

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 810 255**

51 Int. Cl.:

F28D 20/00 (2006.01)

F24S 60/30 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.03.2017 PCT/EP2017/054873**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.09.2017 WO17149063**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.03.2017 E 17708488 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020 EP 3423772**

54 Título: **Tanque de almacenamiento de calor de funcionamiento optimizado**

30 Prioridad:

04.03.2016 FR 1651837

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

08.03.2021

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
Bâtiment "Le Ponant D", 25 rue Leblanc
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**MOLINA, SOPHIE;
BRUCH, ARNAUD y
COUTURIER, RAPHAËL**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 810 255 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Tanque de almacenamiento de calor de funcionamiento optimizado

5 **Campo técnico y antecedente de la invención**

La presente invención se refiere a un tanque de almacenamiento de calor según la reivindicación 1 y a un método para gestionar una instalación que comprende al menos uno de dichos tanques.

10 Muchos campos y numerosas aplicaciones industriales implementan el almacenamiento de calor. El almacenamiento de calor permite la recuperación de calor de procesos industriales, la recuperación del exceso de energía o el desacoplamiento entre el momento de producción de energía térmica y su uso.

15 Por ejemplo, en el área de la energía solar térmica concentrada (CSP para "Concentrated Solar Power" en terminología inglesa), el exceso de calor producido durante las horas de fuerte luz solar puede almacenarse para su uso al final del día.

20 El almacenamiento de calor generalmente se puede lograr en forma de energía sensible (variando el nivel de temperatura de un material de almacenamiento sólido o líquido), en forma de energía latente (cambiando la fase de un material de almacenamiento) o finalmente en la forma de energía química (usando reacciones químicas endotérmicas y exotérmicas).

25 En el caso del almacenamiento de calor por calor sensible, el calor se almacena elevando la temperatura de un material de almacenamiento que puede ser líquido, sólido o una combinación de ambos.

30 Los procesos industriales que implican el uso o la conversión de energía térmica por medio de un ciclo termodinámico, por ejemplo mediante el uso de una turbina de vapor, generalmente implican dos niveles de temperatura que son las condiciones límite del ciclo. Se busca mantener estos dos niveles de temperatura tan constantes como sea posible para obtener un funcionamiento optimizado del ciclo. De hecho, por ejemplo, las turbinas de vapor que convierten la energía térmica en energía eléctrica tienen una mayor eficiencia cuando la temperatura de entrada a la turbina se mantiene constante a un valor predefinido. En consecuencia, el almacenamiento asociado con dichos sistemas debe respetar estas características y permitir, por ejemplo, liberar calor a un nivel de temperatura constante.

35 Un ejemplo de este tipo de operación es el campo de la energía solar térmica concentrada donde un sistema de almacenamiento típico consiste en dos tanques llenos de fluido de almacenamiento a dos niveles de temperatura. Uno de los tanques se almacena a una temperatura baja constante y el segundo tanque de almacenamiento a una temperatura alta constante. La temperatura de salida del tanque caliente es, por lo tanto, constante durante la extracción.

40 También hay sistemas que comprenden un solo tanque que contiene tanto el fluido caliente como el fluido frío. Por tanto existe una estratificación térmica dentro del tanque, con el fluido caliente situado en la parte superior y el fluido frío situado en la parte inferior que están separados por una región de transición llamada "termoclina".

45 El uso de un solo tanque reduce la cantidad de componentes, como bombas, válvulas, etc. y simplifica el control.

50 En un almacenamiento de tipo termoclina, el material de almacenamiento puede ser un líquido de transferencia de calor o, ventajosamente, una mezcla de un fluido de transferencia de calor y un material sólido barato. El uso de dicho material sólido también permite mejorar la segregación del fluido caliente y el fluido frío al reducir los efectos de la remezcla. En este último caso, hablamos de "termoclina dual" (o "termoclina de medios mixtos").

Este tanque de "termoclina dual" tiene la ventaja de reducir la cantidad de líquido requerido, y sabiendo que los materiales sólidos de tipo rocoso son baratos, el coste total se reduce.

