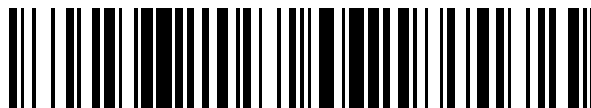


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 568 806**

21 Número de solicitud: 201400861

51 Int. Cl.:

**F28D 20/00**

(2006.01)

12

# PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

**31.10.2014**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**04.05.2016**

Fecha de la concesión:

**08.02.2017**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**15.02.2017**

73 Titular/es:

**ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES, S.A.  
(100.0%)  
Campus Palmas Altas, C/ Energía Solar, Nº 1  
41014 Sevilla (Sevilla) ES**

72 Inventor/es:

**RUBIO ABUJAS, Carlos;  
GONZÁLEZ ROUBAUD, Edouard;  
JOVÉ LLOVERA, Aleix y  
PRIETO RÍOS, Cristina**

74 Agente/Representante:

**GARCÍA-CABRERIZO Y DEL SANTO, Pedro**

54 Título: **Configuración de tanques de almacenamiento sensible y procedimiento de carga y descarga**

57 Resumen:

Configuración de tanques de almacenamiento sensible y procedimiento de carga y descarga. Configuración de tanques de almacenamiento sensible que tiene un primer tanque (2), un segundo tanque (2') conectado en serie con el primer tanque (2), una conducción de gas caloportador caliente (3) y una conducción de gas caloportador frío (10). El primer tanque (2) y el segundo tanque (2') tienen un lecho (8, 8') de almacenamiento térmico. El primer tanque (2) tiene una tubería de entrada de circulación (5) conectada a la conducción de gas caloportador caliente (3), una tubería de salida de circulación (7) conectada a la conducción de gas caloportador frío (10), una tubería de entrada de recirculación (6) conectada a la tubería de salida de circulación (7) y una tubería de salida de recirculación (4) conectada a la conducción de gas caloportador caliente (3). El segundo tanque (2') tiene una tubería de entrada de circulación (5') conectada a la conducción de gas caloportador caliente (3) y una tubería de salida de circulación (7') conectada a la conducción de gas caloportador frío (10).

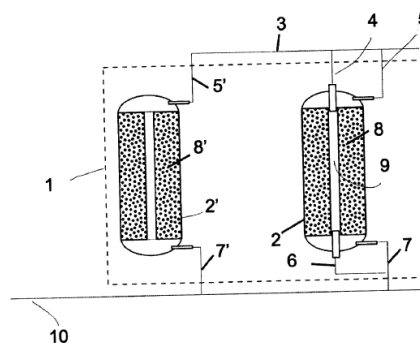


FIG. 1

ES 2 568 806 B1

**CONFIGURACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO SENSIBLE Y  
PROCEDIMIENTO DE CARGA Y DESCARGA**

**Sector técnico de la invención**

- 5 La presente invención se enmarca en el sector de almacenamiento de energía térmica basada en calor sensible de un material sólido. En particular se refiere a un sistema de almacenamiento de energía apto para ser cargado y descargado por un gas caloportador donde la energía se emplea en aumentar y reducir la temperatura del medio de almacenamiento.
- 10 El sistema de almacenamiento propuesto tiene aplicación en plantas termosolares que utilicen aire, CO<sub>2</sub> o cualquier otro gas como fluido caloportador, así como para cualquier otro sector de la tecnología donde la recuperación de energía de gases a alta temperatura sea un factor de interés técnico y económico.

**15 Antecedentes de la invención**

- Actualmente existe un gran interés en el desarrollo de plantas que aprovechen el recurso solar para la producción de energía. Esto ha llevado al desarrollo de plantas solares que utilizan aire, CO<sub>2</sub> u otros gases caloportadores a alta temperatura (>300°C) para la producción de energía. Debido a la naturaleza de las plantas
- 20 solares, estos sistemas tienen carencia de recurso solar durante la noche y en periodos de alta nubosidad. Es de interés la capacidad de gestionar la energía percibida por el campo solar durante las horas de disponibilidad de recurso para aumentar la productividad de la planta (es decir, producir energía incluso en las horas en las que dicho recurso no existe, por ejemplo, durante la noche).
- 25 El almacenamiento requerido por este tipo de plantas debe ser capaz de intercambiar energía con el gas caloportador de trabajo de manera efectiva y económica, pudiendo así almacenar gran cantidad de energía. Durante la descarga, el módulo de almacenamiento debe proporcionar al bloque de potencia gas caloportador a la temperatura máxima de operación de la turbina, intentando que las condiciones de
- 30 este gas caloportador sean estables y con la menor pérdida de carga alcanzable. Este último factor es de especial importancia en las plantas de potencia asociadas a un ciclo Brayton. La potencia generada por estos sistemas se ve afectada de manera significativa por la pérdida de carga, pudiendo llegarse a producir paradas en el bloque de potencia si ésta excede ciertos valores límites.
- 35 Son ampliamente conocidos en la industria los sistemas de regeneración de energía

proveniente de gases. Estos se basan en materiales refractarios con capacidad para soportar altas temperaturas y capaces de almacenar una gran cantidad de energía. Por norma general estos materiales poseen una baja conductividad térmica (inferior a 10 W/mK) lo cual, unido a la baja tasa de transferencia de calor asociada a los  
5 medios gaseosos, dificulta la transmisión de energía entre el fluido caloportador y el medio de almacenamiento de energía. Esto ha llevado a desarrollar sistemas donde la velocidad de paso del fluido sea muy baja y el área de transferencia entre el fluido y el área de contacto con el medio de almacenamiento sea muy elevada, de tal forma que la transferencia de energía pueda producirse de manera satisfactoria.

10 Para un buen aprovechamiento del material se emplean sistemas en los que el contenedor del medio de almacenamiento tiene una conexión para el paso del gas caloportador caliente (generalmente situado en la parte superior) y otra conexión distinta para el paso del gas caloportador frío (generalmente situado en la parte inferior). Durante la carga el gas caloportador caliente se introduce por la conexión  
15 caliente y circula a través del lecho, intercambiado calor con el mismo hasta ser extraído por la conexión fría.

De esta forma se consigue una distribución de temperaturas a lo largo del medio de almacenamiento desde la temperatura máxima de trabajo a la temperatura mínima de trabajo, existiendo una zona de transición entre las mismas donde se encuentra la  
20 termoclina. Se denomina termoclina al gradiente de temperaturas existente en esta zona de transición. La temperatura máxima y mínima de operación del almacenamiento vienen delimitadas por el ciclo de cada planta. Con ello se consigue que, durante la descarga del sistema, el gas caloportador pueda calentarse hasta la temperatura máxima de trabajo independientemente del grado de carga del sistema  
25 de almacenamiento.

Se intenta que el material cargado esté siempre en la zona superior para evitar que se genere un flujo de gas provocado por la diferencia de temperaturas que fomente la uniformización de la temperatura del material de almacenamiento, perdiendo con  
ello la capacidad para recuperar energía útil. Es por ello que la carga se realiza por la  
30 parte superior del equipo y la descarga por la parte inferior.

En la actualidad, se emplean tanques de almacenamiento de una longitud determinada donde la zona donde se encuentra la termoclina es un factor limitante a la hora de aprovechar al máximo la capacidad térmica del tanque. Por ello, se necesita disminuir al máximo dicha zona o eliminarla de tal manera que se aproveche  
35 el 100% del material sólido de almacenamiento disponible para una misma longitud y

dimensiones de tanque. Limitaciones en las condiciones de operación de los equipos o pérdidas de rendimiento de la planta dificultan la posibilidad de aprovechar el 100% del material, teniendo que llegar a un compromiso entre aprovechamiento del almacenamiento y las condiciones óptimas de operación de la planta.

