(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
Oficina internacional

(43) Fecha de publicación internacional
04 de abril de 2019 (04.04.2019)

WIPO | PCT

(10) Número de publicación internacional
WO 2019/061002 A1

(51) Clasificación internacional de patentes:
F02B 13/00 (2006.01) *F03G 7/00* (2006.01)
F02B 63/00 (2006.01) *F03G 7/04* (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/CL2017/050055

(22) Fecha de presentación internacional:
27 de septiembre de 2017 (27.09.2017)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(71) Solicitante: **UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA** [CL/CL]; Av. España 1800, V Región, Valparaíso (CL).

(72) Inventores: **ROMERO, Christian**; Parcela lote 5, Mundo Nuevo, V Región, Casa Blanca (CL). **ALIAGA, David**; Av. Cuadro Verde 150, torre 5 dpto. 56, Estación Central, Región Metropolitana, Santiago (CL). **BUNOUT, Pablo**; Av. Bettina 63, Cerro Carcel, V Región, Valparaíso (CL).

(74) Mandatario: **ESTUDIO CAREY LTDA.**; Isidora Goyenechea 2800, Piso 43, Las Condes, Región Metropolitana, Santiago (CL).

(81) Estados designados *(a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,

WO 2019/061002 A1

(54) Title: SYSTEM AND METHOD FOR ENERGY STORAGE AND GENERATION, WHEREIN PRESSURE IS RELEASED IN A LIQUID CERCUIT WHICH IN TURN DRIVES A LIQUID TURBINE FOR ENERGY GENERATION

(54) Título: SISTEMA Y MÉTODO PARA ALMACENAR Y GENERAR ENERGÍA DONDE UNA PRESIÓN ES LIBERADA EN UN CIRCUITO DE LÍQUIDO QUE A SU VEZ MUEVE UNA TURBINA DE LÍQUIDO PARA GENERAR ENERGÍA

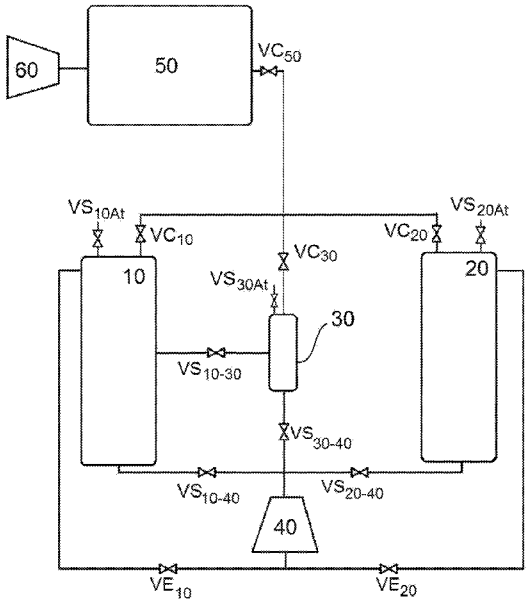


FIG. 1

(57) Abstract: A system and method for storing and generating energy, wherein pressure of a working fluid, preferably compressed gas, is released in a liquid circuit which in turn drives a liquid turbine for generating energy, optionally comprising a compressor (60) and a high-pressure primary tank (50). According to the invention, the system and method comprise: a first main liquid tank (10) and a second main liquid tank (20); an auxiliary liquid tank (30); a liquid turbine (40) located between the first (10) and second (20) main tanks and at the lower level of the bottom level of the first (10) and second (20) main tanks and of the auxiliary tank (30), in order to ensure that the pressure inside the tanks forces the liquid through the turbine (40) and not in the opposite direction; and a pipeline network with respective valves, including inlet valves, outlet valves and pressure-regulating or control valves, as well as ventilation valves. The operation is performed in short cycles and at constant pressure by means of a control system acting on at least one pressure-regulating valve.

(57) Resumen: Sistema y método para almacenar y generar energía donde una presión de un fluido de trabajo, preferentemente de gas comprimido, es liberada en un circuito de líquido que a su vez mueve una turbina de líquido para generar energía, que comprende, opcionalmente, un compresor (60) y 5 un tanque primario (50) de alta presión; en donde el sistema y método comprenden un primer tanque principal (10) de líquido y un segundo tanque principal (20) de líquido; un tanque auxiliar (30) de líquido; una turbina (40) de líquido ubicada entre los tanques principales primero (10) y segundo (20), y a nivel inferior del nivel del fondo de los tanques principales primero

[Continúa en la página siguiente]

NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados designados *(a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

— *con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))*

— *con reivindicaciones modificadas (Art. 19(1))*

(10) y segundo (20) y del tanque auxiliar (30), para asegurar que la presión al interior de los tanques 0 fuerce el líquido a través de la turbina (40) y no en sentido contrario, una red de tuberías con sus respectivas válvulas tanto válvulas de entrada, válvulas de salida, válvulas de control o válvulas reguladoras de presión así como válvulas de ventilación; donde la operación se realiza en ciclos cortos y a presión constante por medio de un sistema de control que actúa sobre al menos una válvula reguladora de presión.

SISTEMA Y MÉTODO PARA ALMACENAR Y GENERAR ENERGÍA DONDE UNA PRESIÓN ES LIBERADA EN UN CIRCUITO DE LÍQUIDO QUE A SU VEZ MUEVE UNA TURBINA DE LÍQUIDO PARA GENERAR ENERGÍA

MEMORIA DESCRIPTIVA

CAMPO DE APLICACIÓN

La presente invención se refiere a almacenamiento de energía, más específicamente a un sistema de almacenamiento y generación de energía de ciclo corto a presión constante (líquido - gas), más específicamente a un sistema y un método que utiliza gas comprimido para presurizar un tanque de líquido que a su vez acciona una turbina de líquido para producir energía eléctrica. El almacenamiento se realiza almacenando gas comprimido a alta presión en recipientes pequeños o medianos de alta presión.

DESCRIPCIÓN DEL ARTE PREVIO

La energía solar y la eólica son grandes candidatas para la generación masiva de electricidad en el futuro. Sin embargo, los momentos de máxima generación eléctrica de ambas a menudo no coinciden con las horas de máxima demanda de los usuarios. Por tanto, el uso provechoso de la energía solar y la eólica pasa obligatoriamente por encontrar un modo rentable de almacenar la energía excedente y de liberarla a la red eléctrica cuando se necesite. Para afrontar esta cuestión, se han explorado muchas vías. Una es usar la electricidad sobrante para bombear agua hacia depósitos en altura, desde los cuales al dejarla bajar más tarde se logra que el sistema se comporte como el salto de agua aprovechado en las centrales hidroeléctricas. Otra

es la de recurrir a baterías electroquímicas, sin embargo el costo de la tecnología de batería existente es aún alto.

Por lo anterior, se ha convertido en el objetivo primordial almacenar energía al menor costo posible. Según Yao E, Wang H, Liu L, Xi G. "A novel constant-pressure pumped hydro combined with compressed air energy storage system". Energies 2015;8:154–71; y Erren Yao, Huanran Wang, Ligang Wang, Guang Xi, François Maréchal, "Thermo-economic optimization of a combined cooling, heating and power system based on small-scale compressed air energy storage". Energy Conversion and Management 118 (2016) 377–386, la única tecnología que tiene la capacidad de alcanzar los 400 USD / kW por potencia instalada es el enfoque de "presa virtual".

La "presa virtual" no es un concepto nuevo, éste se acuñó en 2011 en algunas publicaciones académicas, otro término utilizado en este sentido es el de "cabeza virtual".

Varios documentos de patentes sugieren soluciones similares usando presión de gas para almacenar energía, véase por ejemplo la patente US8359856 B2, titulada "Systems and methods for efficient pumping of high-pressure fluids for energy storage and recovery", describe un recipiente mecánico de montaje y/o almacenamiento que está acoplado de manera fluida a un aparato de circulación para recibir fluido de transferencia de calor presurizado desde una salida a una primera presión elevada, impulsando una presión del fluido de transferencia de calor a una segunda presión mayor que la primera presión y devolver el fluido de transferencia de calor a una entrada a una tercera presión.

El documento de patente US8037678 B2, titulado "Energy storage and generation systems and methods using coupled cylinder assemblies", describe un sistema para el almacenamiento y recuperación de energía a través de la expansión y compresión de un gas y que es adecuado para el uso eficiente y la conservación de recursos energéticos.

El documento de patente US7579700 B1, titulado “System and method for converting electrical energy into pressurized air and converting pressurized air into electricity”, describe un sistema para convertir la electricidad en aire a presión, y convertir el aire presurizado en electricidad. El sistema incluye un depósito de aire presurizado, dos tanques de alta presión, una bomba y un motor eléctrico convertible en una turbina hidráulica y un generador de electricidad, un volumen de agua igual al volumen de un tanque, un conjunto de válvulas controlables para conectar y desconectar independientemente cada tanque, a la atmósfera, a la entrada y salida de la bomba, y al depósito de aire. Durante el uso, se bombea un volumen de agua desde el primer tanque hacia el segundo tanque, el aire en el segundo tanque se comprime y fluye al depósito de aire. Cambiando la posición de las válvulas, la operación se repite con funciones opuestas de los tanques. En un modo de generación de electricidad, el sistema funciona transfiriendo aire presurizado desde el depósito de aire al primer tanque que está lleno de agua, fluyendo el agua a presión a través del generador de turbina hidráulica generando electricidad. La principal característica que separa dicha patente con la presente invención es el hecho de que la presión constante se gestiona mediante un mecanismo de control y no está sujeta a tamaños de depósito. Otra diferencia importante es que no se utiliza una bomba de líquido, sino que se genera la presión con un compresor externo.

Además, la presente invención no almacena energía en inmensas cavernas o grandes tanques artificiales para almacenar la presión; Se puede controlar la presión a través de medios artificiales; se minimiza el uso de la tierra; posee un enfoque de almacenamiento de energía distribuida, y por lo tanto sin una instalación de un tamaño monstruoso.

Lo anterior de acuerdo con la ley de Boyle. En efecto, si almacenamos aire a una presión $P = 2P_0$, entonces el volumen requerido disminuye linealmente, en comparación con el almacenamiento de este mismo aire en P_0. Esta capacidad de mantener la presión en tanques

artificiales que son extremadamente resistentes es lo que permite la posibilidad de tener 1 [MW] de energía en un área pequeña.

RESUMEN DE LA INVENCIÓN

La presente invención es un sistema y un método que utiliza un fluido de trabajo a presión, como aire comprimido, o aire líquido, es decir aire a temperatura criogénica que se almacena a presión atmosférica y que al ser inyectada a los estanques de líquido se calienta y aumenta su volumen entre 600 y 800 veces logrando generar de esta forma presión, para presurizar un tanque de líquido que a su vez acciona una turbina de líquido para producir energía eléctrica. El almacenamiento se realiza almacenando el fluido de trabajo a alta presión en recipientes pequeños de alta presión. Estos recipientes están disponibles en el mercado hoy en día. Pueden estar hechos de fibras de carbono, o aleaciones metálicas avanzadas, o cualquier material compuesto de alta resistencia.

De acuerdo con una modalidad, la presión es generada por un compresor, en las horas valle si se utiliza la energía de la red. Pero también puede ser proporcionada por otras fuentes de energía, tales como instalaciones fotovoltaicas, molinos de viento, etc.

