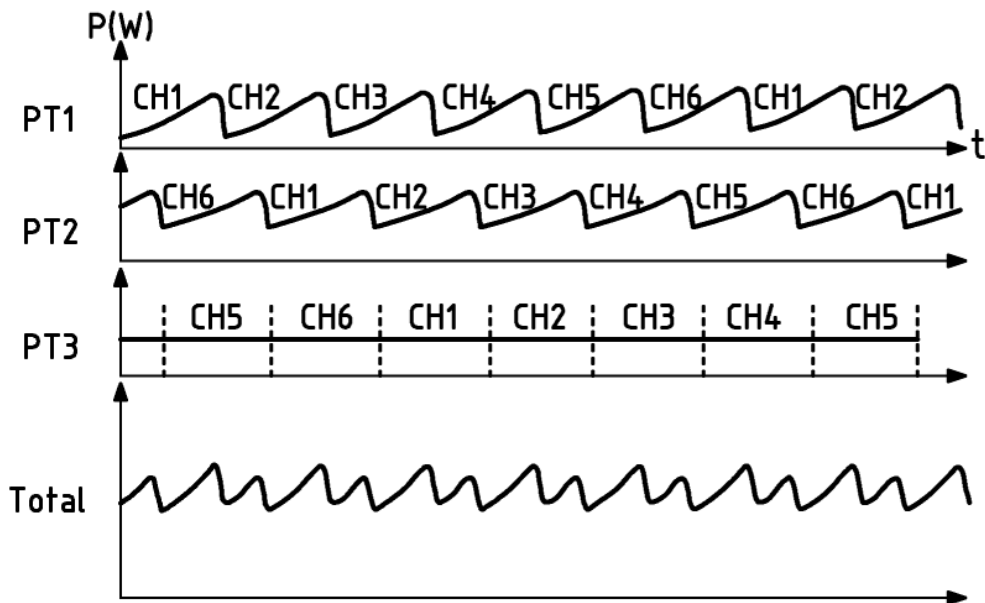


FIG.7