- 5 Además, trabajar con un único tanque de almacenamiento tiene una pérdida de eficiencia asociada cuando se trabaja con cargas parciales. Estas pérdidas pueden ser evitadas con el empleo de varios tanques. Es decir, varios tanques dotan al sistema de mayor gestionabilidad y permiten tener sistemas con una gran capacidad de almacenamiento. Dentro de las configuraciones de varios tanques, existe la
- 10 opción de conectar los equipos en paralelo o en serie. Si se conectan en paralelo, la zona donde se encuentra la termoclina se mantendría en la parte inferior de cada tanque, derivando en un peor rendimiento de operación. Para mejorar este aspecto, se plantean sistemas de tanques conectados en serie, que requieren tuberías y conexiones externas para hacer pasar el gas caloportador de un tanque al siguiente.
- 15 Esta solución tampoco es óptima en cuanto a que un mayor número de tanques implica mayores pérdidas de presión y temperatura por conducción del gas caloportador de un tanque al siguiente.

A continuación, se presenta un resumen del estado de la técnica de tanques de almacenamiento.

- 20 Tanto WO2013015834 como CN103547880 divulgan un sistema de almacenamiento compuesto por varios tanques en serie, cada uno de los cuales comprende una entrada y salida del gas caloportador y un medio de almacenamiento térmico permeable al gas caloportador, pero en el que las conexiones entre un tanque y otro se realiza por tuberías exteriores, aumentando por ello la pérdida de carga del
- 25 sistema respecto a la presente invención.

- La patente WO2012127178 plantea un tanque de almacenamiento térmico compuesto por un lecho empacado particionado por el que circula a través un gas caloportador, y que incluye un conducto interior por el que circula el gas caloportador y que incluye una válvula por accionamiento mecánico que diverge el flujo de gas
- 30 caloportador hacia el propio material de almacenamiento durante las fases de carga y descarga del sistema. Además, el flujo de gas caloportador a través de esta conducción interior se realiza en el mismo sentido que adopta el flujo de gas caloportador al entrar en el tanque. A diferencia de la presente invención, esta conducción interior presenta una complejidad adicional debido a la necesidad de
- 35 utilizar instrumentación de accionamiento mecánico y un sistema de mallado interno

para contener el material de almacenamiento y permitir la circulación del gas caloportador a través del lecho empacado particionado.

En las plantas solares es habitual trabajar con fluidos a presión, con lo que el contenedor que almacena el lecho sólido debe estar preparado para soportar las tensiones provocadas por la diferencia de presiones. La presión, junto con las elevadas temperaturas asociadas al proceso, impone severos requisitos al tanque contenedor.

Así, la invención difiere del estado del arte, ya que plantea solventar los problemas asociados a este tipo de sistemas de almacenamientos mediante la utilización de tanques conectados en serie con una conducción interior formada bien por el propio material ordenado de almacenamiento o bien por una tubería interior del mismo material que el material que forma el lecho. Es decir, que en el estado de la técnica no se presentan tanques con conductos internos como el de la invención con el fin de reducir las pérdidas por conducción entre los tanques y maximizando el aprovechamiento de la capacidad térmica del sistema minimizando la zona en la que se encuentra la termoclina. Esto permite aumentar la gestionabilidad del sistema permitiendo minimizar las cargas parciales del almacenamiento y con ello mejorar el rendimiento y la eficiencia global del mismo.

## 20 Descripción de la invención

Para resolver el problema que presentan configuraciones con tanques conectados en serie a través de tuberías y conexiones externas para hacer pasar el gas caloportador de un tanque al siguiente, la presente invención propone un sistema de tanques de almacenamiento conectados en serie donde los tanques se caracterizan por comprender un conducto interior que lo atraviesa de manera que se solventen los problemas de pérdidas de presión y pérdidas térmicas que repercuten en un menor rendimiento del sistema de almacenamiento térmico. De esta forma, se consigue resolver el problema de transporte del gas caloportador de un tanque al siguiente que según las configuraciones del estado de la técnica, se tienen pérdidas de presión y de temperatura por conducción del gas caloportador de un tanque al contiguo lo cual es indeseable ya que repercute en una disminución del rendimiento del sistema de almacenamiento térmico.

Para resolver los problemas asociados a las pérdidas por conducción que disminuyen la temperatura del gas caloportador en el interior del tanque de almacenamiento, resulta de interés tener un sistema en el que la longitud asociada a

la zona donde se encuentra la termoclina sea pequeña con respecto a la longitud total del tanque, de tal forma que la cantidad de material de almacenamiento que experimenta una variación de temperaturas de trabajo entre la máxima y mínima sea la mayor posible. Esto asegura un máximo aprovechamiento de la capacidad calorífica del material de almacenamiento para una misma energía almacenada, y supone un ahorro de la cantidad de material de almacenamiento para obtener un mejor rendimiento.

Por otra parte, los sistemas de potencia para los que se diseña este tipo de almacenamientos son muy sensibles a la pérdida de carga, implicando una reducción de rendimiento y potencia generada, pudiendo llegar a la parada del sistema al alcanzarse unos valores de pérdida de carga límites. Resulta por lo tanto crítico el diseño de un sistema de almacenamiento que permita reducir al mínimo la pérdida de carga asociada al intercambio de energía sin penalizar el rendimiento del almacenamiento de energía.

Cuando se trabaja con un único tanque se requiere que el gas de trabajo o gas caloportador circule a través de toda la cantidad de material de almacenamiento, incrementando de esta forma la pérdida de carga. Utilizando tanques múltiples conectados en serie puede reducirse la pérdida de carga disminuyendo la cantidad de material de almacenamiento que debe atravesar el gas caloportador para que se produzca el intercambio energético. Como se ha mencionado, este modo de operación no es óptimo debido al uso de una conducción exterior que conecta los tanques y que aumenta las pérdidas térmicas del sistema.

El sistema de la invención permite optimizar el almacenamiento térmico en un sistema de generación de energía térmica mediante la utilización de varios tanques de menor tamaño de manera más eficiente y con menor pérdida de carga comparado con un solo equipo de mayores dimensiones y de igual capacidad de almacenamiento. Al contar con un sistema modular, se aumenta la gestionabilidad del sistema dependiendo del recurso solar en función de la época del año, permitiendo minimizar las cargas parciales del almacenamiento y con ello mejorar el rendimiento y la eficiencia global del mismo.

La presente invención se refiere a una configuración de al menos dos tanques de almacenamiento sensible en serie. Los tanques pueden ir colocados en posición vertical, en horizontal o en otras posiciones. Los tanques deben ser capaces de soportar termomecánicamente las solicitaciones que se producen tanto durante las fases de carga y descarga como durante el tiempo en el que se encuentran

encapsulados a condiciones nominales o máximas de trabajo. Es decir, que los tanques deben ser capaces de soportar tensiones y esfuerzos térmicos y mecánicos en todas las fases de funcionamiento.

En el interior del contenedor o tanque de almacenamiento puede situarse  
5 directamente el material de almacenamiento. Este material o lecho de almacenamiento puede estar compuesto por un material sólido refractario capaz de soportar temperaturas superiores a 300°C, y más preferentemente superiores a 1000°C. La geometría del material de almacenamiento puede variar en función de la necesidad de transferencia, siendo deseable aumentar el área de transferencia entre  
10 el gas caloportador y el propio material a través de una mayor área superficial. Como ejemplos no limitativos, se pueden utilizar materiales de almacenamiento como: alúmina, cordierita, carburo de silicio, molibdeno, zirconia, tungsteno, además de cualquier combinación de estos.