También es posible considerar una planta que genera aire comprimido u otro gas a presión de sobra, se puede utilizar esta presión para accionar la presente invención mediante fuentes externas.

Por lo tanto, la presente invención puede almacenar energía en forma de presión. La presión se libera, cuando sea necesario, en un circuito de líquido que a su vez mueve una turbina de líquido. Pudiendo este líquido ser agua y el gas a presión puede ser aire o nitrógeno. En general el líquido es cualquier líquido que no sea miscible con el gas que proporciona la presión.

Según lo anterior un primer objetivo es proveer un sistema para almacenar y generar energía donde una presión, preferentemente de gas comprimido, es liberada en un circuito de

líquido que a su vez mueve una turbina de líquido para generar energía, que comprende un compresor; un tanque primario de alta presión; un primer tanque principal de líquido y un segundo tanque principal de líquido; un tanque auxiliar de líquido; una turbina de líquido ubicada entre los tanques principales primero y segundo y a nivel inferior del nivel del fondo de los tanques principales primero y segundo y tanque auxiliar, para asegurar que el fluido de trabajo a presión fuerce el líquido a través de la turbina y no en sentido contrario; una red de tuberías con sus respectivas válvulas, tanto válvulas de entrada, válvulas de salida, válvulas de control así como válvulas de ventilación; donde la operación se realiza en ciclos cortos y a presión constante por medio de un sistema de control que actúa sobre al menos una válvula reguladora de presión.

Como objetivo adicional se provee un método para almacenar y generar energía donde una presión, preferentemente de gas comprimido, es liberada en un circuito de líquido que a su vez mueve una turbina de líquido para generar energía, que comprende las siguientes etapas:

a) proveer un sistema que comprende, opcionalmente, un compresor y un tanque primario de alta presión; además, comprende un primer tanque principal de líquido con un nivel predeterminado de líquido en su interior y un segundo tanque principal de líquido sin líquido en su interior; un tanque auxiliar de líquido con un nivel predeterminado de líquido en su interior; una turbina de líquido ubicada entre los tanques principales primero y segundo y a nivel inferior del nivel del fondo de los tanques principales primero y segundo y tanque auxiliar, para asegurar que el fluido de trabajo a presión fuerce el líquido a través de la turbina y no en sentido contrario; una red de tuberías con sus respectivas válvulas, tanto válvulas de entrada, válvulas de salida, válvulas de control así como válvulas de ventilación; donde la operación se realiza en ciclos cortos y a presión constante por medio de un sistema de control que actúa sobre al menos una válvula reguladora de presión;

b) opcionalmente, presurizar el tanque primario de alta presión por medio del compresor o almacenar un gas o mezcla de gases a temperatura criogénica, en caso de que el sistema comprenda dichos compresor y tanque primario de alta presión;

c) presurizar a una presión de operación o trabajo el primer tanque principal, el tanque auxiliar y la red de tuberías;

d) abrir la válvula de salida primer tanque principal-a-turbina, la válvula de entrada segundo tanque principal y la válvula de ventilación segundo tanque principal para que el líquido se desplace desde el primer tanque principal, a través de la válvula salida primer tanque principal-a-turbina, hasta la turbina y luego, a través de la válvula de entrada segundo tanque principal se descarga en el segundo tanque principal, mientras que la válvula de ventilación segundo tanque principal permite que el segundo tanque principal se llene sin aumentar la presión;

e) controlar la presión del primer tanque principal a través de una válvula control primer tanque principal que controla la presión a medida que disminuye el nivel del líquido, asegurando así, una presión de trabajo estable;

f) cerrar las válvulas de salida primer tanque principal-a-turbina, de entrada segundo tanque principal y de ventilación segundo tanque principal, y abrir la válvula de salida tanque auxiliar-a-turbina para permitir que el tanque auxiliar alimente a la turbina, durante la transición desde un modo de descarga a otro, mientras se inicia un nuevo ciclo de operación;

g) abrir la válvula de ventilación primer tanque principal y presurizar el segundo tanque principal a la presión de operación por medio de una válvula de control segundo tanque principal;

h) abrir la válvula de entrada primer tanque principal para que el flujo pueda ser descargado en el primer tanque principal que ya está ventilando o ya se encuentra a presión atmosférica;

i) abrir la válvula de ventilación tanque auxiliar para ventilar la presión desde el tanque auxiliar vaciado y cerrar la válvula de salida tanque auxiliar-a-turbina;

j) abrir la válvula de salida segundo tanque principal-a-turbina para alimentar la turbina desde el líquido proveniente de la descarga del segundo tanque principal;

k) cerrar la válvula de salida primer tanque principal-a-tanque auxiliar cuando el tanque auxiliar esté con nivel de líquido predeterminado de la etapa a), donde esta condición se da cuando el nivel de líquido del primer tanque principal ha alcanzado el nivel necesario para permitir que el líquido ingrese en el tanque auxiliar, por ejemplo, por gravedad;

l) controlar la presión del segundo tanque principal a través de la válvula de control segundo tanque principal que controla la presión a medida que disminuye el nivel del líquido, asegurando así, una presión de trabajo estable; y

m) cerrar todas las válvulas abiertas y comenzar las etapas desde la etapa d) hasta la etapa m).

De acuerdo con una modalidad de la invención el sistema de control que actúa sobre al menos una válvula reguladora de presión, manteniendo control sobre la presión de trabajo de todo el sistema, también actúa sobre el control de los otros componentes del sistema como las válvulas de entrada, salida, ventilación y control, en donde dicho sistema de control se encuentra configurado para ejecutar el método de la invención.

Por otra parte, si bien la invención contempla la implementación de actuadores y sensores de nivel y/o presión, entre otros, como parte del sistema de control propuesto, el empleo de dichos componentes no deberá ser considerado como una restricción a la invención, toda vez que el uso de los mismos es usual en el campo técnico de la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA FIGURAS

La figura 1 muestra un esquema general del sistema de la presente invención.

La figura 2 muestra un esquema de funcionamiento, donde el sistema de la presente invención está listo para comenzar a generar energía.

La figura 3 muestra el sistema de la presente invención donde se ha vaciado el primer tanque principal, el tanque auxiliar tiene que asumir la generación de energía mientras que el primer tanque principal y el segundo tanque principal están preparados para invertir el flujo.

La figura 4 muestra el sistema de la presente invención donde el tanque auxiliar se ha vaciado y el segundo tanque principal se ha llenado.

La figura 5 muestra una etapa intermedia de funcionamiento donde una vez que el nivel de líquido en el primer tanque principal es lo suficientemente alto, el líquido llenará el tanque auxiliar. Cuando esta etapa ha finalizado, el sistema estará en la configuración de inicio mostrada en la figura 2.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

La presente invención tiene dos partes principales que interaccionan. Por un lado tenemos un fluido de trabajo a presión, por ejemplo un gas, y por el otro tenemos un líquido. Por lo tanto, la presente invención es un sistema y un método que utiliza un fluido de trabajo a presión, como un gas comprimido (por ejemplo aire), para presurizar tanques de líquido (por ejemplo agua) que a su vez accionan una turbina de líquido para producir energía eléctrica. Sin embargo, la cuestión más relevante para la producción eficiente de energía es la capacidad de mantener una presión constante. La presión se monitorea con sensores de presión y si se necesita más presión en el sistema a medida que se descarga el líquido, el sistema de control puede reaccionar y mantener las condiciones de trabajo deseadas por medio de la actuación de la al menos una válvula reguladora de presión que proporciona la presión de trabajo al sistema.

Los tanques que contienen líquido son pequeños. Esto significa que para tiempos de funcionamiento prolongados el sistema puede funcionar en ciclos.

Como se muestra en la figura 1, el sistema comprende dos tanques o depósitos de líquido, un primer tanque principal (10) y un segundo tanque principal (20) y, adicionalmente, al menos un tanque auxiliar (30) de líquido que funciona entre ciclos, para dar al sistema tiempo para reiniciar el ciclo sin pérdida de generación de energía. Una configuración alternativa del sistema es con tres tanques principales o depósitos de líquido, eliminando así el tanque auxiliar.

El sistema además puede comprender un tanque primario (50), que corresponde a un recipiente de alta presión con una presión comprendida entre 30 y 300 [bar]. Este tanque primario (50) alimenta una línea de presión primaria que está funcionando a una presión más baja, por ejemplo 8 [bar]. Esta presión no excluye otras presiones de trabajo tanto mayores como menores.

Tomando como presión de referencia 8 [bar] y agua como el líquido de referencia, la presión es suministrada por una unidad compresora (60), opcionalmente. Si existe una presión derivada de otros procesos esta presión se puede utilizar para generar electricidad, así el compresor mostrado no sería necesario.

Esta presión de 8 [bar] está conectada, por tuberías y al menos una válvula reguladora de presión a los tanques principales primero (10) y segundo (20) con una válvula de control primer tanque principal (VC_{10}) y una válvula de control segundo tanque principal (VC_{20}), y también al tanque auxiliar (30) a través de una válvula de control tanque auxiliar (VC_{30}). Tanto las entradas de líquido como las salidas de líquido entre los tanques principales primero (10) y segundo (20), tanque auxiliar (30) y a una turbina (40) tienen sus propias válvulas, las que están controladas por un sistema electrónico (no mostrado).

Todos los tanques de líquido (10, 20, 30) están conectados en su parte inferior por tuberías a la turbina (40). De esta manera se asegura que el fluido de trabajo a presión forzará el líquido a través de la turbina (40) y no en sentido contrario.

Hay una segunda tubería después de la turbina (40) para permitir que el flujo pase del primer tanque principal (10), a través de la apertura de una válvula de entrada primer tanque principal (VE_{10}), al segundo tanque principal (20) a través de la apertura de una válvula de entrada segundo tanque principal (VE_{20}) o en orden inverso.

Cada uno de los tanques de líquido (10, 20, 30) tiene una válvula de ventilación (VS_{10At}, VS_{20At}, VS_{30At}) que conecta el interior con el exterior, logrando así establecer una presión atmosférica. Dichas válvulas también son controladas por un sistema electrónico (no mostrado).

El tanque auxiliar (30) es pequeño comparado con el primer tanque principal (10) y el segundo tanque principal (20). El propósito del tanque auxiliar (30) es funcionar en forma intermitente, por ejemplo durante 20 a 40 segundos, mientras el sistema está cambiando de operar en una dirección o en la dirección inversa. El tanque auxiliar (30) sólo puede omitirse si hay una forma alternativa de gestionar el tiempo de parada en la maniobra de conmutación. Una forma sería operar el sistema con 3 tanques principales, sin un tanque auxiliar.

El tamaño de los tanques principales primero (10) y segundo (20) determina el tiempo de ciclo. Si se desea operar el primer tanque principal (10) o el segundo tanque principal (20) por 3 minutos, entonces los tanques principales tienen un tamaño dado. Si este tiempo es más adecuado para ser de 6 minutos, entonces los tanques principales tienen que ser redimensionados a esa capacidad.

El tiempo de funcionamiento total se fija por la presión y el tamaño del tanque primario (50) de alta presión o por la presión y flujo del fluido de trabajo a presión. De acuerdo con una modalidad, se estima que este sistema puede producir 1 [MW] durante 4 horas utilizando tan solo 200 m^2 de terreno. El uso del suelo puede reducirse si los tanques se hacen más altos.