55 En un tanque de termoclina, para tener en cuenta las diferencias de densidad y evitar movimientos de convección naturales, el fluido de transferencia de calor se introduce desde la parte superior del tanque durante las fases de almacenamiento y desde el fondo del tanque durante las fases de extracción. Por lo tanto, el almacenamiento se caracteriza por una zona caliente en la parte superior del tanque, una zona fría en la parte inferior y una zona de transición entre las dos zonas llamada termoclina. El principio de este tipo de almacenamiento de calor es crear un "pistón térmico", es decir, el avance de un frente térmico lo más delgado posible y uniforme en sentido transversal. Esto permite mantener temperaturas constantes durante las fases de carga y descarga.

60 Durante las fases de carga, el líquido frío se retira del tanque desde abajo y se calienta, por ejemplo, pasando a través de un intercambiador de calor de un colector solar, y a continuación se devuelve al tanque desde arriba. Durante una fase de descarga, el líquido caliente se retira del tanque desde arriba y se envía, por ejemplo, al evaporador de un ciclo termodinámico que incorpora una turbina, en la que se enfría y a continuación se devuelve al

tanque por abajo. Durante las fases de carga y descarga, el pistón térmico se mueve hacia arriba y hacia abajo, respectivamente.

5 El almacenamiento del tipo de "termoclina dual" basado en una mezcla de fluido de transferencia de calor líquido y matriz sólida implica velocidades de fluido muy bajas del orden de unos pocos mm/s para garantizar la transferencia de calor entre el fluido y la carga estática y limitar la falta de uniformidad.

10 El documento FR2990502 describe un tanque de almacenamiento térmico del tipo de "termoclina dual" que comprende una matriz sólida y un líquido de transferencia de calor distribuido en varias etapas en comunicación fluida, cada etapa que comprende una capa de matriz sólida, las capas de matriz sólida de dos etapas consecutivas que están separadas por una capa de líquido de transferencia de calor en la que aparecen movimientos de convección natural en caso de falta de uniformidad de temperatura en un plano transversal. Estos movimientos de convección natural aseguran una homogeneización de la temperatura, lo que permite restablecer una homogeneidad de la temperatura transversal en los lechos de matriz sólida.

15 Si bien este tanque permite que se acerque al funcionamiento de tipo pistón térmico, no obstante aparece un engrosamiento de la zona de termoclina.

20 Por lo tanto, no se puede garantizar una temperatura constante del fluido en la fase de descarga durante toda la fase de descarga. Esto da como resultado un control degradado de la temperatura en la salida del tanque. Dicho control degradado va acompañado de degradación del rendimiento de los sistemas que utilizan fluido caliente, como una turbina de una central eléctrica que requiere una temperatura de entrada lo más estable posible.

25 Además, por ejemplo, en el caso de un tanque de almacenamiento térmico implementado en una planta de energía solar, este generalmente se dimensiona en función del rendimiento en el equinoccio. Por lo tanto, el almacenamiento es insuficiente para los días con un fuerte sol de verano, lo que generalmente implica un desenfoque de los espejos y, por lo tanto, una pérdida de energía, y demasiado grande para los días de invierno, con un sol débil. No es posible cambiar el tanque de una temporada a otra. Por lo tanto, el almacenamiento térmico no está optimizado. Surge un problema de flexibilidad en el uso del tanque de almacenamiento térmico.

30 El documento US8554377 describe en una realización un tanque del tipo termoclina dual que comprende varias válvulas para extraer el líquido distribuido sobre la altura del tanque y un intercambiador de calor, el fluido extraído se calienta pasando a través de un intercambiador de calor y a continuación se reinyecta en el depósito en la parte superior del tanque. El propósito de esta circulación de fluidos es mejorar la gestión del tanque. La extracción a varios niveles en el lecho rocoso parece ser compleja de llevar a cabo, en particular debido al ciclo térmico al que está sometido el lecho rocoso. El documento WO 2012/171436 describe un tanque de almacenamiento de calor de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

40 **Exposición de la invención**

Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es proporcionar un tanque de almacenamiento térmico del tipo "termoclina dual" con un funcionamiento mejorado.

45 También es un objetivo de la presente invención proporcionar un tanque de almacenamiento térmico que ofrezca una mayor flexibilidad en su funcionamiento.