El material de almacenamiento se dispone en el interior del tanque de manera que  
15 exista una conducción interior dispuesta en sentido axial al equipo en su parte central. Esta conducción interior puede estar delimitada por el propio material de almacenamiento, en caso de ser un material rígido capaz de ser ordenado. El conducto se conforma con piezas del material diseñadas con el fin de que al ser situadas en el interior del equipo habiliten un conducto interior en dirección axial. La  
20 sección de dicha conducción interior puede ser poligonal de tres o más lados. En caso de que el lecho esté formado por un material no ordenado, la conducción interior estará delimitada por un tubo o conducto de un material con las mismas propiedades termomecánicas que el material del lecho, mecánicamente resistente y capaz de soportar temperaturas superiores a los 300°C, más preferentemente  
25 superiores a 1000°C. En este caso, la sección del tubo o conducto es preferentemente circular o elíptica, pudiendo adquirir cualquier otra geometría. Esta conducción interior permite aumentar la flexibilidad en los modos de funcionamiento del tanque y, concretamente, habilita un método de operación que optimiza la transmisión de energía entre el gas caloportador caliente y el material de  
30 almacenamiento al tiempo que reduce la pérdida de carga experimentada por el fluido. Dicha conducción interior atraviesa por completo el tanque, desde la tubería inferior de conexión a la tubería superior de conexión, sin conectar con ninguna de las dos cámaras de distribución de flujo (cámara superior y cámara inferior). En el caso de que la conducción interior esté formada por el propio material de  
35 almacenamiento, se dispone de segmentos de conducto que permitan completar

dichas conexiones, formados por un material mecánicamente resistente y capaz de soportar temperaturas superiores a los 300°C y más preferentemente superior a los 1000°C.

El hecho de que el conducto sea de un material que tenga las mismas propiedades termomecánicas o mismo comportamiento que el lecho de almacenamiento se debe a que así se eliminan las dilataciones diferenciales que pueden dañar estructuralmente el lecho y el conducto. Adicionalmente, conformando la conducción interior con el mismo material, se asegura la resistencia al estrés térmico provocado por el cambio de temperatura durante la utilización de esta conducción interior.

Además, se consigue que la conductividad térmica de la conducción interior sea igual a la del lecho, evitando la formación de puentes térmicos en la zona termoclina que perjudiquen la carga y descarga del sistema. Al conformar la conducción interior de un material que tenga las mismas propiedades o mismo comportamiento que el del lecho, se consigue que la transmisión de energía por el conducto sea mínima. La baja conductividad del material ( $<10\text{W/mK}$ ) es la que hace necesaria una configuración con mucha área de transferencia y baja velocidad de paso para poder transmitir la energía. Durante el paso del gas caloportador por la conducción interior, no es un fenómeno deseable la transmisión de energía, por lo que se reduce la sección de paso de esta conducción interior respecto a la sección de paso del lecho. Además la geometría de la sección de la conducción interior ofrece una reducida área de transferencia encontrándose con unas condiciones opuestas a las del lecho, y logrando con ello reducir la transferencia de energía.

Para la correcta distribución del flujo a través del lecho se dispone de dos cámaras de distribución de flujo situadas en la parte superior e inferior del tanque, respectivamente. La función de las cámaras es la de estabilizar y homogeneizar el flujo de gas caloportador antes de la entrada en el tanque ya sea por la parte superior en carga o por la parte inferior en descarga.

En caso de ser necesario, se incluirán elementos difusores para la correcta homogenización del flujo. Cada una de estas cámaras dispone de una tubería de conexión al lecho para la entrada o salida de gas caloportador con la que conecta con el ciclo de potencia. La cámara inferior dispone de una estructura de soporte del lecho que evita el paso de las partículas que conforman el lecho, permitiendo en cambio el paso del gas caloportador proveniente de la cámara y capaz de soportar el peso de la columna de material de almacenamiento y transmitirlo a la capa exterior estructural (carcasa externa). Esto se puede conseguir utilizando un disco perforado



con taladros de diámetro inferior al diámetro de las partículas del material que conforma el lecho. La separación entre los taladros debe cumplir que en ninguna circunstancia todos ellos queden obstruidos por las partículas.

En el ámbito de la presente invención, se define como temperatura máxima de trabajo a la temperatura máxima a la que trabaja el sistema de almacenamiento, siendo superior a 700°C, y preferentemente superior a 1000°C. La temperatura mínima de trabajo es la temperatura mínima a la que trabaja el sistema de almacenamiento, siendo igual o inferior a 450°C. Se define también la temperatura umbral en carga como la temperatura del gas caloportador a la salida del almacenamiento a la que se inicia la fase de transmisión de termoclina en carga entre ese tanque y el contiguo, comprendida entre 350°C y 700°C, mientras que la temperatura umbral en descarga será la temperatura del gas caloportador a la salida del almacenamiento a la que se inicia la fase de transmisión de termoclina en descarga entre ese tanque y el contiguo, comprendida entre 600°C y 950°C.

Se define la temperatura de finalización de carga como la temperatura del gas caloportador a la salida del último tanque a la que se finaliza el proceso de carga, comprendida entre la temperatura mínima de trabajo y la temperatura máxima de trabajo, preferentemente entre 350°C y 600°C. Se define la temperatura de finalización de descarga como la temperatura del gas caloportador a la salida del primer tanque a la que se finaliza la descarga, comprendida entre la temperatura máxima de trabajo y la temperatura mínima de trabajo, preferentemente entre 700°C y 950°C.

Se describe a continuación el procedimiento de carga y descarga completa del sistema de almacenamiento.

El procedimiento de carga se desarrolla en dos fases: una primera, denominada carga de tanque y una segunda denominada fase de transmisión de termoclina en carga.

Al inicio de la carga del sistema los tanques se encuentran completamente descargados, siendo la temperatura del lecho o material de almacenamiento igual a la temperatura mínima de trabajo.

Durante el proceso de carga del tanque, el gas caloportador atraviesa la línea de gas caloportador caliente a la temperatura máxima de trabajo y se introduce en el tanque a través de la tubería superior de conexión al lecho de almacenamiento. El gas caloportador intercambia energía con el material o lecho de almacenamiento saliendo del mismo por la tubería inferior de conexión al lecho a una temperatura mínima de

trabajo y es devuelto al ciclo a través de la línea de gas caloportador frío. Durante este proceso el gas caloportador circula exclusivamente por un tanque o primer tanque.

5 Conforme el sistema se va cargando, la zona de transición entre la temperatura máxima y la temperatura mínima de trabajo (zona donde se encuentra la termoclina) en el primer tanque va trasladándose a través del lecho desde la zona superior hasta la zona inferior (ver Figura 3), manteniéndose la temperatura de salida constante hasta el momento en que alcanza la zona inferior. En ese momento la temperatura a la salida se incrementa secuencialmente hasta alcanzar una temperatura umbral en  
10 carga. En la figura 3 se muestra el proceso de carga donde puede verse el comienzo de carga, la carga en una fase intermedia, el final operativo de la carga y el final óptimo de la carga, resaltando en rayado el volumen adicional que permitiría la carga óptima.

Cuando se alcanza la temperatura umbral en carga, se inicia la fase de transmisión de termoclina en carga. Para ello, se alinea el sistema de tal forma que se conecta la  
15 cámara inferior de distribución de flujo con la tubería inferior de conexión del mismo tanque. El gas caloportador que sale de la parte inferior del lecho del primer tanque recorre toda la conducción interior vertical hasta salir por la parte superior del mismo conectando de nuevo con la línea de gas caloportador caliente. Esta línea de gas  
20 caloportador caliente transporta el gas caloportador hasta la tubería superior de conexión al lecho que conecta con el lecho del tanque contiguo o segundo tanque de almacenamiento. El gas caloportador circula a través del lecho de almacenamiento del segundo tanque hasta ser extraído por la tubería inferior de conexión al lecho y devuelto al ciclo a través de la línea de gas caloportador frío. Esta situación se  
25 prolonga hasta que la temperatura de salida del primer tanque sea igual a la temperatura máxima de ciclo, momento en el cual se considerará que el primer tanque está totalmente cargado. En ese momento, todas las válvulas de conexión del primer tanque se cierran, dejando encapsulado el tanque, y se continúa con la carga del tanque contiguo o segundo tanque de almacenamiento. Durante el proceso de  
30 transmisión de la termoclina en carga el gas caloportador circula por dos tanques, el tanque que se está cargando totalmente, primer tanque, y el tanque al que se le está pasando la termoclina, segundo tanque.