De acuerdo con una modalidad, el tanque primario (50) de alta presión se presuriza por medio de un compresor (60) a través de energía solar, o energía de bajo costo desde la red, o cualquier otra forma conveniente. Puede también ser presurizado por medio de compresores no

convencionales. De acuerdo con otra modalidad, el tanque primario (50) posee una válvula reguladora de presión del tanque primario (VC_{50}), para el control de la presión de trabajo que entrega dicho tanque a todo el sistema.

El primer tanque principal (10) se carga con líquido al igual que el tanque auxiliar (30), mientras que la presión se fija en, por ejemplo, 8 [bar] a través de la o las válvulas reguladoras de presión. La válvula de salida primer tanque principal-a-turbina (VS_{10-40}) se abre y también se abre la válvula de entrada segundo tanque principal (VE_{20}) que pasa a través de la turbina (40), en donde el segundo tanque principal (20) opera como tanque de descarga. La válvula de ventilación segundo tanque principal (VS_{20At}) se abre, teniendo así la presión atmosférica en el segundo tanque principal (20).

Para la duración de la descarga, los únicos elementos de trabajo son el control de presión en el primer tanque principal (10), manteniendo una presión de trabajo constante.

Cuando el primer tanque principal (10) se acerca a su límite inferior, la válvula de salida primer tanque principal-a-turbina (VS_{10-40}) se cierra y el tanque auxiliar (30) asume el control, donde la válvula de salida tanque auxiliar-a-turbina (VS_{30-40}) se abre. Esto crea una ventana de tiempo, y todavía se genera energía. Durante esta ventana, el primer tanque principal (10) se ventila a presión atmosférica, abriendo la válvula de ventilación primer tanque principal (VS_{10At}), mientras que el segundo tanque principal (20) se presuriza, por ejemplo, a 8 [bar].

Cuando el tanque auxiliar (30) alcanza su nivel más bajo, las válvulas de salida segundo tanque principal-a-turbina (VS_{20-40}) y de entrada primer tanque principal (VE_{10}) se abren para que el flujo del segundo tanque principal (20) pase por la turbina (40) y se descargue en el primer tanque principal (10). Junto con eso se cierra la válvula de salida tanque auxiliar-a-turbina (VS_{30-40}) para que el tanque auxiliar (30) también se recargue con líquido y presión, para el próximo evento cíclico.

Para reducir las pérdidas durante la transición desde un modo de descarga a otro, el tanque auxiliar (30) puede ajustarse a una presión ligeramente superior. Esto compensa las eventuales pérdidas generadas por la conmutación. De acuerdo con una modalidad, también se fuerza al tanque auxiliar (30) a descargar líquido en el primer tanque principal (10) que está bajando la presión, pero que aún no ha alcanzado la presión atmosférica.

En la figura 2 se muestra el estado del sistema cuando está listo para comenzar a generar energía. El primer tanque principal (10) y el tanque auxiliar (30) están llenos de líquido, por ejemplo, agua. Ambos están a la presión de trabajo. La presión es proporcionada a través de la conexión de tuberías que llegan a la parte superior de cada tanque, mientras que la válvula de salida primer tanque principal-a-turbina ($VS_{10\text{-}40}$), la válvula de entrada segundo tanque principal (VE_{20}) que pasa a través de la turbina (40) y la válvula de ventilación segundo tanque principal (VS_{20At}) están abiertas. Todas las otras válvulas están cerradas. El líquido va desde el primer tanque principal (10), a través de la válvula de salida primer tanque principal-a-turbina ($VS_{10\text{-}40}$), hasta la turbina (40). Luego, a través de la válvula de entrada segundo tanque principal (VE_{20}) se descarga en el segundo tanque principal (20). La válvula de ventilación segundo tanque principal (VS_{20At}) permanece abierta. Esto permite que el segundo tanque principal (20) se llene sin aumentar la presión. El primer tanque principal (10) posee una válvula de control (VC_{10}) que controla la presión a medida que disminuye el nivel del líquido, asegurando así, una presión de trabajo estable. El trayecto recorrido del líquido esta mostrado en la figura 2 mediante un trazado más grueso de las cañerías que conectan los diversos componentes.

Como se muestra en la figura 3, el sistema de la presente invención ha vaciado el primer tanque principal (10). Ahora el tanque auxiliar (30) tiene que asumir la generación de energía mientras que el primer tanque principal (10) y el segundo tanque principal (20) están preparados para invertir el flujo. Todas las válvulas están cerradas. La válvula de ventilación primer tanque principal (VS_{10At}) está abierta para permitir que la presión en el primer tanque principal (10) se

iguale a la atmosférica, la válvula de salida tanque auxiliar-a-turbina (VS_{30-40}) está abierta para permitir que el tanque auxiliar (30) alimente a la turbina (40). La válvula de entrada primer tanque principal (VE_{10}) está abierta para que el flujo pueda ser descargado en el primer tanque principal (10) que ya está en proceso de ventilado. La válvula de control segundo tanque principal (VC_{20}) está abierta para aumentar la presión en el segundo tanque principal (20). El trayecto recorrido del líquido esta mostrado en la figura 3 mediante un trazado más grueso de las cañerías que conectan los diversos componentes.

En la figura 4, el tanque auxiliar (30) se ha vaciado, y el líquido ya se ha depositado en el primer tanque principal (10). La válvula de ventilación primer tanque principal (VS_{10At}) permanece abierta para permitir la descarga del líquido desde el segundo tanque principal (20) sin generar presión dentro del primer tanque principal (10). La válvula de salida primer tanque principal-a-tanque auxiliar (VS_{10-30}) está abierta para ventilar la presión desde el tanque auxiliar (30), ésta permanece abierta para llenar el tanque auxiliar (30) con líquido cuando el nivel de líquido en el primer tanque principal (10) haya alcanzado el nivel necesario para permitir que el líquido ingrese en el tanque auxiliar (30), en este ejemplo por gravedad. La válvula de salida segundo tanque principal-a-turbina (VS_{20-40}) está abierta para alimentar la turbina (40), la válvula de entrada primer tanque principal (VE_{10}) permanece abierta para permitir que el flujo se descargue en el primer tanque principal (10). La válvula de control segundo tanque principal (VC_{20}) proporciona la presión necesaria al segundo tanque principal (20) a medida que disminuye el nivel de líquido. Esto permite que el segundo tanque principal (20) tenga una condición de presión estable. El trayecto recorrido del líquido está mostrado en la figura 4 mediante un trazado más grueso de las cañerías que conectan los diversos componentes. En caso de detectar una sobre presión en el tanque auxiliar (30) la válvula de ventilación tanque auxiliar (VS_{30At}) se puede abrir para descargar esta sobre presión.

La figura 5 muestra el llenado parcial del primer tanque principal (10) y llenado del tanque auxiliar (30). El paso intermedio mostrado en la figura 5 es el hecho de que una vez que el nivel de líquido en el primer tanque principal (10) es lo suficientemente alto, el líquido llena el tanque auxiliar (30). La válvula de ventilación tanque auxiliar (VS_{30At}) se abre para permitir llenado del tanque auxiliar (30). Cuando esta etapa finaliza, el sistema está en la configuración de inicio mostrada en la figura 2. El trayecto recorrido del líquido esta mostrado en la figura 5 mediante un trazado más grueso de las cañerías que conectan los diversos componentes.

Se pueden realizar mejoras adicionales para retener parte de la presión que se ventila en la descarga a la atmósfera. Esta pérdida de energía representa del 9 al 15% dependiendo de la presión de trabajo en la que está funcionando el sistema de la presente invención.

EJEMPLO DE APLICACIÓN

Si se desea generar energía con una turbina Francis que produce 1,2 [MW], con una columna de agua de 60 [m], un caudal 1,24 [m^3/s], con tanques principales primero y segundo de líquido, en este caso agua, que contienen 350 [m^3] cada uno, con un tanque auxiliar de 25 [m^3], con una duración de 4 horas, entonces se necesita una presión de trabajo de 8 [bar], el tiempo de descarga del primer tanque principal (10) al segundo tanque principal (20) es de aproximadamente 4,5 minutos. El tanque auxiliar (30) proporciona una ventana de 20 segundos para hacer la conmutación. Para funcionar durante 4 horas se necesita de aproximadamente 54 ciclos.

Si se desea almacenar la presión a 100 [bar], se necesita un tanque primario (50) de alta presión de aproximadamente 1000 [m^3]. Si se almacena la presión a 200 [bar], se necesita un tanque primario (50) de alta presión de aproximadamente 535 [m^3]. El tanque primario (50) de alta presión preferentemente posee una forma cilíndrica de aproximadamente 10 metros de altitud y un radio de 4 metros.

La presente invención se puede usar para almacenar energía y producir electricidad bajo demanda. Además, se ha presentado un objetivo de uso de la tierra y de potencia.

LISTA DE REFERENCIAS

10	Primer tanque principal
20	Segundo tanque principal
30	Tanque auxiliar
40	Turbina
50	Tanque primario
60	Compresor
VS_{10At}	Válvula de ventilación primer tanque principal
VS_{20At}	Válvula de ventilación segundo tanque principal
VS_{30At}	Válvula de ventilación tanque auxiliar
VC_{10}	Válvula de control primer tanque principal
VC_{20}	Válvula de control segundo tanque principal
VC_{30}	Válvula de control tanque auxiliar
VC_{50}	Válvula reguladora de presión tanque primario
VS_{10-30}	Válvula de salida primer tanque principal-a-tanque auxiliar
VS_{10-40}	Válvula de salida primer tanque principal-a-turbina
VS_{20-40}	Válvula de salida segundo tanque principal-a-turbina
VS_{30-40}	Válvula de salida tanque auxiliar-a-turbina
VE_{10}	Válvula de entrada primer tanque principal
VE_{20}	Válvula de entrada segundo tanque principal

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para almacenar y generar energía, donde una presión generada por un fluido de trabajo es liberada en un circuito de líquido que a su vez mueve una turbina de líquido para generar energía, CARACTERIZADO porque el sistema comprende:

un primer tanque principal (10) de líquido;

un segundo tanque principal (20) de líquido;

un tanque auxiliar (30) de líquido;

una turbina (40) de líquido ubicada entre los tanques principales primero (10) y segundo (20), y a nivel inferior del nivel del fondo de los tanques principales primero (10) y segundo (20) y del tanque auxiliar (30), para asegurar que la presión al interior de los tanques fuerce el líquido a través de la turbina (40) y no en sentido contrario; y

una red de tuberías con sus respectivas válvulas, tanto válvulas de entrada, válvulas de salida, válvulas de control así como válvulas de ventilación;

en donde la operación se realiza en ciclos cortos y a presión de trabajo constante por medio de un sistema de control que actúa sobre al menos una válvula reguladora de presión, que proporciona la presión de trabajo del sistema.

2. El sistema para almacenar y generar energía según la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque la presión al interior de los tanques es generada por aire comprimido.

3. El sistema para almacenar y generar energía según la reivindicación 2, CARACTERIZADO porque además comprende un compresor (60) y un tanque primario (50) de alta presión, para la producción del aire comprimido.

4. El sistema para almacenar y generar energía según la reivindicación 2, CARACTERIZADO porque el aire comprimido es suministrado por remanentes de aire comprimido de fuentes externas.