50 El objetivo de la presente invención se logra mediante un tanque de almacenamiento térmico que comprende una matriz sólida y un líquido de transferencia de calor distribuido en varias etapas en comunicación fluida, cada etapa que comprende una capa de matriz sólida, las capas de matriz sólida de dos etapas consecutivas que están separadas por una capa de líquido. El tanque también tiene un distribuidor de líquido en el fondo inferior del tanque, un distribuidor de líquido orientado hacia arriba y un distribuidor de líquido orientado hacia abajo dispuesto al menos parcialmente en al menos una capa de líquido entre dos etapas.

55 Gracias a la invención, es posible inyectar líquido en el tanque a diferentes alturas del mismo, la elección de la altura de inyección que se puede hacer en función de la temperatura del fluido a inyectar y la distribución de temperatura en el tanque. De hecho, el depósito puede ser tal que incluya varias zonas para inyectar fluido caliente a diferentes temperaturas y un pistón térmico asociado con cada zona de inyección.

60 Además, el uso de varios distribuidores sobre la altura del tanque hace posible usar todo o parte del tanque de acuerdo con las necesidades de almacenamiento, por ejemplo, en el caso de una planta de energía solar, las necesidades de almacenamiento generalmente son mayores en verano que en invierno. La invención ofrece una gran flexibilidad de uso sin modificación del tanque.

65 En otras palabras, se produce un tanque de almacenamiento térmico que comprende varios puntos de carga y descarga distribuidos sobre su altura, lo que permite optimizar el funcionamiento y la eficiencia del tanque, tanto

desde el punto de vista del almacenamiento como desde el punto de vista de la explotación del calor almacenado.

Muy ventajosamente, el tanque de acuerdo con la invención es particularmente adecuado para una explotación multitérmica, es decir, el uso del calor almacenado para suministrar varios sistemas de consumo simultáneamente, cada uno operando en un rango de temperatura dado distinto del rango de temperatura de los otros sistemas.

Por lo tanto, la presente invención se refiere a un tanque de almacenamiento de calor según la reivindicación 1.

El tanque comprende ventajosamente n lechos de elementos sólidos separados por $n-1$ capas de líquido, siendo n un número entero positivo mayor que 1, y como máximo $n-1$ primeros medios de recolección y distribución intermedios y como máximo $n-1$ segundos medios de recolección y distribución intermedios.

Preferiblemente, n es al menos cuatro y preferiblemente igual a 6 y cada capa de líquido comprende un primer medio de recolección y distribución intermedio y un segundo medio de recolección y distribución intermedio.

El tanque puede incluir sensores para medir la temperatura del fluido en todas o parte de las capas de líquido.

Los elementos de almacenamiento térmico sólidos tienen ventajosamente al menos dos tamaños de partículas diferentes. La capa de líquido de transferencia de calor puede tener un espesor de entre 1 cm y 10 cm.

Preferiblemente, la envuelta es una férula y la altura de cada lecho es menor que el diámetro de la envuelta.

La presente invención también se refiere a una instalación según la reivindicación 6.

Los medios de conexión controlables comprenden preferiblemente válvulas solenoides y la instalación comprende una unidad de control para dichas válvulas solenoides.

La unidad de control ventajosamente está programada para controlar los medios de conexión en función de las temperaturas de funcionamiento de los sistemas operativos p y las temperaturas de las capas de líquido.

La unidad de control también se puede programar para controlar los medios de conexión de modo que el tanque se cargue mediante los medios superiores de recolección y distribución y al menos uno de los $n-1$ primeros medios de recolección y distribución intermedios y el suministro de al menos un sistema de usuario está garantizado por los medios de recolección y distribución inferiores y al menos uno de los $n-1$ segundos medios de recolección y distribución intermedios situados debajo del primer medio de recolección y distribución controlado por la unidad de control.

La unidad de control también se puede programar para controlar los medios de conexión para suministrar varios sistemas de usuario simultáneamente.

La unidad de control se puede programar para controlar al menos los medios de conexión de un primer medio de recolección y distribución intermedio y los medios de conexión de un segundo medio de recolección y distribución intermedio situados directamente sobre dicho primer medio de recolección y distribución y para reducir el volumen de almacenamiento activo del tanque. El tanque puede incluir un fondo superior curvado, estando situado el medio superior de recolección y distribución en el fondo superior curvado. Cuando al menos un compartimento está aislado, la unidad de control está programada para controlar los medios de conexión del medio superior de recolección y distribución.