Las fases de carga y transmisión de la termoclina en carga se suceden hasta que se llega al último tanque: si la configuración es de dos tanques, el último tanque es el  
35 segundo, si la configuración es de tres tanques, el último tanque es el tercero, y así

sucesivamente. Se finalizará el proceso de carga cuando la temperatura del gas caloportador de salida del último tanque sea igual o superior a la temperatura de finalización de carga. En este punto todos los tanques están totalmente cargados exceptuando el último tanque que tendrá la zona donde se encuentra la termoclina en la parte inferior del mismo, considerándose así el sistema totalmente cargado.

Durante todo el proceso de carga y con independencia del número de tanques que compongan el sistema de almacenamiento, la pérdida de carga máxima es la asociada al proceso de transmisión de termoclina en carga.

Análogamente a la carga, la descarga se compone de dos fases: una primera denominada fase de descarga y una segunda denominada fase de transmisión de la termoclina en descarga.

Al inicio de la descarga del sistema los tanques se encuentran completamente cargados, en donde la temperatura del lecho de almacenamiento es igual a la temperatura máxima de trabajo.

Durante el proceso de descarga, el gas caloportador atraviesa el conducto de gas caloportador frío a la temperatura mínima de trabajo y se introduce en el tanque mediante la tubería inferior de conexión al lecho que conecta con el propio lecho de almacenamiento. El gas caloportador frío intercambia energía con el material de almacenamiento saliendo del mismo por la tubería superior de conexión al lecho a la temperatura máxima de trabajo y se envía al ciclo a través de la línea de gas caloportador caliente para la producción de energía. Durante este proceso el gas caloportador circula exclusivamente por un tanque.

Conforme el sistema se descarga, la zona donde se encuentra la termoclina va trasladándose a través del lecho desde la zona inferior a la zona superior. La temperatura a la salida del lecho se mantiene constante hasta que la zona donde se encuentra la termoclina llegue a la parte superior del lecho. En ese momento la temperatura a la salida disminuye secuencialmente hasta alcanzar una temperatura mínima de trabajo.

Cuando esto se produce, se inicia la fase de transmisión de termoclina en descarga. Para ello se introduce el gas caloportador procedente de la cámara superior de distribución de flujo del segundo tanque en la conducción interior del tanque contiguo, el primer tanque, a través de la línea de gas caloportador caliente. Esta conducción lleva el gas caloportador hasta la tubería inferior de conexión al lecho que conecta con el lecho del tanque contiguo, el primer tanque, circulando a través

del lecho hasta ser extraído por la tubería superior de conexión al lecho y enviado al ciclo a través de la línea de gas caloportador caliente. Esta situación se prolonga hasta que la temperatura de salida del segundo tanque sea igual a la temperatura mínima de ciclo, momento en el cual se considerará que el segundo tanque está  
5 totalmente descargado. En este instante, todas las válvulas de conexión del segundo tanque se cierran, dejando encapsulado el tanque, y se continúa con la descarga del tanque contiguo, el primer tanque. Durante el proceso de transmisión de termoclina en descarga el gas caloportador circula por dos tanques, primer y segundo tanque.

Las fases de descarga y transmisión de termoclina en descarga se suceden hasta  
10 que se llega al primer tanque. Se finalizará el proceso de descarga cuando la temperatura del gas caloportador de salida del primer tanque sea igual o inferior a la temperatura de finalización de descarga. En este instante todos los tanques están totalmente descargados exceptuando el primer tanque que tendrá la zona donde se encuentra la termoclina en la parte superior del mismo, considerándose así el  
15 sistema totalmente descargado.

Durante todo el proceso de descarga, y con independencia del número de tanques que compongan el sistema de almacenamiento, la pérdida de carga máxima es la asociada al proceso de transmisión de termoclina en descarga (dos tanques). El número de tanques será igual o mayor a dos, siendo necesarios al menos dos.

20 De esta forma se consigue un aprovechamiento óptimo del material de almacenamiento evitando tener que circular el gas caloportador a través de todo el material de almacenamiento. Con ello las pérdidas de carga en el fluido de trabajo se reducen significativamente, traducándose esto en un mayor rendimiento en el bloque de potencia.

25 La presente invención comprende tanto el equipo como el conexionado entre los equipos y su funcionamiento para el aprovechamiento óptimo del material de almacenamiento, así como la reducción de la pérdida de carga en el gas caloportador a su paso por el lecho de almacenamiento.

30 Estas conexiones permiten la transmisión de la zona donde se encuentra la termoclina de un tanque al contiguo, maximizando la capacidad de almacenamiento de energía del sistema y disminuyendo a su vez la pérdida de carga asociada.

En caso de que el sistema de almacenamiento no se encuentre totalmente descargado, se comienza la carga por el tanque en el que se encuentre situada la  
35 zona donde se encuentra la termoclina, circulando toda la corriente de gas

caloportador por el tanque hasta que la temperatura de salida sea igual o superior a la temperatura umbral de carga momento en el cual se inicia el proceso de transmisión de la termoclina en carga al tanque contiguo o se considera el sistema totalmente cargado según el caso que aplique.

5

En caso de que el sistema de almacenamiento no se encuentre totalmente cargado se comenzará la descarga por el tanque en el que se encuentre situado la zona donde se encuentra la termoclina, circulando toda la corriente de gas caloportador por el tanque hasta que la temperatura de salida sea igual o inferior a la temperatura umbral de descarga, momento en el cual se inicia el proceso de transmisión de termoclina en descarga al tanque contiguo o se considera el sistema totalmente descargado según el caso que aplique.

10

#### **Breve descripción de los dibujos**

15

Para una mejor comprensión de la invención se incluyen unas figuras en las que, a modo ilustrativo pero no limitativo se representan diferentes características de la invención.

La figura 1 es un esquema de una configuración de la invención con dos tanques.

La figura 2 es un esquema de un tanque de la invención.

20

La figura 3 es un esquema de la evolución de la termoclina durante la carga.

La figura 4A es un esquema de un tanque con lecho ordenado que conforma la conducción interior.

La figura 4B es un esquema de un tanque donde la conducción interior y el lecho desordenado son del mismo material.

25

La figura 5 es un esquema de una configuración de la invención con tres tanques.

Las referencias:

Conjunto 1 de tanques 2, 2'

Primer tanque 2

30

Segundo tanque 2'

Tercer tanque 2''

Conducción de gas caloportador caliente 3

Tubería de salida de recirculación 4 o tubería superior de conexión

Tubería de entrada de circulación 5 o tubería superior de conexión al lecho

35

Tubería de entrada de recirculación 6 o tubería inferior de conexión

Tubería de salida de circulación 7 o tubería inferior de conexión al lecho

Lecho 8

Conducción interior 9

Conducción de gas caloportador frío 10

5 Contenedor 11

Cámara de entrada 12, 12' al lecho 8, 8'

Cámara de salida 13, 13' del lecho 8, 8'

Estructura de soporte 14, 14' del lecho 8, 8'

10

### **Descripción detallada de la invención**

La invención se refiere a un sistema de tanques que optimiza el almacenamiento de energía térmica reduciendo al mismo tiempo la pérdida de carga del sistema.