5. El sistema para almacenar y generar energía según la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque la presión al interior de los tanques es generada por un líquido criogénico que, al ser inyectado a los tanques, se calienta y expande, generando presión.

6. El sistema para almacenar y generar energía según la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque las respectivas válvulas de dicha red de tuberías se abren o se cierran para permitir el desplazamiento de caudal de líquido entre el primer tanque principal (10) y el segundo tanque principal (20) a través de la turbina (40).

7. El sistema para almacenar y generar energía según la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque dicho tanque auxiliar (30) solo funciona mientras el sistema está cambiando de operar en una dirección o en la dirección inversa, para el trasvasije de líquido entre el primer tanque principal (10) y segundo tanque principal (20).

8. El sistema para almacenar y generar energía según la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque se debe llenar el primer tanque principal (10) y el tanque auxiliar (30) con una cantidad predeterminada de líquido, mientras que el segundo tanque principal (20) se deja sin líquido.

9. El sistema para almacenar y generar energía según la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque el líquido es cualquier líquido que no sea miscible con el fluido de trabajo que proporciona la presión.

10. El sistema para almacenar y generar energía según la reivindicación 9, CARACTERIZADO porque el líquido es agua y el fluido de trabajo es aire gaseoso.

11. El sistema para almacenar y generar energía según la reivindicación 9, CARACTERIZADO porque el líquido es agua y el fluido de trabajo es nitrógeno gaseoso.

12. El sistema para almacenar y generar energía según la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque el sistema de control actúa sobre las válvulas de entrada, válvulas de salida, válvulas de control y válvulas de ventilación.

13. Un método para almacenar y generar energía, donde una presión generada por un fluido de trabajo es liberada en un circuito de líquido que a su vez mueve una turbina de líquido para generar energía, CARACTERIZADO porque comprende las siguientes etapas:

a) proveer un sistema que comprende un primer tanque principal (10) de líquido con un nivel predeterminado de líquido en su interior y un segundo tanque principal (20) de líquido sin líquido en su interior; un tanque auxiliar (30) de líquido con un nivel predeterminado de líquido en su interior; una turbina (40) de líquido ubicada entre los tanques principales primero (10) y segundo (20), y a nivel inferior del nivel del fondo de los tanques principales primero (10) y segundo (20) y del tanque auxiliar (30), para asegurar que el fluido de trabajo fuerce el líquido a través de la turbina (40) y no en sentido contrario, una red de tuberías con sus

respectivas válvulas, tanto válvulas de entrada, válvulas de salida, válvulas de control así como válvulas de ventilación; donde la operación se realiza en ciclos cortos y a presión constante por medio de un sistema de control que actúa sobre al menos una válvula reguladora de presión;

b) presurizar a una presión de operación el primer tanque principal (10), el tanque auxiliar (30) y la red de tuberías;

c) abrir la válvula de salida primer tanque principal-a-turbina ($VS_{10\text{-}40}$), la válvula de entrada segundo tanque principal (VE_{20}) y la válvula de ventilación segundo tanque principal (VS_{20At}) para que el líquido se desplace desde el primer tanque principal (10), a través de la válvula salida primer tanque principal-a-turbina ($VS_{10\text{-}40}$), hasta la turbina (40) y luego, a través de la válvula de entrada segundo tanque principal (VE_{20}) se descarga en el segundo tanque principal (20), mientras que la válvula de ventilación segundo tanque principal (VS_{20At}) permite que el segundo tanque principal (20) se llene sin aumentar la presión;

d) controlar la presión del primer tanque principal (10) a través de una válvula control primer tanque principal (VC_{10}) que controla la presión a medida que disminuye el nivel del líquido, asegurando así, una presión de trabajo estable;

e) cerrar la válvula de salida primer tanque principal-a-turbina ($VS_{10\text{-}40}$), la válvula de entrada segundo tanque principal (VE_{20}) y la válvula de ventilación segundo tanque principal (VS_{20At}) y abrir la válvula de salida tanque auxiliar-a-turbina ($VS_{30\text{-}40}$) para permitir que el tanque auxiliar (30) alimente a la turbina (40), durante la transición desde un modo de descarga a otro, mientras se inicia un nuevo ciclo de operación;

f) abrir la válvula de ventilación primer tanque principal (VC_{10At}) y presurizar el segundo tanque principal (20) a la presión de operación por medio de una válvula de control segundo tanque principal (VC_{20});

g) abrir la válvula de entrada primer tanque principal (VE_{10}) para que el flujo pueda ser descargado en el primer tanque principal (10) que ya está ventilando o ya se encuentra a presión atmosférica;

h) abrir la válvula de ventilación tanque auxiliar (VS_{30At}) para ventilar la presión desde el tanque auxiliar (30) vaciado y cerrar la válvula de salida tanque auxiliar-a-turbina (VS_{30-40});

i) abrir la válvula de salida segundo tanque principal-a-turbina (VS_{20-40}) para alimentar la turbina (40) desde el líquido proveniente de la descarga del segundo tanque principal (20);

j) cerrar la válvula de salida primer tanque principal-a-tanque auxiliar (VS_{10-30}) cuando el tanque auxiliar (30) esté con nivel de líquido predeterminado de la etapa a), donde esta condición se da cuando el nivel de líquido del primer tanque principal (10) ha alcanzado el nivel necesario para permitir que el agua ingrese en el tanque auxiliar (30) por gravedad;

k) controlar la presión del segundo tanque principal (20) a través de la válvula de control segundo tanque principal (VC_{20}) que controla la presión a medida que disminuye el nivel del líquido, asegurando así, una presión de trabajo estable; y

l) cerrar todas las válvulas abiertas y comenzar las etapas desde la etapa d) hasta la etapa l).

14. El método para almacenar y generar energía según la reivindicación 13, CARACTERIZADO porque además comprende presurizar un tanque primario (50) de alta presión por medio de un compresor (60), o almacenar un gas o mezcla de gases a temperatura criogénica, antes de la etapa b).

15. El método para almacenar y generar energía según la reivindicación 13, CARACTERIZADO porque el llenado del tanque auxiliar a su nivel predeterminado en la etapa a), de acuerdo a lo indicado en la etapa j), se realiza cuando el nivel de líquido del primer tanque principal (10) ha alcanzado el nivel necesario para permitir que el agua ingrese en el tanque auxiliar (30), por gravedad.

16. El método para almacenar y generar energía según la reivindicación 13, CARACTERIZADO el sistema de control está configurado para ejecutar las etapas b) a m).

REIVINDICACIONES MODIFICADAS
recibidas por la oficina Internacional el 29 January 2019 (29.01.2019)

1. Un sistema para almacenar y generar energía, donde una presión generada por un fluido de trabajo es liberada en un circuito de líquido que a su vez mueve una turbina de líquido para generar energía, CARACTERIZADO porque el sistema comprende:

un primer tanque principal (10) de líquido;

un segundo tanque principal (20) de líquido;

un tanque auxiliar (30) de líquido;

una turbina (40) de líquido ubicada entre los tanques principales primero (10) y segundo (20), y a nivel inferior del nivel del fondo de los tanques principales primero (10) y segundo (20) y del tanque auxiliar (30), para asegurar que la presión al interior de los tanques fuerce el líquido a través de la turbina (40) y no en sentido contrario; y

una red de tuberías con sus respectivas válvulas, tanto válvulas de entrada, válvulas de salida, válvulas de control así como válvulas de ventilación;

en donde la operación se realiza en ciclos cortos y a presión de trabajo constante por medio de un sistema de control que actúa sobre al menos una válvula reguladora de presión, que proporciona la presión de trabajo del sistema;

en donde dicho tanque auxiliar (30) solo funciona mientras el sistema está cambiando de operar en una dirección o en la dirección inversa, para el trasvasije de líquido entre el primer tanque principal (10) y segundo tanque principal (20).en donde el tanque auxiliar (30) alimente a la turbina (40) mientras se inicia un nuevo ciclo de operación.

2. El sistema para almacenar y generar energía según la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque la presión al interior de los tanques es generada por aire comprimido.

3. El sistema para almacenar y generar energía según la reivindicación 2, CARACTERIZADO porque además comprende un compresor (60) y un tanque primario (50) de alta presión, para la producción del aire comprimido.

4. El sistema para almacenar y generar energía según la reivindicación 2, CARACTERIZADO porque el aire comprimido es suministrado por remanentes de aire comprimido de fuentes externas.

5. El sistema para almacenar y generar energía según la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque la presión al interior de los tanques es generada por un líquido criogénico que, al ser inyectado a los tanques, se calienta y expande, generando presión.

6. El sistema para almacenar y generar energía según la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque las respectivas válvulas de dicha red de tuberías se abren o se cierran para permitir el desplazamiento de caudal de líquido entre el primer tanque principal (10) y el segundo tanque principal (20) a través de la turbina (40).

7. El sistema para almacenar y generar energía según la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque se debe llenar el primer tanque principal (10) y el tanque auxiliar (30) con una cantidad predeterminada de líquido, mientras que el segundo tanque principal (20) se deja sin líquido.

8. El sistema para almacenar y generar energía según la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque el líquido es cualquier líquido que no sea miscible con el fluido de trabajo que proporciona la presión.

9. El sistema para almacenar y generar energía según la reivindicación 8, CARACTERIZADO porque el líquido es agua y el fluido de trabajo es aire gaseoso.

10. El sistema para almacenar y generar energía según la reivindicación 8, CARACTERIZADO porque el líquido es agua y el fluido de trabajo es nitrógeno gaseoso.

11. El sistema para almacenar y generar energía según la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque el sistema de control actúa sobre las válvulas de entrada, válvulas de salida, válvulas de control y válvulas de ventilación.