En un ejemplo ventajoso, el sistema para producir el fluido caliente es un campo solar y el sistema o sistemas de usuario se seleccionan al menos de un sistema de producción de electricidad, un sistema de producción de agua caliente y un sistema de producción de frío.

Preferiblemente, durante un período de luz solar máxima promedio, la unidad de control se puede programar para controlar los medios de conexión de modo que no se aisle ningún compartimento, en períodos de luz solar mínima promedio se aíslan varios compartimentos, y en el período de luz solar intermedia promedio se aísla al menos un compartimento.

El campo solar incluye ventajosamente receptores solares del tipo Fresnel.

La presente invención también se refiere a un método para gestionar una instalación según la invención, según la reivindicación 13.

En un modo de funcionamiento, el método de gestión también puede incluir las etapas de:

- detección de una demanda de alto flujo de fluido,
- control de los medios de conexión para que el medio superior de recolección y distribución y al menos parte de

los segundos medios de recolección y distribución intermedios garanticen el suministro del fluido.

En otro modo de funcionamiento, el método de administración también puede incluir las etapas:

- 5 - conocimiento de la luz solar promedio de los diferentes períodos de un año, por ejemplo, las estaciones,
- el control de los medios de conexión para adaptar el volumen de fluido activo que participa en el almacenamiento en función de la luz solar promedio.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

10 La presente invención se entenderá mejor con la ayuda de la descripción que sigue y de los dibujos adjuntos en los que:

- 15 - La Figura 1 es una vista en sección longitudinal de una realización a modo de ejemplo de un tanque de almacenamiento de calor según la invención,
- la Figura 2 es una vista superior de una realización a modo de ejemplo de un dispensador que puede implementarse en el tanque de acuerdo con la invención,
- la Figura 3 es una representación esquemática de una planta de energía solar que comprende un depósito de acuerdo con la invención y dos sistemas de distribución,
- 20 - la Figura 4 es una representación esquemática de un tanque de acuerdo con la invención en la fase de descarga que permite la descarga a alta velocidad y, por lo tanto, a alta potencia,
- las Figuras 5A a 5D representan esquemáticamente un ejemplo de un tanque según la invención en cuatro estados operativos, en otoño, en invierno, en primavera y en verano, respectivamente.
- la Figura 6 representa gráficamente el promedio de los perfiles mensuales normales de luz solar directa en W/m^2 para cuatro ubicaciones I, II, III y IV según el mes, con 1 correspondiente al mes de enero,
- 25 - la Figura 7 representa gráficamente los perfiles de temperatura de un día de invierno en un tanque en el estado operativo de la Figura 5D y en un tanque de trabajo cuyo volumen corresponde aproximadamente a una cuarta parte del de la Figura 5D,
- la Figura 8 representa gráficamente los perfiles de temperatura en °C de un volumen de almacenamiento con y sin fondo curvado para el mismo día de invierno, dimensionándose la altura,
- 30 - la Figura 9 es una representación esquemática de una denominada planta de energía solar multitérmica que usa un tanque de almacenamiento térmico de acuerdo con la invención,
- la Figura 10 es una representación esquemática de otro modo de funcionamiento de una planta de energía solar que comprende un tanque de acuerdo con la invención que comprende dos compartimentos, en los que el tanque está, por un lado, cargado por un campo solar y, por otro lado, suministra un sistema de producción de
- 35 frío.

Exposición detallada de realizaciones particulares

40 En la siguiente descripción, se utilizarán sin distinción los términos "etapa" o "compartimento".

Los términos "inferior", "superior", "alto" y "bajo" se consideran en relación con la orientación del tanque en la Figura 1.

45 Sobre la Figura 1, podemos ver una vista en sección longitudinal de un ejemplo de tanque de almacenamiento de calor R según la invención.

El tanque tiene una envuelta cilíndrica 2 con un eje longitudinal X. En el ejemplo mostrado, el tanque tiene una sección circular.

50 El eje longitudinal X está destinado a estar sustancialmente orientado verticalmente como en la representación de la Figura 1.

55 La envuelta 2 está formada por una férula 4 y dos fondos curvados 6, 8 que cierran los extremos longitudinales superior e inferior respectivamente de la férula 4. Una envuelta que comprende uno o dos fondos planos está dentro del alcance de la presente invención.