15 Con la configuración de equipos y conexiones que se presenta a continuación se consigue resolver los problemas asociados al almacenamiento de energía térmica proveniente de una corriente de gas caloportador a elevada temperatura ( $>450^{\circ}\text{C}$ ) y elevada presión ( $>5$  bar). Conforme a un ejemplo de la invención, el gas caloportador es aire.

20 En una realización preferente, el sistema de almacenamiento está compuesto por una conducción de gas caloportador caliente 3, una conducción de gas caloportador frío 10, un conjunto 1 de tanques 2, 2', un conjunto de tuberías 4, 5 que conectan cada tanque 2, 2' con la línea de gas caloportador caliente 3 y un conjunto de tuberías 6, 7 que conectan con la línea de gas caloportador frío 10.

25 Cada tanque comprende un contenedor 11 preferentemente cilíndrico con un fondo superior semielíptico o semiesférico y un fondo inferior semielíptico o semiesférico. El contenedor 11 puede adoptar también cualquier sección poligonal. El tanque 2, 2' irá colocado principalmente en posición vertical. En posición vertical se optimiza la transferencia de energía. Dicho contenedor 11 está compuesto por una conducción interior 9, una tubería superior de conexión 4 y una tubería inferior de conexión 6 que  
30 conectan con dicha conducción interior, un lecho formado por el material de almacenamiento 8, que puede ser alúmina, una cámara superior 13 y cámara inferior 12 que distribuye y homogeneiza el flujo circulante por el material de almacenamiento, y una tubería superior de conexión al lecho 5 y tubería inferior de conexión al lecho 7 que conectan con dichas cámaras de distribución. Para mantener la cámara inferior  
35 12 despejada, se dispone de una estructura de soporte 14 del lecho 8 capaz de

soportar el peso de la columna de lecho sólido y transmitir los esfuerzos al contenedor 11.

Cada tanque 2 es conectado al sistema de tal forma que la tubería superior de conexión 4 que conecta con la conducción interior 9 conecta con la línea de gas caloportador caliente 3, la tubería superior de conexión al lecho 5 que conecta con la cámara superior 13 conecta también con la línea de gas caloportador caliente 3, mientras que la tubería inferior de conexión 6 y la tubería inferior de conexión al lecho 7 conectan por un lado con la cámara inferior 12 y por otro con la línea de gas caloportador frío 10.

Una realización de la invención se refiere a un sistema de almacenamiento de energía térmica para aire a temperaturas superiores a 450°C, y más preferentemente temperaturas de trabajo entre 450°C y 1000°C, trabajando a una presión superior a 5bar, y más preferentemente superior a 20bar.

Conforme a esta realización de la invención, el sistema de almacenamiento está compuesto por:

- dos tanques que contienen material de almacenamiento con una tubería superior de conexión al lecho para el gas caloportador caliente y una tubería inferior de conexión al lecho para el gas caloportador frío y conectados con el lecho interior de almacenamiento, una conducción interior y una tubería superior e inferior de conexión que conectan con dicha conducción interior. Los tanques deben ser capaces de soportar termomecánicamente las solicitaciones que se producen tanto durante las fases de carga y descarga como durante el tiempo en el que se encuentran encapsulados a condiciones nominales o máximas de trabajo. Cada uno de los tanques comprende un lecho formado por un material de almacenamiento térmico de naturaleza refractaria capaz de resistir elevadas temperaturas y dispuesto de tal forma que maximice la transferencia térmica entre el gas caloportador de trabajo con dicho material.

- Una línea de gas caloportador caliente.
- Una línea de gas caloportador frío.

El proceso de carga comienza con el sistema de almacenamiento totalmente descargado. Durante la carga el aire caliente circula a 1000°C a través del primer tanque intercambiando energía con el material de almacenamiento hasta salir por la tubería inferior de conexión al lecho a una temperatura de 450°C, siendo devuelto al ciclo por la línea de gas caloportador frío.

Cuando la temperatura de salida del primer tanque sea igual o superior a la temperatura umbral en carga, en torno a unos 500°C se considera que la termoclina está situada en la parte inferior del tanque. En este instante se inicia la fase de transmisión de termoclina al tanque contiguo. Para ello, se conecta el aire saliente del lecho del primer tanque con la conducción interior del mismo, saliendo dicho aire por la tubería superior de conexión al bypass que conecta con la conducción interna y siendo conducido al tanque contiguo a través de la línea de gas caloportador caliente. Este proceso continua hasta que la temperatura de salida del primer tanque sea igual a 1000°C, momento en el cual se cortan las conexiones de dicho tanque, dejándolo encapsulado, y continuando con la carga del tanque contiguo.

Los procesos de carga y transmisión de termoclina en carga al tanque contiguo se repiten hasta que todos los tanques menos el último se encuentre totalmente cargados. Se finalizará el proceso de carga cuando la temperatura del aire de salida del último tanque sea igual o superior a 600°C.

En caso de que el sistema de almacenamiento no se encuentre totalmente descargado, se comienza la carga por el tanque en el que se encuentre situada la zona donde se encuentra la termoclina, circulando toda la corriente de aire por el tanque hasta que la temperatura de salida sea igual o superior a 500°C, momento en el cual se inicia el proceso de transmisión de la termoclina en carga al tanque contiguo o se considera el sistema totalmente cargado según el caso que aplique.

El proceso de descarga comienza con el sistema de almacenamiento totalmente cargado. Durante la descarga el aire frío circula a 450°C a través del segundo tanque intercambiando energía con el medio de almacenamiento hasta salir por la tubería superior de conexión al lecho que conecta con el lecho de almacenamiento a una temperatura de 1000°C y siendo devuelto al ciclo por la línea de gas caloportador caliente.

Cuando la temperatura de salida del segundo tanque sea igual o inferior a 900°C se considera que la termoclina está situada en la parte superior del primer tanque. En este punto se inicia el proceso de transmisión de termoclina al tanque contiguo, primer tanque. Se conecta el aire saliente del lecho del segundo tanque con la conducción interna del tanque contiguo, primer tanque, a través de la línea de gas caloportador caliente. El aire recorre dicha conducción interna hasta salir por la parte inferior, conectando allí con la cámara inferior que conecta con el lecho del tanque contiguo, primer tanque. El aire recorre el lecho hasta salir del tanque contiguo, primer tanque, a una temperatura igual a 1000°C, siendo devuelto al ciclo a través de



la línea de gas caloportador caliente. Este proceso continua hasta que la temperatura de salida del segundo tanque sea igual a 450°C, momento en el cual se cerrarán las conexiones de dicho tanque, dejándolo embotellado, y continuando con la carga del tanque contiguo.

- 5 Los procesos de descarga y transmisión de termoclina en descarga al tanque contiguo se repiten hasta que todos los tanques se encuentran totalmente descargados. Se finalizará el proceso de descarga cuando la temperatura del aire de salida del último tanque sea igual o inferior a 800°C.

10 En caso de que el sistema de almacenamiento no se encuentre totalmente cargado se comenzará la descarga por el tanque en el que se encuentre situado la zona donde se encuentra la termoclina, circulando toda la corriente de aire por el tanque hasta que la temperatura de salida sea igual o inferior a 900°C, momento en el cual se inicia el proceso de transmisión de termoclina en descarga al tanque contiguo o se considera el sistema totalmente descargado según el caso que aplique.

15

Conforme a la realización preferente anterior, la invención se refiere a una configuración de tanques de almacenamiento sensible que tiene:

- a) un primer tanque (2) que comprende una conducción interior (9) configurada para permitir un paso de un gas caloportador,  
20 b) un segundo tanque (2') conectado en serie con el primer tanque (2).