12. Un método para almacenar y generar energía, donde una presión generada por un fluido de trabajo es liberada en un circuito de líquido que a su vez mueve una turbina de líquido para generar energía, CARACTERIZADO porque comprende las siguientes etapas:

a) proveer un sistema que comprende un primer tanque principal (10) de líquido con un nivel predeterminado de líquido en su interior y un segundo tanque principal (20) de líquido sin líquido en su interior; un tanque auxiliar (30) de líquido con un nivel predeterminado de líquido en su interior; una turbina (40) de líquido ubicada entre los tanques principales primero (10) y segundo (20), y a nivel inferior del nivel del fondo de los tanques principales primero (10) y segundo (20) y del tanque auxiliar (30), para asegurar que el fluido de trabajo fuerce el líquido a través de la turbina (40) y no en sentido contrario, una red de tuberías con sus respectivas válvulas, tanto válvulas de entrada, válvulas de salida, válvulas de control así como válvulas de ventilación; donde la operación se realiza en ciclos

cortos y a presión constante por medio de un sistema de control que actúa sobre al menos una válvula reguladora de presión;

b) presurizar a una presión de operación el primer tanque principal (10), el tanque auxiliar (30) y la red de tuberías;

c) abrir la válvula de salida primer tanque principal-a-turbina (VS_{10-40}), la válvula de entrada segundo tanque principal (VE_{20}) y la válvula de ventilación segundo tanque principal (VS_{20At}) para que el líquido se desplace desde el primer tanque principal (10), a través de la válvula salida primer tanque principal-a-turbina (VS_{10-40}), hasta la turbina (40) y luego, a través de la válvula de entrada segundo tanque principal (VE_{20}) se descarga en el segundo tanque principal (20), mientras que la válvula de ventilación segundo tanque principal (VS_{20At}) permite que el segundo tanque principal (20) se llene sin aumentar la presión;

d) controlar la presión del primer tanque principal (10) a través de una válvula control primer tanque principal (VC_{10}) que controla la presión a medida que disminuye el nivel del líquido, asegurando así, una presión de trabajo estable;

e) cerrar la válvula de salida primer tanque principal-a-turbina (VS_{10-40}), la válvula de entrada segundo tanque principal (VE_{20}) y la válvula de ventilación segundo tanque principal (VS_{20At}) y abrir la válvula de salida tanque auxiliar-a-turbina (VS_{30-40}) para permitir que el tanque auxiliar (30) alimente a la turbina (40), durante la transición desde un modo de descarga a otro, mientras se inicia un nuevo ciclo de operación;

f) abrir la válvula de ventilación primer tanque principal (VC_{10At}) y presurizar el segundo tanque principal (20) a la presión de operación por medio de una válvula de control segundo tanque principal (VC_{20});

g) abrir la válvula de entrada primer tanque principal (VE_{10}) para que el flujo pueda ser descargado en el primer tanque principal (10) que ya está ventilando o ya se encuentra a presión atmosférica;

h) abrir la válvula de ventilación tanque auxiliar (VS_{30At}) para ventilar la presión desde el tanque auxiliar (30) vaciado y cerrar la válvula de salida tanque auxiliar-a-turbina (VS_{30-40});

i) abrir la válvula de salida segundo tanque principal-a-turbina (VS_{20-40}) para alimentar la turbina (40) desde el líquido proveniente de la descarga del segundo tanque principal (20);

j) cerrar la válvula de salida primer tanque principal-a-tanque auxiliar (VS_{10-30}) cuando el tanque auxiliar (30) esté con nivel de líquido predeterminado de la etapa a), donde esta condición se da cuando el nivel de líquido del primer tanque principal (10) ha alcanzado el nivel necesario para permitir que el líquido ingrese en el tanque auxiliar (30) por gravedad;

k) controlar la presión del segundo tanque principal (20) a través de la válvula de control segundo tanque principal (VC_{20}) que controla la presión a medida que disminuye el nivel del líquido, asegurando así, una presión de trabajo estable; y

l) cerrar todas las válvulas abiertas y comenzar las etapas desde la etapa c) hasta la etapa l).

13. El método para almacenar y generar energía según la reivindicación 12, CARACTERIZADO porque además comprende presurizar un tanque primario (50) de alta presión por medio de un compresor (60), o almacenar un gas o mezcla de gases a temperatura criogénica, antes de la etapa b).

14. El método para almacenar y generar energía según la reivindicación 12, CARACTERIZADO porque el llenado del tanque auxiliar a su nivel predeterminado en la etapa a), de acuerdo a lo indicado en la etapa j), se realiza cuando el nivel de líquido del primer tanque principal (10) ha alcanzado el nivel necesario para permitir que el líquido ingrese en el tanque auxiliar (30), por gravedad.

15. El método para almacenar y generar energía según la reivindicación 12, CARACTERIZADO el sistema de control está configurado para ejecutar las etapas b) a l).