60 El interior del tanque está dividido en varios compartimentos C1, C2, C3 superpuestos a lo largo del eje longitudinal X. Cada compartimento C1, C2, C3 tiene un fondo G1, G2, G3 que forma un soporte que garantiza la retención de elementos de almacenamiento térmico sólido mientras permite la comunicación fluida entre los compartimentos y un lecho TH1, TH2, TH3 de elementos sólidos de almacenamiento térmico. Solo el lecho TH1 está representado por elementos sólidos.

65 Además, una capa de líquido de transferencia de calor L2, L3 está situada encima de cada lecho TH2, TH3, de elementos sólidos de almacenamiento térmico, respectivamente.

El volumen útil del tanque no incluye zona de vacío, de modo que el volumen no ocupado por los elementos sólidos se llena con el fluido de transferencia de calor.

5 En el ejemplo que se muestra, la zona ubicada debajo del lecho TH3 delimitado por el fondo curvado inferior 8 está llena de líquido y un material sólido, por ejemplo de tipo hormigón. Esto también permite reducir la cantidad de fluido de transferencia de calor utilizado.

10 Los elementos de almacenamiento térmico están formados, por ejemplo, por rocas y/o arena. Preferiblemente, los elementos tienen al menos dos tamaños de partículas, asegurando así un buen llenado y reduciendo los espacios libres para el líquido de transferencia de calor. Ventajosamente, los elementos sólidos de almacenamiento térmico están formados por bloques de roca y arena, con la arena que llena los espacios entre los bloques de roca.

15 Preferiblemente, se selecciona un factor de 10 entre las medianas de los dos tamaños de partícula, lo que permite el llenado del espacio libre entre rocas grandes con rocas pequeñas. Por ejemplo, las rocas grandes tienen un diámetro de aproximadamente 3 cm y las rocas pequeñas tienen un diámetro de aproximadamente 3 mm. La distribución del volumen es la siguiente: aproximadamente el 75 % del volumen de las rocas grandes y el 25 % de las rocas pequeñas.

20 Estas pueden ser, por ejemplo, rocas aluviales compuestas principalmente de sílice. Las rocas se seleccionan de acuerdo con sus características vinculadas a la capacidad de almacenamiento térmico y a su comportamiento térmico (densidad, capacidad de masa térmica y conductividad térmica) y a su compatibilidad con el líquido de transferencia de calor, por ejemplo, la compatibilidad entre la naturaleza geológica de la roca y del líquido de transferencia de calor.

25 El líquido de transferencia de calor es, por ejemplo, aceite o sales fundidas. Por ejemplo, el aceite puede ser Therminol66® o Jarytherm DBT®, estos no muestran interacciones particulares con las rocas aluviales, y más generalmente los aceites térmicos sintéticos de alta temperatura pueden ser adecuados para usar con rocas aluviales.

30 En aras de la simplicidad, los "lechos de elementos sólidos de almacenamiento térmico" se designarán en lo sucesivo "lecho de almacenamiento térmico".

35 Por lo tanto, los soportes son adecuados para soportar mecánicamente los lechos de almacenamiento térmico, para retener los elementos de pequeño tamaño de partícula, como arena y para dejar pasar el líquido de transferencia de calor.

Los soportes están formados, por ejemplo, por rejillas en una sola pieza o en varias partes dispuestas en rejillas.

40 Las rejillas incluyen, por ejemplo, una tela metálica cuyo tamaño de malla es tal que retiene los elementos sólidos de tamaños de partículas más pequeños.

Cada soporte G1, G2, G3 se suspende, por ejemplo, en la férula por medio de una cala anular que bordea la superficie interna de la férula a la altura deseada.

45 El tanque también incluye medios para admitir y recoger el líquido en el tanque.

Los medios de admisión y recolección se distribuyen a lo largo de la dirección longitudinal en el tanque.

50 Para simplificar, cada medio de admisión y recolección será designado por el "distribuidor" en la siguiente descripción.

En el ejemplo mostrado, el tanque incluye un distribuidor superior DS situado en el fondo curvado superior 6 y un distribuidor inferior DI situado en el fondo curvado inferior 8.

55 Los distribuidores intermedios D2.1, D2.2, D3.1, D3.2 están dispuestos al nivel de cada capa de líquido L2, L3. "Dispuesto al nivel de la capa de líquido" significa "dispuesto en la capa de líquido o justo encima o justo debajo de la capa de líquido, parcial o completamente".