Conforme a otras características de la invención la configuración puede comprender:

- a) una conducción de gas caloportador caliente (3);  
25 b) una conducción de gas caloportador frío (10);  
c) el primer tanque (2) y el segundo tanque (2') comprenden un lecho (8, 8') de almacenamiento térmico;  
d) el primer tanque (2) comprende:  
d1) una primera tubería de entrada de circulación (5) conectada a la  
30 conducción de gas caloportador caliente (3);  
d2) una primera tubería de salida de circulación (7) conectada a la conducción de gas caloportador frío (10);  
2d3) una tubería de entrada de recirculación (6) conectada a la tubería de salida de circulación (7);  
35 d4) una tubería de salida de recirculación (4) conectada a la conducción de

gas caloportador caliente (3);

d5) una conducción interior (9) entre la tubería de entrada de recirculación (6) y la tubería de salida de recirculación (4).

e) el segundo tanque (2') comprende:

5 e1) una segunda tubería de entrada de circulación (5') conectada a la conducción de gas caloportador caliente (3);

e2) una segunda tubería de salida de circulación (7') conectada a la conducción de gas caloportador frío (10);

10 El tanque (2, 2') puede comprender una cámara de entrada (12, 12') al lecho (8, 8'), entre la tubería de entrada de circulación (5, 5') y el lecho (8, 8').

El tanque (2, 2') puede comprender una cámara de salida (13, 13') del lecho (8, 8'), entre el lecho (8, 8') y la tubería de salida de circulación (7, 7').

El tanque (2, 2') puede comprender una estructura de soporte (14, 14') del lecho (8, 8').

15 El lecho (8) puede ser ordenado y la conducción interior (9) puede estar conformada por el propio lecho (8).

El lecho (8) puede ser no ordenado y la conducción interior (9) puede estar formada por una tubería de un material que tiene las mismas propiedades termomecánicas que el lecho.

20

El gas caloportador puede ser aire.

El lecho (8, 8') puede ser de un material refractario configurado para soportar temperaturas superiores a 300°C.

El lecho (8, 8') puede ser de alúmina.

25 La conducción interior (9) es de sección poligonal de tres o más lados.

La conducción interior (9) es un tubo de sección circular o elíptica.

30 Conforme a otra realización preferente la configuración de tanques de almacenamiento sensible consiste de tres tanques (2, 2') conectados en serie donde al menos dos primeros tanques (2) comprenden una conducción interior (9) configurada para permitir un paso de un gas caloportador.

35 La invención también se refiere a un procedimiento de carga de la configuración de tanques de almacenamiento sensible descrita anteriormente caracterizado por que comprende:

- a) una carga de tanques (2, 2');
- b) una transmisión de termoclina en carga;
- c) una finalización de la carga.

5 La invención también se refiere a un procedimiento de descarga de la configuración de tanques de almacenamiento sensible descrita anteriormente caracterizado por que comprende:

- a) una descarga de tanques (2, 2');
- b) una transmisión de termoclina en descarga;
- 10 c) una finalización de la descarga.

Conforme a otras características de los procedimientos de la invención:

La carga del primer tanque (2) comprende circular gas caloportador por el primer tanque (2) hasta alcanzar una temperatura umbral en carga.

15

La transmisión de termoclina en carga comprende:

- a) recircular gas caloportador por la conducción interior (9) del primer tanque (2);
- b) circular gas caloportador por el segundo tanque (2');
- c) hasta que una temperatura de salida del primer tanque (2) es igual a una
- 20 temperatura máxima de trabajo, para obtener el primer tanque (2) cargado.

La descarga del segundo tanque (2') comprende circular gas caloportador por el segundo tanque (2') hasta alcanzar una temperatura mínima de trabajo.

La transmisión de termoclina en descarga comprende:

- 25 a) introducir gas caloportador desde el segundo tanque (2') a la conducción interior (9) del primer tanque (2);
- b) hasta que una temperatura de salida del segundo tanque (2') es igual a una temperatura mínima de trabajo, para obtener el segundo tanque (2') descargado.

30

35

## Reivindicaciones

1. Configuración de tanques de almacenamiento sensible que comprende al menos dos tanques (2, 2') conectados en serie **caracterizada por que** al menos el primer  
5 tanque (2) comprende una conducción interior (9) configurada para permitir un paso de un gas caloportador.
  
2. Configuración de tanques de almacenamiento sensible según la reivindicación 1, **caracterizada por que** comprende:
  - 10 2a) una conducción de gas caloportador caliente (3);
  - 2b) una conducción de gas caloportador frío (10);
  - donde:
  - 2c) el primer tanque (2) y el segundo tanque (2') comprenden un lecho (8, 8') de almacenamiento térmico;
  - 15 2d) el primer tanque (2) comprende:
    - 2d1) una primera tubería de entrada de circulación (5) conectada a la conducción de gas caloportador caliente (3);
    - 2d2) una primera tubería de salida de circulación (7) conectada a la conducción de gas caloportador frío (10);
    - 20 2d3) una tubería de entrada de recirculación (6) conectada a la tubería de salida de circulación (7);
    - 2d4) una tubería de salida de recirculación (4) conectada a la conducción de gas caloportador caliente (3);
  - 2e) el segundo tanque (2') comprende:
    - 25 2e1) una segunda tubería de entrada de circulación (5') conectada a la conducción de gas caloportador caliente (3);
    - 2e2) una segunda tubería de salida de circulación (7') conectada a la conducción de gas caloportador frío (10);
  
- 30 3. Configuración de tanques de almacenamiento sensible según la reivindicación 2, **caracterizada por que** la conducción interior (9) está conectada a la tubería de entrada de recirculación (6) y la tubería de salida de recirculación (4).
  
4. Configuración de tanques de almacenamiento sensible según la reivindicación 2, **caracterizada por que** el tanque (2, 2') comprende una cámara de entrada (12, 12')
- 35

al lecho (8, 8'), entre la tubería de entrada de circulación (5, 5') y el lecho (8, 8').

5 5. Configuración de tanques de almacenamiento sensible según la reivindicación 2, **caracterizada por que** el tanque (2, 2') comprende una cámara de salida (13, 13') del lecho (8, 8'), entre el lecho (8, 8') y la tubería de salida de circulación (7, 7').

10 6. Configuración de tanques de almacenamiento sensible según la reivindicación 2 **caracterizada por que** el tanque (2, 2') comprende una estructura de soporte (14, 14') del lecho (8, 8').

7. Configuración de tanques de almacenamiento sensible según la reivindicación 2 **caracterizada por que** el lecho (8) es ordenado y la conducción interior (9) está conformada por el lecho (8).

15 8. Configuración de tanques de almacenamiento sensible según la reivindicación 7 **caracterizada por que** la conducción interior (9) es de sección poligonal de tres o más lados.

20 9. Configuración de tanques de almacenamiento sensible según la reivindicación 2 **caracterizada por que** la conducción interior (9) es un tubo de un material con las mismas propiedades termomecánicas que el lecho (8).

25 10. Configuración de tanques de almacenamiento sensible según reivindicación 9 **caracterizada por que** la conducción interior (9) es un tubo de sección circular o elíptica.

11. Configuración de tanques de almacenamiento sensible según la reivindicación 1 **caracterizada por que** el gas caloportador es aire.

30 12. Configuración de tanques de almacenamiento sensible según la reivindicación 2 **caracterizada por que** el lecho (8, 8') es de un material refractario configurado para soportar temperaturas superiores a 300°C.

35 13. Configuración de tanques de almacenamiento sensible según la reivindicación 2 **caracterizada por que** el lecho (8, 8') es de alúmina.