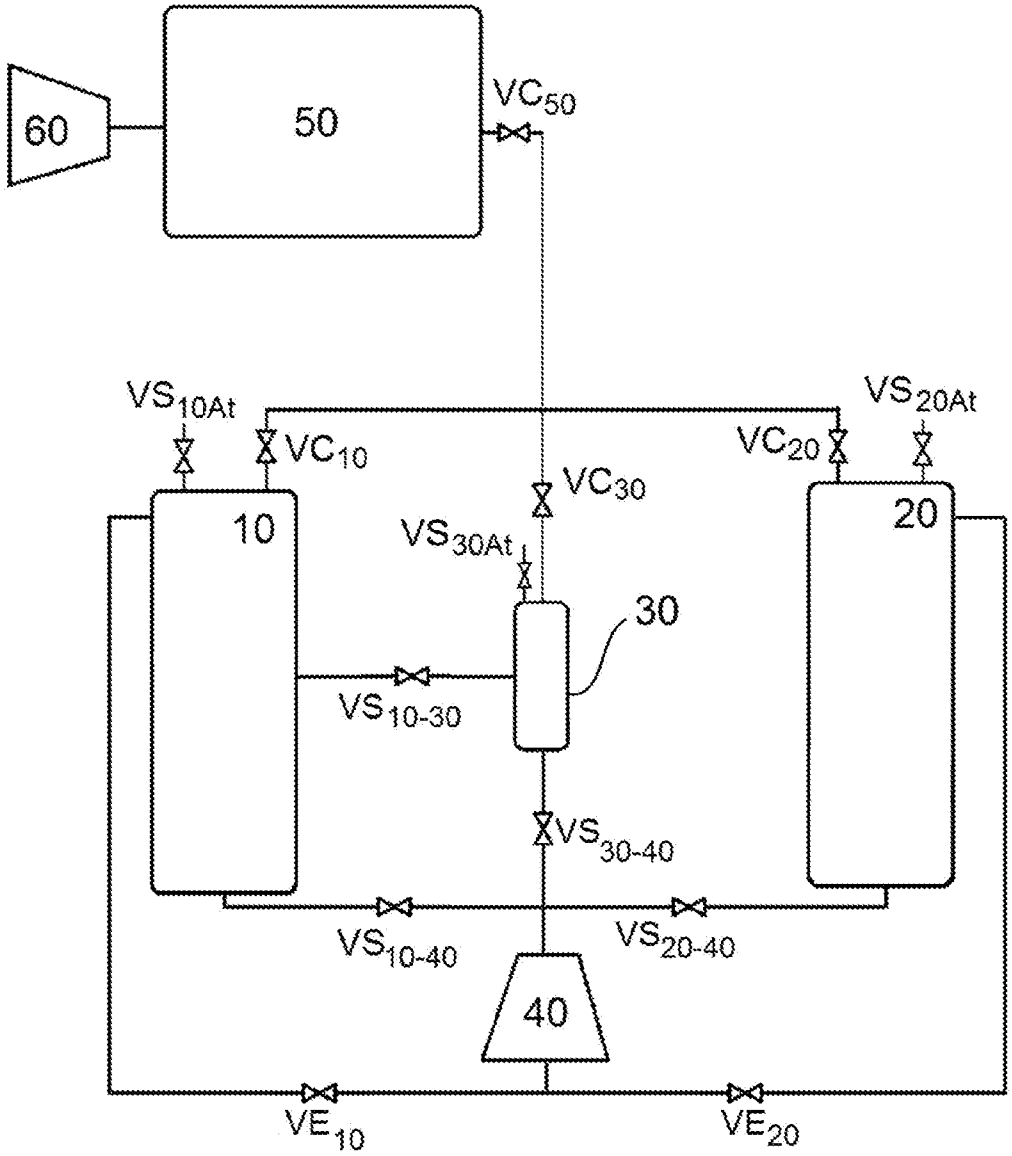

60
50
VC50
VS10At
VC10
VS20At
VC20
VC30
10
VS30At
20
30
VS10-30
VS30-40
VS10-40
VS20-40
40
VE10
VE20

FIG. 1

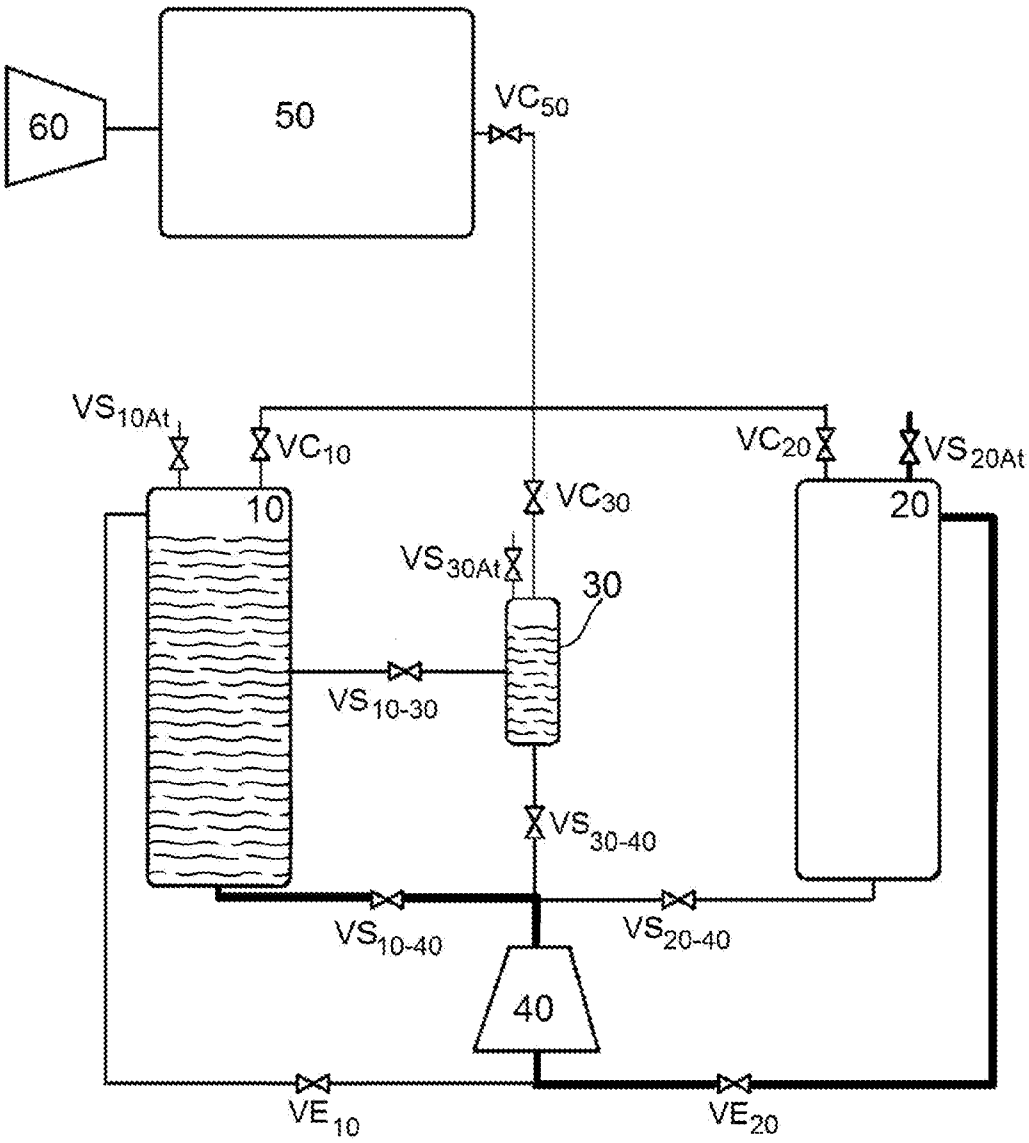

60
50
VC50
VS10At
VC10
VC20
VS20At
10
VC30
20
VS30At
30
VS10-30
VS30-40
VS10-40
VS20-40
40
VE10
VE20

FIG. 2

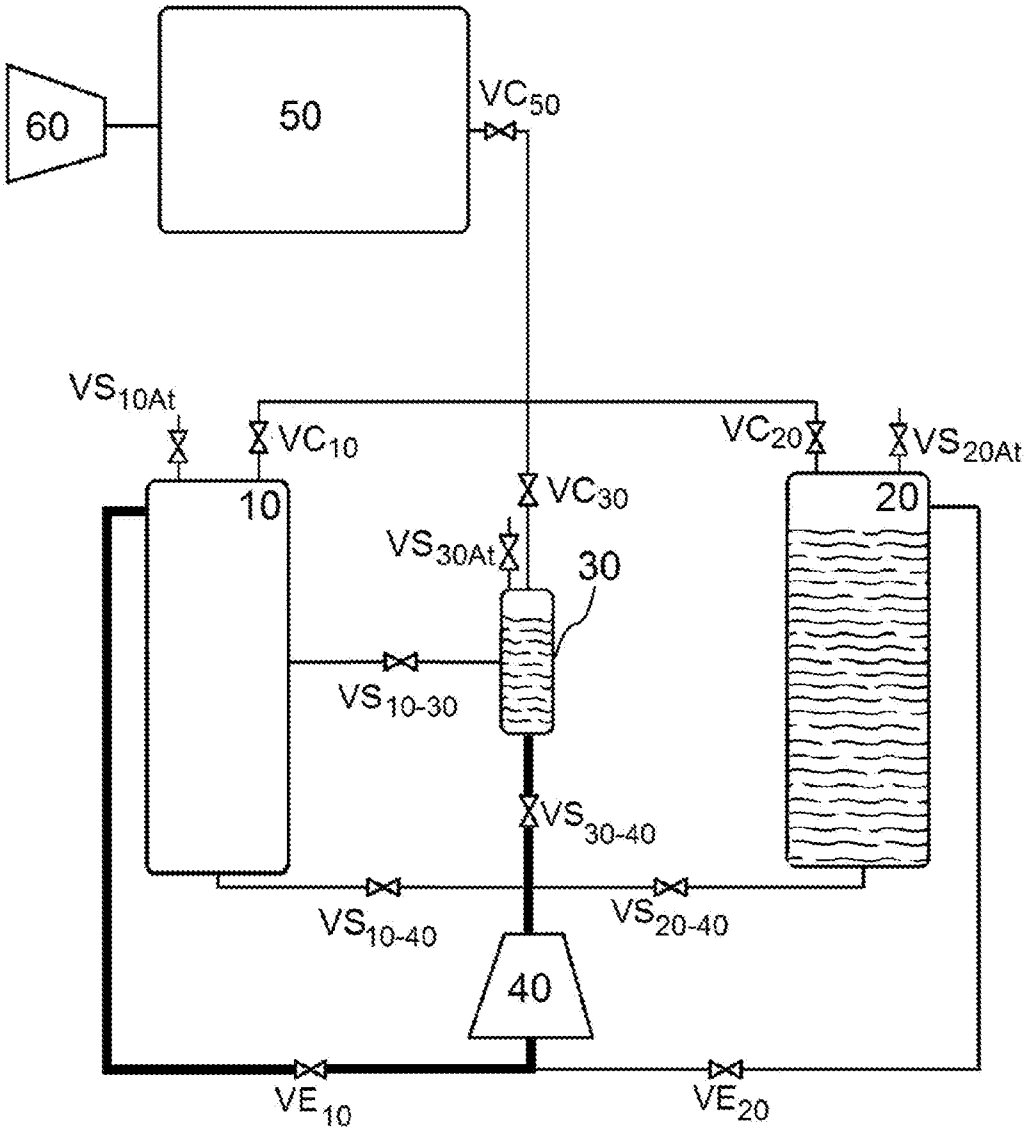

60
50
VC50
VS10At
VC10
VC20
VS20At
10
VC30
20
VS30At
30
VS10-30
VS30-40
VS10-40
VS20-40
40
VE10
VE20

FIG. 3

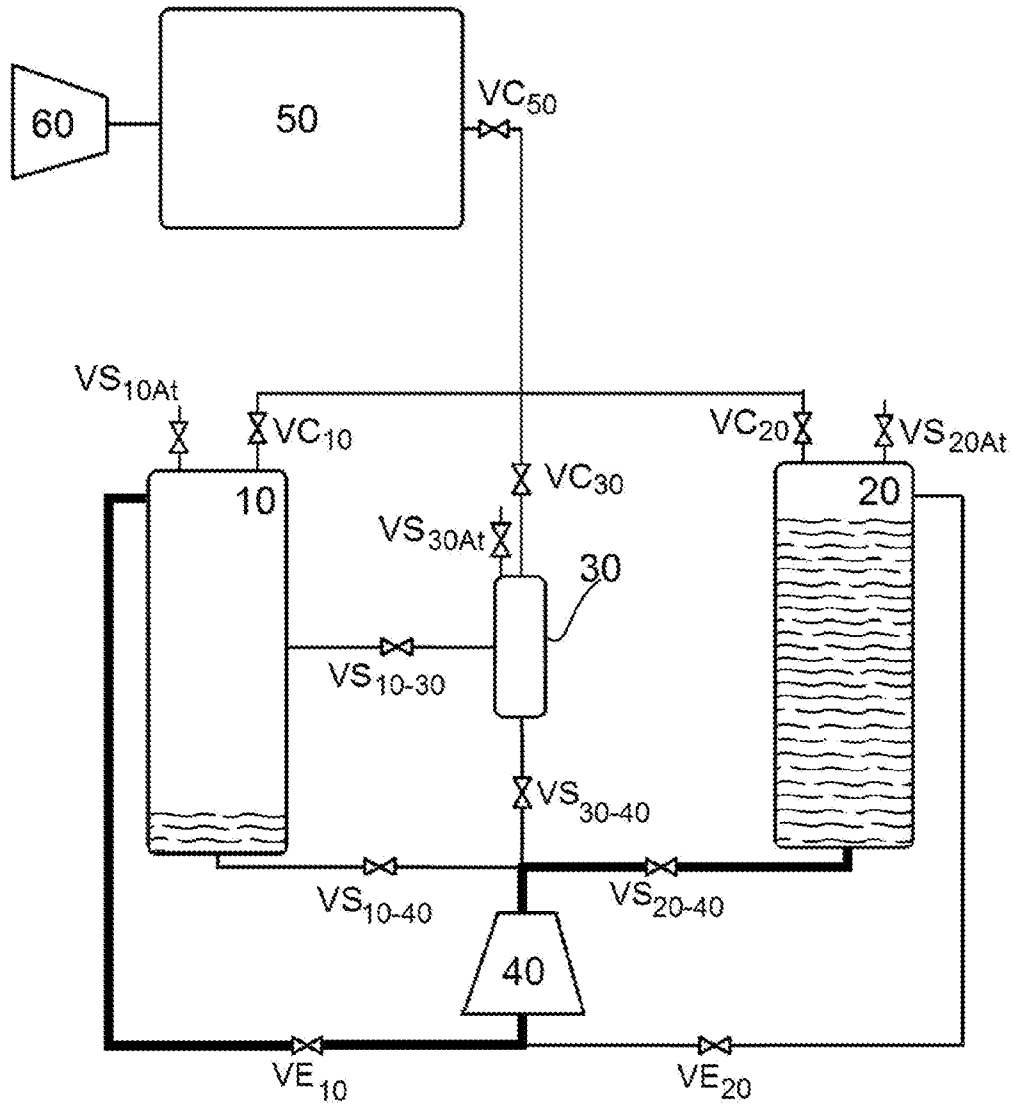

60
50
VC50
VS10At
VC10
VC20
VS20At
VC30
10
20
VS30At
30
VS10-30
VS30-40
VS10-40
VS20-40
40
VE10
VE20

FIG. 4

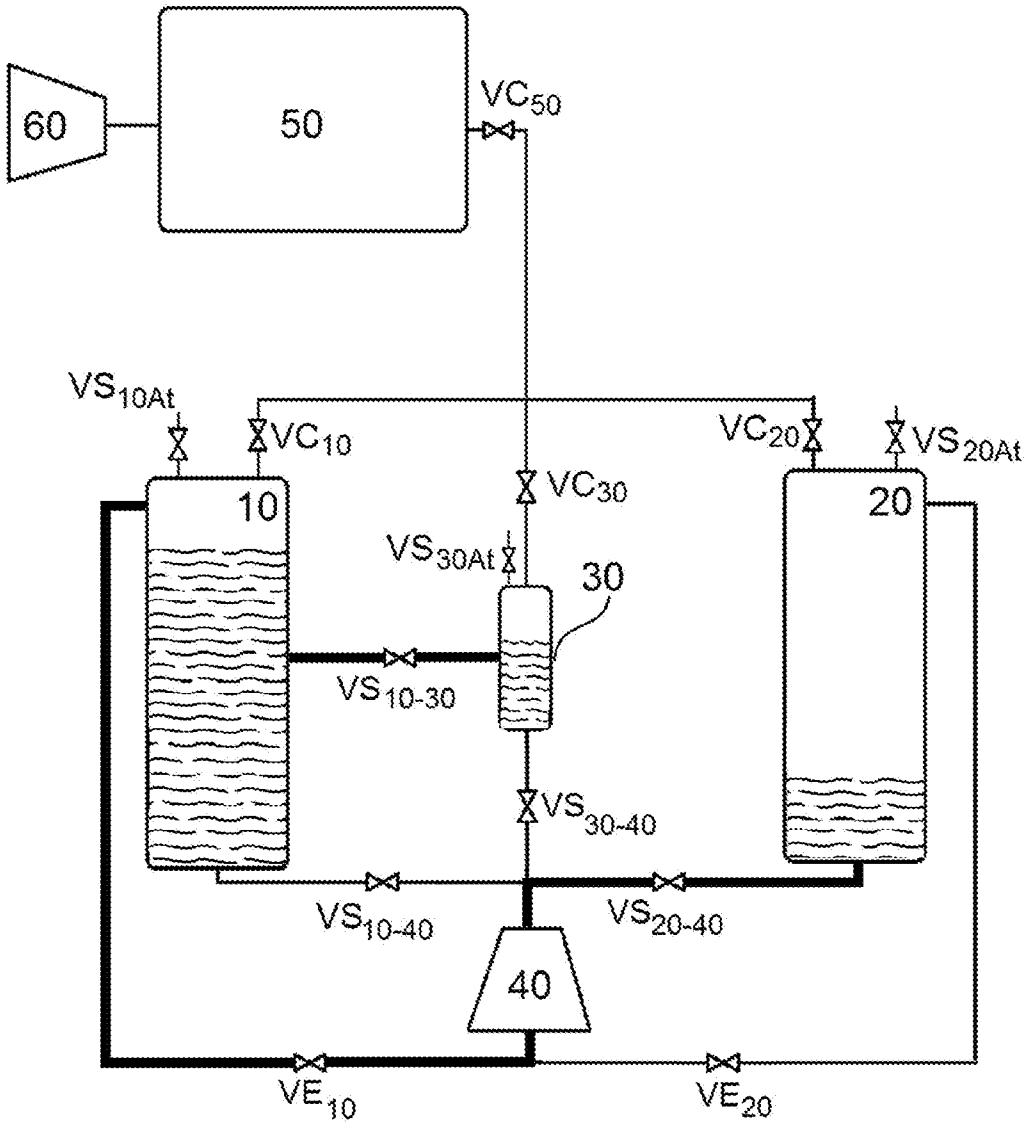

60
50
VC50
VS10At
VC10
VC20
VS20At
VC30
10
20
VS30At
30
VS10-30
VS30-40
VS10-40
VS20-40
40
VE10
VE20

FIG. 5

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional N°
PCT/CL 17/50055

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD
IPC(8) - F02B 13/00, F02B 63/00, F03G 7/00, F03G 7/04 (2018.01)
CPC - H02J 15/00, H02J 15/006, F03B 17/00, F03B 17/005
De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)
See Search History Document