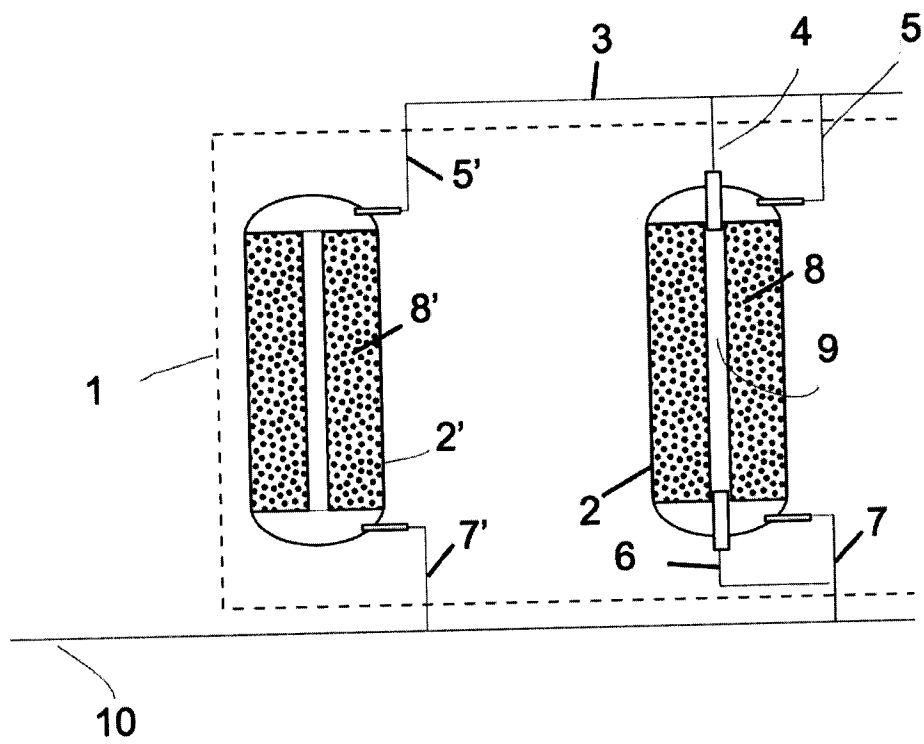
14. Configuración de tanques de almacenamiento sensible según la reivindicación 1 que consiste de tres tanques (2, 2', 2'') conectados en serie caracterizada por que al menos el primer y el segundo tanque (2, 2') comprenden una conducción interior (9) configurada para permitir un paso de un gas caloportador.
15. Procedimiento de carga de la configuración de tanques de almacenamiento sensible de cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado por que** comprende:
- 15a) una carga de tanques (2, 2');  
 15b) una transmisión de termoclina en carga;  
 15c) una finalización de la carga.
16. Procedimiento de descarga de la configuración de tanques de almacenamiento sensible de cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado por que** comprende:
- 16a) una descarga de tanques (2, 2');  
 16b) una transmisión de termoclina en descarga;  
 16c) una finalización de la descarga.
17. Procedimiento de carga de la configuración de tanques de almacenamiento sensible según la reivindicación 15 **caracterizado por que** la carga de un primer tanque (2) comprende circular gas caloportador por el primer tanque (2) hasta alcanzar una temperatura umbral en carga.
18. Procedimiento de carga de la configuración de tanques de almacenamiento sensible según la reivindicación 15 **caracterizado por que** la transmisión de termoclina en carga comprende:
- 18a) recircular gas caloportador por la conducción interior (9) del primer tanque (2);  
 18b) circular gas caloportador por el segundo tanque (2');  
 18c) hasta que una temperatura de salida del primer tanque (2) es igual a una temperatura máxima de trabajo, para obtener el primer tanque (2) cargado.
19. Procedimiento de descarga de la configuración de tanques de almacenamiento sensible según la reivindicación 16 **caracterizado por que** la descarga del tanque

(2') comprende circular gas caloportador por el segundo tanque (2') hasta alcanzar una temperatura mínima de trabajo.

5 20. Procedimiento de descarga de la configuración de tanques de almacenamiento sensible según la reivindicación 16 **caracterizado por que** la transmisión de termoclina en descarga comprende:

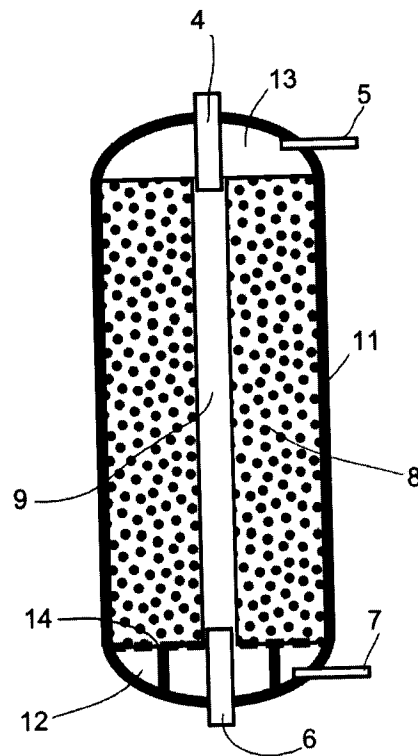
20a) introducir gas caloportador desde el segundo tanque (2') a la conducción interior (9) del primer tanque (2);

10 20b) hasta que una temperatura de salida del segundo tanque (2') es igual a una temperatura mínima de trabajo, para obtener el segundo tanque (2') descargado.

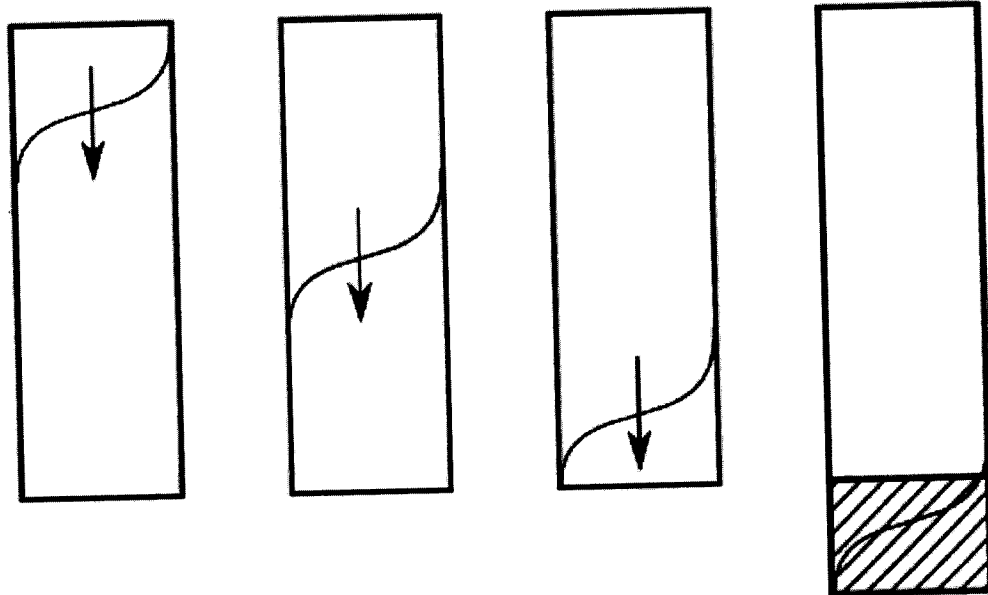


**FIG. 1**





**FIG. 2**



**FIG. 3**

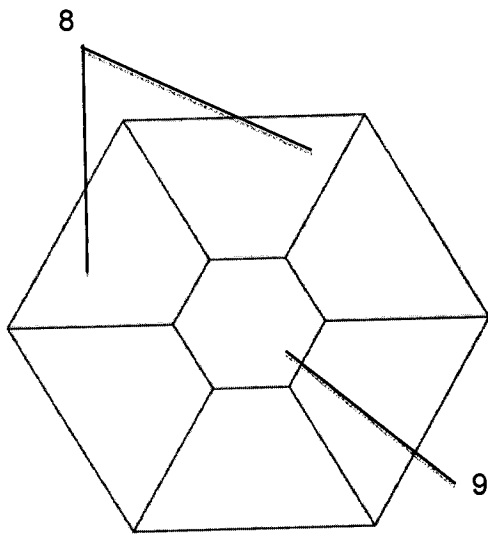


FIG. 4A

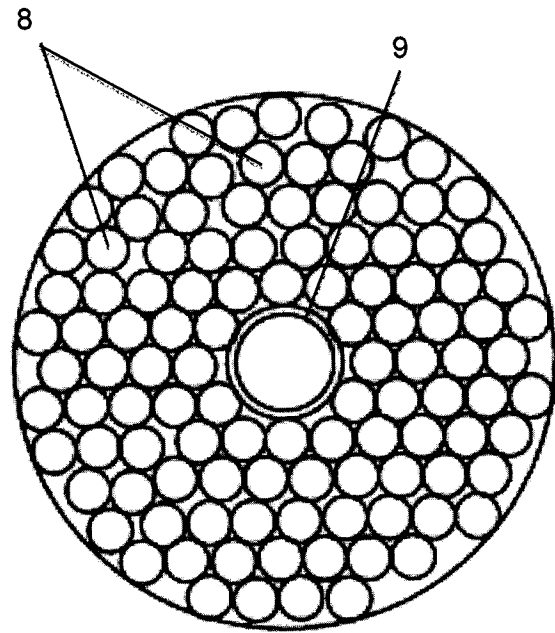
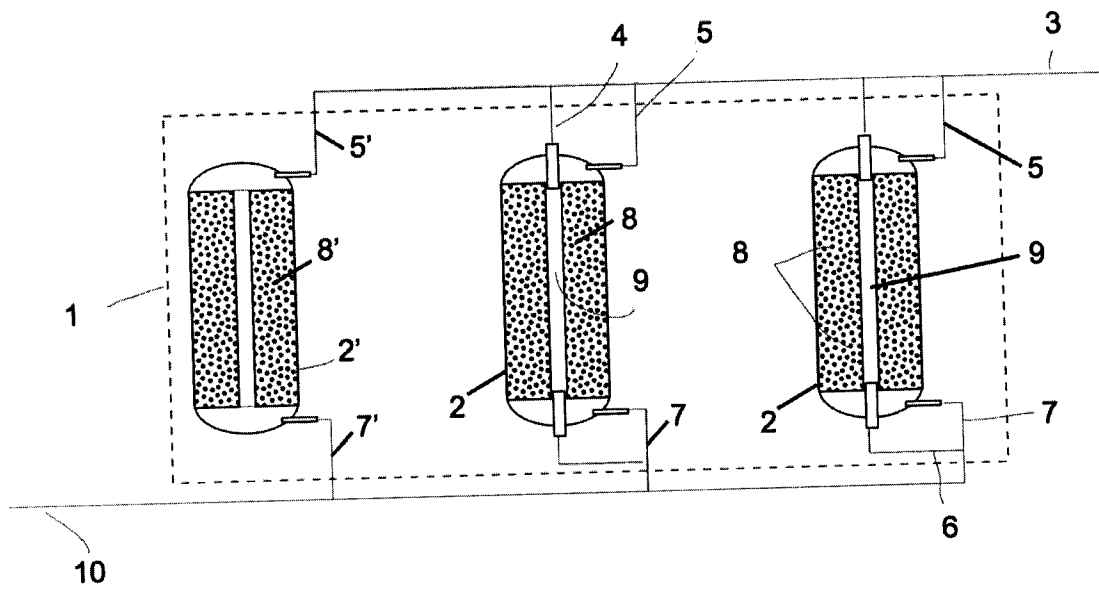


FIG. 4B



**FIG. 5**



- ②① N.º solicitud: 201400861  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 31.10.2014  
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **F28D20/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | ⑤⑥ Documentos citados                                                                             | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| X         | WO 2010060524 A1 (ZUEBLIN AG ET AL.) 03/06/2010, páginas 13 - 14; páginas 23 - 24; figuras 1, 18. | 1, 11, 14-16               |
| A         | WO 2012127178 A1 (ISENTROPIC LTD ET AL.) 27/09/2012, figuras.                                     | 1, 2, 11, 14-16            |
| A         | US 4291750 A (CLYNE ARTHUR J ET AL.) 29/09/1981, figuras 3, 4.                                    | 1, 2, 11, 14-16            |
| A         | WO 2012020233 A2 (HIGHVIEW ENTPR LTD ET AL.) 16/02/2012, figuras 6 - 9.                           | 1, 2, 11, 14-16            |

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

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

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

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

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

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
15.02.2016

Examinador  
J. A. Celemín Ortiz-Villajos

Página  
1/4

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

F23M, F28D

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 15.02.2016

**Declaración**

|                                                 |                                     |           |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------|
| <b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>            | Reivindicaciones 2-10, 12-20        | <b>SI</b> |
|                                                 | Reivindicaciones 1, 11              | <b>NO</b> |
| <b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b> | Reivindicaciones 2-10, 12-13, 17-20 | <b>SI</b> |
|                                                 | Reivindicaciones 1, 11, 14-16       | <b>NO</b> |

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

| Documento | Número Publicación o Identificación  | Fecha Publicación |
|-----------|--------------------------------------|-------------------|
| D01       | WO 2010060524 A1 (ZUEBLIN AG et al.) | 03.06.2010        |

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

En el estado de la técnica se ha encontrado un documento (D01) que afecta a la novedad y la actividad inventiva de algunas de las reivindicaciones de la solicitud presentada, como se comenta a continuación.

En D01 se presenta un dispositivo y una instalación para almacenaje de energía térmica. Todas las características de las reivindicación 1 de la solicitud presentada se encuentran como tal en D01, a saber (las referencias entre paréntesis corresponden a D01): configuración de tanques de almacenamiento que comprende al menos dos tanques conectados en serie (ver figuras 18 y 19), con una conducción interior (11) configurada para permitir un paso de un gas caloportador (14). Por tanto se puede afirmar que todas las características técnicas de las reivindicación 1, reivindicación principal de dispositivo, de la solicitud presentada se encuentran como tal en el estado de la técnica, y por tanto, dicha reivindicación carece de novedad, según el artículo 6 de la ley 11/1986 de Patentes.

En cuanto a la reivindicación 11 también carece de novedad (de acuerdo con el citado artículo de la ley) porque el gas caloportador puede ser aire (ver primer párrafo de la página 23 de D01).

En cuanto a la reivindicación 14, se considera que carece de actividad inventiva (de acuerdo con el artículo 8 de la ley 11/1986 de Patentes), por ser evidente el acoplamiento de tres tanques en lugar de dos.

En cuanto a las reivindicaciones 15-16, reivindicaciones de procedimiento, carecen de actividad inventiva (de acuerdo con el artículo 8 de la ley 11/1986 de Patentes), por carecer de novedad la reivindicación principal y no aportar características inventivas al estado de la técnica, ya que los procesos a), b) y c) son procesos generales y conocidos en estos sistemas de almacenamiento térmico.

Sin embargo, tanto las reivindicaciones 2-10 y 12-13 reivindicaciones dependientes de dispositivo, como las reivindicaciones 17-20, reivindicaciones dependientes de procedimiento, poseen características técnicas que no se encuentran como tal en el estado de la técnica, ni se deducen de una manera evidente para un experto en la materia, como son: las tuberías de recirculación, el lecho de almacenamiento térmico y el procedimiento concreto de carga (alcanzar temperatura umbral, recircular el gas, etc). Por tanto, dichas reivindicaciones poseen novedad y actividad inventiva, de acuerdo con los artículos 6 y 8 de la ley 11/1986 de Patentes.