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda
See Search History Document

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)
See Search History Document

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones N°
Y	US 2011/0288688 A1 (Lehan) 24 Noviembre 2011 (24.11.2011) todo el documento, especialmente Title, Abstract, figs 1-5, para[0018], [0020]-[0025], [0029]-[0032].	1-12
Y	US 6,672,054 B2 (Merswolke et al.) 6 Enero 2004 (06.01.2004) todo el documento, especialmente Title, Abstract, fig. 6, col 5, ln 29-55.	1-12
Y	US 2009/0282840 A1 (Chen et al.) 3 Diciembre 2009 (03.12.2009) todo el documento, especialmente Título, Resumen, fig.1, para[0110]-[0111].	5
Y	US 8,061,132 B2 (Fong et al.) 22 Noviembre 2011 (22.11.2011) todo el documento, especialmente Título, Resumen, figs. 1, col 2, ln 6-40,col 92, ln 25-44.	11
A	US 5,579,700 B1 (Meller) 25 Agosto 2009 (25.08.2009) todo el documento.	1-12
A	WO 2011/139171 A1 (Piskorz) 10 Noviembre 2011 (10.11.2011) todo el documento.	1-12
A	US 2008/0163618 A1 (Paul) 10 Julio 2008 (10.07.2008) todo el documento.	1-12

☐ En la continuación del Recuadro C se relacionan otros documentos ☐ Los documentos de familias de patentes se indican en el Anexo

* Categorías especiales de documentos citados:
"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.
"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.
"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).
"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.
"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.
"T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.
"X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.
"Y" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.
"&" documento que forma parte de la misma familia de patentes.

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.	Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional
31 Enero 2018	13 Abril 2018
Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional: US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 N° de fax Facsimile No. 571-273-8300	Funcionario autorizado Lee W. Young N° de teléfono

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional N°

PCT/CL 17/50055

Recuadro II Observaciones cuando se estime que algunas reivindicaciones no pueden ser objeto de búsqueda (continuación del punto 2 de la primera hoja)

Este informe de búsqueda internacional no se ha realizado en relación a ciertas reivindicaciones según el Artículo 17.2)a) por los siguientes motivos:

1. ☐ Las reivindicaciones N^{os}:
se refieren a un objeto con respecto al cual esta Administración no está obligada a proceder a la búsqueda, a saber:

2. ☐ Las reivindicaciones N^{os}:
se refieren a elementos de la solicitud internacional que no cumplen con los requisitos establecidos, de tal modo que no pueda efectuarse una búsqueda provechosa, concretamente:

3. ☐ Las reivindicaciones N^{os}:
son reivindicaciones dependientes y no están redactadas de conformidad con los párrafos segundo y tercero de la Regla 6.4.a).

Recuadro III Observaciones cuando falta unidad de invención (continuación del punto 3 de la primera hoja)

La Administración encargada de la búsqueda internacional ha detectado varias invenciones en la presente solicitud internacional, a saber:

1. ☐ Dado que todas las tasas adicionales requeridas han sido satisfechas por el solicitante dentro del plazo, el presente informe de búsqueda de tipo internacional comprende todas las reivindicaciones que pueden ser objeto de búsqueda.

2. ☐ Dado que todas las reivindicaciones que pueden ser objeto de búsqueda podrían serlo sin realizar un esfuerzo que justifique tasas adicionales, esta Administración no requirió el pago de tasas adicionales.

3. ☐ Dado que tan sólo una parte de las tasas adicionales requeridas ha sido satisfecha dentro del plazo por el solicitante, el presente informe de búsqueda de tipo internacional comprende solamente aquellas reivindicaciones respecto de las cuales han sido satisfechas las tasas, concretamente las reivindicaciones N^{os}:

4. ☒ Ninguna de las tasas adicionales requeridas ha sido satisfecha por el solicitante dentro de plazo. En consecuencia, el presente informe de búsqueda de tipo internacional se limita a la invención mencionada en primer término en las reivindicaciones, cubierta por las reivindicaciones N^{os}:

1-12

Indicación en cuanto a la protesta

☐ Se acompañó a las tasas adicionales la protesta del solicitante y, en su caso, el pago de una tasa de protesta.

☐ Se acompañó a las tasas adicionales la protesta del solicitante, pero la tasa de protesta aplicable no se pagó en el plazo establecido en el requerimiento.

☐ El pago de las tasas adicionales no ha sido acompañado de ninguna protesta.

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional N°

PCT/CL 17/50055

Recuadro III Observaciones cuando falta unidad de invención

La Administración encargada de la búsqueda internacional ha detectado varias invenciones en la presente solicitud internacional, a saber:

La presente solicitud contiene las siguientes invenciones o grupos de invenciones, que no se vinculan entre sí de tal manera que formen un solo concepto inventivo general de conformidad con la Regla 13.1 del Reglamento del PCT. Para poder examinar todas las invenciones, deberán abonarse las tasas adicionales de examen correspondientes.

Grupo I: Las reivindicaciones 1 a 12 se refieren a un sistema para almacenar y generar energía.

Grupo II: Las reivindicaciones 13 a 16 se refieren a un método para almacenar y generar energía.

Las invenciones citadas en los Grupos I y II no se refieren a un solo concepto inventivo general de conformidad con la Regla 13.1 del Reglamento del PCT, puesto que, en virtud de la Regla 13.2 del Reglamento del PCT, estas invenciones carecen de elementos técnicos particulares idénticos o correspondientes, por los siguientes motivos:

ELEMENTOS TÉCNICOS PARTICULARES

El Grupo II presenta los elementos técnicos particulares de un método que comprende los siguientes pasos:

a) proveer un sistema que comprende un primer tanque principal de líquido con un nivel predeterminado de líquido en su interior y un segundo tanque principal de líquido sin líquido en su interior; un tanque auxiliar de líquido con un nivel predeterminado de líquido en su interior; una turbina de líquido ubicada entre los tanques principales primero y segundo, y a un nivel inferior al nivel del fondo de los tanques principales primero y segundo y del tanque auxiliar, para asegurar que el fluido de trabajo fuerce el líquido a través de la turbina y no en sentido contrario; una red de tuberías con sus respectivas válvulas, a saber, válvulas de entrada, válvulas de salida, válvulas de control, así como válvulas de ventilación; donde la operación se realiza en ciclos cortos y a presión constante por medio de un sistema de control que actúa sobre al menos una válvula reguladora de presión;

b) presurizar a una presión de operación el primer tanque principal, el tanque auxiliar y la red de tuberías;

c) abrir la válvula de salida primer tanque principal-a-turbina, la válvula de entrada segundo tanque principal y la válvula de ventilación segundo tanque principal para que el líquido se desplace desde el primer tanque principal, a través de la válvula salida primer tanque principal-a-turbina, hasta la turbina y luego, a través de la válvula de entrada segundo tanque principal, se descargue en el segundo tanque principal, mientras la válvula de ventilación segundo tanque principal permite que el segundo tanque principal se llene sin aumentar la presión;

d) controlar la presión del primer tanque principal a través de una válvula de control primer tanque principal que controla la presión a medida que disminuye el nivel del líquido, asegurando así, una presión de trabajo estable;

e) cerrar la válvula de salida primer tanque principal-a-turbina, la válvula de entrada segundo tanque principal y la válvula de ventilación segundo tanque principal y abrir la válvula de salida tanque auxiliar-a-turbina para permitir que el tanque auxiliar alimente la turbina, durante la transición desde un modo de descarga a otro, mientras se inicia un nuevo ciclo de operación;

f) abrir la válvula de ventilación primer tanque principal y presurizar el segundo tanque principal a la presión de operación por medio de una válvula de control segundo tanque principal;

g) abrir la válvula de entrada primer tanque principal para que el flujo pueda ser descargado en el primer tanque principal que ya está ventilando o ya se encuentra a presión atmosférica;

h) abrir la válvula de ventilación tanque auxiliar para ventilar la presión desde el tanque auxiliar vaciado y cerrar la válvula de salida tanque auxiliar-a-turbina;

i) abrir la válvula de salida segundo tanque principal-a-turbina para alimentar la turbina desde el líquido proveniente de la descarga del segundo tanque principal;

j) cerrar la válvula de salida primer tanque principal-a-tanque auxiliar cuando el tanque auxiliar esté con el nivel de líquido predeterminado en la etapa a), donde esta condición se da cuando el nivel de líquido del primer tanque principal ha alcanzado el nivel necesario para permitir que el agua ingrese en el tanque auxiliar por gravedad;

k) controlar la presión del segundo tanque principal a través de la válvula de control segundo tanque principal que controla la presión a medida que disminuye el nivel del líquido, asegurando así, una presión de trabajo estable; y

l) cerrar todas las válvulas abiertas y comenzar las etapas desde la etapa c) hasta la l).

Estos elementos no son necesarios para el Grupo I.

ELEMENTOS TÉCNICOS COMUNES

El único elemento técnico particular que comparten los Grupos I y II es un sistema para almacenar y generar energía donde una presión generada por un fluido de trabajo es liberada en un circuito de líquido que a su vez mueve una turbina de líquido para generar energía, CARACTERIZADO porque el sistema comprende:
un primer tanque principal de líquido;
un segundo tanque principal de líquido;
un tanque auxiliar de líquido;
una turbina de líquido ubicada entre los tanques principales primero y segundo, y en un nivel inferior al nivel del fondo de los tanques principales primero y segundo y del tanque auxiliar, para asegurar que la presión en el interior de los tanques fuerce el líquido a través de la turbina y no en sentido contrario, y una red de tuberías con sus respectivas válvulas, a saber,

válvulas de entrada, válvulas de salida, válvulas de control, así como válvulas de ventilación; donde la operación se realiza en ciclos cortos y a presión de trabajo constante por medio de un sistema de control que actúa sobre al menos una válvula reguladora de presión, que proporciona la presión de trabajo del sistema, lo que no aporta contribución alguna respecto del estado de la técnica, puesto que resulta evidente a la luz del documento US20110288688A1, de Lehan, en combinación con el documento US6672054B2, de Merswolke et al. (en adelante "documento de Merswolke").

Además, los Grupos I y II se refieren a un sistema (Grupo I) y a un método para utilizar ese sistema (Grupo II), pero dicho sistema ya es conocido en la técnica, gracias a las divulgaciones de Lehan en combinación con las de Merswolke. Puesto que los elementos comunes son conocidos en la técnica, los grupos I y II carecen de unidad de invención.

En el documento de Lehan se da a conocer un sistema para almacenar y generar energía donde una presión generada por un fluido de trabajo es liberada en un circuito de líquido que a su vez mueve una turbina de líquido para generar energía (título; resumen; figs. 1 a 5), CARACTERIZADO porque el sistema comprende:
un primer tanque principal de líquido (110; fig.1; párr. [0018]);
un segundo tanque principal de líquido (120; fig.1; párr. [0018]);
un tanque auxiliar de líquido (en general 180; véase el párr. [0025]; donde se aporta un suministro de agua complementario proveniente del agua de lluvia acumulada para proporcionar agua de llenado y así controlar el nivel de agua en ambos tanques de agua 110, 120);
una turbina de líquido (150; fig.1; párr. [0018]; recuadro VIII), ubicada entre los tanques principales primero (110) y segundo (120) y a un nivel inferior al nivel del fondo de los tanques principales primero (110) y segundo (120) para asegurar que la presión en el interior de los tanques fuerce el líquido a través de la turbina (150) y no en sentido contrario (véanse los párr. [0024] a [0027], donde los tanques 110 y 120 reciben aire comprimido, y en combinación con varias válvulas de control se conduce el líquido a través de la turbina 150), y una red de tuberías (fig.1) con sus respectivas válvulas, a saber, válvulas de entrada (134, 135; fig.1), válvulas de salida (111, 121), válvulas de control (136, 132, 133), así como válvulas de ventilación (118, 128; fig.1); donde la operación se realiza en ciclos cortos (párr. [0020] y [0021]; el sistema solo funciona durante períodos relativamente cortos) y a presión de trabajo constante, por medio de un sistema de control (170; párr. [0020]) que actúa sobre al menos una válvula reguladora de presión (133; fig.1; párr. [0027]), que proporciona la presión de trabajo del sistema (párr. [0024]), pero no se da a conocer específicamente si la turbina de líquido se encuentra en un nivel inferior respecto del tanque auxiliar.

■*- Continúa en la próxima hoja -*■

Recuadro III Observaciones cuando falta unidad de invención

En el documento de Merswolke se da a conocer un sistema de generación y almacenamiento de energía (título; resumen; figs. 1, 6) donde una fuente de alta presión inyecta en un tanque de agua una presión de descarga creciente para accionar un turbogenerador (fig. 6; col. 5, líneas 29 a 55); el sistema comprende además un tanque colector de agua (fig.6) que funciona como fuente de agua para el tanque de agua, de modo que se genere electricidad de manera continua, y dicho tanque colector se sitúa por encima del turbogenerador para propiciar el flujo hacia el generador por gravedad o energía potencial (fig.6).

Por consiguiente, habría resultado evidente para una persona medianamente entendida en la materia utilizar el tanque colector de agua, tal como se expone en el documento de Merswoike, para modificar el suministro de agua complementario mencionado en el documento de Lehan, de tal modo que se efectúe mediante un tanque de agua axial situado por encima del turbogenerador a fin de propiciar el uso de la gravedad o de la energía potencial para impulsar el fluido hacia la turbina.

Puesto que las características comunes eran conocidas en el ámbito técnico en el momento de la invención, estas no pueden considerarse elementos técnicos particulares que en otras circunstancias unificarían los grupos.

Por consiguiente, los Grupos I y II carecen de unidad de invención conforme a la Regla 13 del Reglamento del PCT, porque carecen de elementos técnicos particulares idénticos o correspondientes.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CL 17/50055

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC(8) - F02B 13/00, F02B 63/00, F03G 7/00, F03G 7/04 (2018.01)
CPC - H02J 15/00, H02J 15/006, F03B 17/00, F03B 17/005

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
See Search History Document

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
See Search History Document

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
See Search History Document

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2011/0288688 A1 (Lehan) 24 November 2011 (24.11.2011) entire document, especially Title, Abstract, figs 1-5, para[0018], [0020]-[0025], [0029]-[0032].	1-12
Y	US 6,672,054 B2 (Merswolke et al.) 6 January 2004 (06.01.2004) entire document, epsecially Title, Abstract, fig. 6, col 5, ln 29-55.	1-12
Y	US 2009/0282840 A1 (Chen et al.) 3 December 2009 (03.12.2009) entire document, especially Title, Abstract, fig.1, para[0110]-[0111].	5
Y	US 8,061,132 B2 (Fong et al.) 22 November 2011 (22.11.2011) entire document, especially Title, Abstract, figs. 1, col 2, ln 6-40,col 92, ln 25-44.	11
A	US 5,579,700 B1 (Meller) 25 August 2009 (25.08.2009) entire document.	1-12
A	WO 2011/139171 A1 (Piskorz) 10 November 2011 (10.11.2011) entire document.	1-12
A	US 2008/0163618 A1 (Paul) 10 July 2008 (10.07.2008) entire document.	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
31 January 2018	13 APR 2018
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-8300	Authorized officer: Lee W. Young PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CL 17/50055

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
This application contains the following inventions or groups of inventions which are not so linked as to form a single general inventive concept under PCT Rule 13.1. In order for all inventions to be examined, the appropriate additional examination fees must be paid.

Group I: Claims 1-12, drawn to system of storing and generating energy.

Group II: Claims 13-16, drawn to a method for storing and generating energy.

The inventions listed as Groups I and II do not relate to a single general inventive concept under PCT Rule 13.1 because, under PCT Rule 13.2, they lack the same or corresponding special technical features for the following reasons:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
1-12

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

-*-Box III ? Observations where unity of invention is lacking-*-

SPECIAL TECHNICAL FEATURES

Group II has the special technical features of a method requiring the steps of;
a) providing a system comprising a first main liquid tank having a predetermined level of liquid therein and a second main liquid tank having no liquid therein; an auxiliary liquid tank having a predetermined level of liquid therein; a liquid turbine located between the first and second main tanks and at the lower level of the bottom of the first and second main tanks and of the auxiliary tank to ensure that the working fluid will force the liquid through the turbine and not in the
opposite direction; a pipeline network with their respective valves, both inlet valves, outlet valves, control valves as well as ventilation valves; wherein the operation is performed in short cycles and at constant pressure by means of a control system acting on at least one pressure regulating valve;
b) pressurizing to an operating pressure the first main tank, the auxiliary tank and the pipeline network;
c) open the first main tank-to-turbine outlet valve, the second main tank inlet valve and the second main tank vent valve so that the liquid flows from the first main tan through the first main tank-to-turbine outlet valve to the turbine and then, through the second main tank inlet valve, is discharged into the second main tank, while the second main tank ventilation valve allows the second main tank to fill without increasing pressure;
d) controlling the pressure of the first main tank through a first main tank control valve which controls the pressure as the liquid level decreases, thus ensuring a stable working pressure;
e) closing the first main tank-to-turbine outlet valve, second main tank inlet valve and the second main tank venting valve and open the auxiliary tank-to-turbine outlet valve to allow the auxiliary tank to feed the turbine, during the transition from one discharge mode to another, while initiating a new operating cycle;
f) open the first main tank ventilation valve and pressurize the second main tank to the operating pressure by means of a second main tank control valve;
g) open the first main tank inlet valve so that the flow can be discharged into the first main tank which is already ventilating or is already at atmospheric pressure;
h) open the auxiliary tank ventilation valve to vent the pressure from the drained auxiliary tank and close the auxiliary tank-to-turbine outlet valve;
i) open the second main tank-to-turbine outlet valve to feed the turbine from the liquid from the discharge of the second main tank;
j) close the first main tank-to-auxiliary tank outlet valve when the auxiliary tank is at the predetermined liquid level of step a), wherein this condition occurs when the liquid level of the first main tank has reached the level necessary to allow liquid to enter the auxiliary tank by gravity;
k) controlling the pressure of the second main tank through the second main tank control valve which controls the pressure as the liquid level decreases, thus ensuring a stable working pressure; and l) closing all the open valves and valves and start the steps from step c) to step l). not required by Group I.

SHARED TECHNICAL FEATURES

The only technical features shared between Groups I and II is a system for storing and generating energy wherein a pressure generated by a working fluid is released in a liquid circuit which in turn drives a liquid turbine for generating energy, CHARACTERIZED in that the system comprises:
a first main liquid tank;
a second main liquid tank;
an auxiliary liquid tank;
a liquid turbine located between the first and second main tanks and at a lower level of a bottom level of the first and second main tanks and of the auxiliary tank, to ensure that the pressure inside the tanks forces the liquid through the turbine and not in the opposite direction, and a pipeline network with their respective valves, both inlet valves, outlet valves, control valves as well as ventilation valves;
wherein the operation is performed in short cycles and at constant working pressure by means of a control system acting on at least one pressure regulating valve, providing the working pressure of the system, which does not provide any contribution over the prior art as it is as being obvious over US 2011/0288688 A1 to Lehan in view of US 6,672,054 B2 to Merswolke et al. (hereinafter "Merswolke").
Further Groups I and II are related as a system (Group I) and a method of using the system (Group II), wherein the system is known in the art by Lehan in view of Merswolke. Since the shared features are known in the art groups I and II lack unity.

Lehan teaches a system for storing and generating energy wherein a pressure generated by a working fluid is released in a liquid circuit which in turn drives a liquid turbine for generating energy (Title; Abstract; figs. 1-5), CHARACTERIZED in that the system comprises:
a first main liquid tank (110; fig.1; para[0018]);
a second main liquid tank (120; fig.1; para[0018]);
an auxiliary liquid tank (generally 180; see para[0025]; wherein a supplemental water supply is provided from captured rain water to provide fill water for controlling the water level in the two 110, 120 water tanks);
a liquid turbine (150; fig.1; para[0018]; Box VIII) located between the first (110) and second (120) main tanks and at a lower level of a bottom level of a first (110) and second (120) main tanks, to ensure that the pressure inside the tanks forces the liquid through the turbine (150;) and not in the opposite direction (see para[0024]-[0027]; wherein tanks 110, 120 are provided with high pressure air combined with the plurality of control valves to drive the fluid through the turbine 150), and a pipeline network (fig.1) with their respective valves, both inlet valves (134, 135; fig.1), outlet valves (111, 121), control valves (136, 132, 133) as well as ventilation valves (118, 128; fig.1);
wherein the operation is performed in short cycles (para[0020]-[0021]; the system only operating for relatively brief periods) and at constant working pressure by means of a control system (170; para[0020]) acting on at least one pressure regulating valve (133; fig.1; para[0027]), providing the working pressure of the system (para[0024]),
but does not specifically teach wherein the liquid turbine is at the lower level of the auxiliary tank.

-*- Continued on Next Sheet -*-

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CL 17/50055

-*-Box III ? Observations where unity of invention is lacking-*-

Merswolke teaches an energy generation and storage system (title; Abstract; figs. 1, 6) wherein a high-pressure source feeds a water tank with an increasing head pressure to drive a turbine generator (fig. 6; col 5, ln 29-55) the system including a further water collection tank (fig.6) which provides a source of water to the water tank for continued electricity generation, wherein said water collection tank is placed above the turbine generator to promote flow to the generator using gravity/potential energy (fig.6).

Therefore, it would have been obvious to a person having ordinary skill in the art to have used the water collection tank as taught by Merswolke to modify the supplemental water supply of Lehan to be an axially water tank placed above the turbine generator to promote the use of gravity/potential energy to drive the fluid to the turbine.

As the common features were known in the art at the time of the invention, they cannot be considered special technical features that would otherwise unify the groups.

Therefore, Groups I-II lack unity under PCT Rule 13 because they do not share a same or corresponding special technical feature.