60 En el ejemplo que se muestra, en cada capa de líquido se disponen un distribuidor orientado hacia arriba D2.1, D3.1, es decir, que inyecta fluido por encima de él en la representación de la Figura 1, y un distribuidor orientado hacia la base D2.2, D3.2, es decir, que inyecta fluido debajo de él en la representación de la Figura 1. Los distribuidores en cada capa de líquido se pueden colocar en el lecho rocoso.

65 En cada capa de líquido, el distribuidor D2.1, D3.1 orientado hacia arriba se encuentra por encima del distribuidor D2.2, D3.2 orientado hacia abajo.

La disposición de los distribuidores D2.1 a D3.2 en las capas de líquido y no en los lechos rocosos tiene la ventaja de evitar los riesgos de degradación mecánica de los distribuidores que pueden resultar de la diferencia en la expansión térmica entre las rocas y los distribuidores y de la compactación y los movimientos del lecho rocoso.

5 Sin embargo, se puede prever que los distribuidores D2.1, D3.1 estén dispuestos en las rejillas en los lechos rocosos y los distribuidores D2.2 y D3.2 estén dispuestos debajo de las rejillas en su totalidad o en parte en las capas de líquido.

10 Cada lecho rocoso, con la excepción de los lechos rocosos más altos e inferiores, está rodeado por un distribuidor situado sobre el lecho rocoso y un distribuidor situado debajo del lecho rocoso.

Sobre la Figura 2, podemos ver una realización ventajosa de un distribuidor visto desde arriba. Los distribuidores inferior, superior e intermedio pueden tener la estructura del distribuidor de la Figura 2.

15 El distribuidor de la Figura 2 comprende un conducto de suministro 26 conectado al suministro externo de líquidos y los conductos de distribución 28 conectados al conducto de suministro y que se extiende transversalmente con respecto a este último. En el ejemplo mostrado, los conductos de distribución 28 son perpendiculares al conducto de suministro 26. Cada conducto está provisto de una pluralidad de orificios de distribución que aseguran la distribución del líquido a lo largo de su eje.

20 El conducto principal se extiende ventajosamente a lo largo de un diámetro de la férula. Ventajosamente, también los conductos de distribución tienen diferentes longitudes dependiendo de su posición a lo largo del conducto principal, de modo que el distribuidor cubre sustancialmente toda la sección transversal de la férula.

25 Se pueden prever otras formas de distribuidores, preferiblemente las formas que aseguran una distribución homogénea de los líquidos que suministran al tanque.

En el ejemplo mostrado, cada capa de líquido L2, L3 comprende un par de distribuidores intermedios. Se podría esperar que solo una parte de las capas de líquido comprenda pares de distribuidores.

30 Además, en el ejemplo mostrado, el tanque comprende tres compartimentos y dos pares de distribuidores intermedios, pero esto no es en modo alguno limitante, podría incluir más o menos compartimentos y más o menos distribuidores intermedios. El número de pares de distribuidores intermedios se selecciona para permitir una mejor gestión de la estratificación térmica del tanque y para hacer que el funcionamiento del tanque sea más flexible, teniendo en cuenta la complejidad para controlar el almacenamiento y el coste y la dificultad de fabricación.

35 Por ejemplo, para tamaños de tanques de almacenamiento de unos pocos metros de diámetro, habitualmente de 5 a 20 m, y de unos pocos metros de altura, habitualmente de 5 a 15 m, se pueden proporcionar cuatro o cinco pares de distribuidores intermedios.

40 Además, en el ejemplo mostrado, los compartimentos tienen sustancialmente la misma altura y los pares de distribuidores se distribuyen regularmente a lo largo de la altura del tanque. Puede haber compartimentos de diferentes alturas y/o pares de distribuidores distribuidos irregularmente a lo largo del tanque.

45 Ahora se describirán ejemplos de controles de los distribuidores del tanque de la Figura 1 particularmente ventajosos.

50 Los distribuidores inferior, superior e intermedio están conectados de forma fluida a fuentes de fluido caliente y frío y a sistemas que utilizan el fluido almacenado en el tanque, mediante circuitos de fluido y medios para controlar la circulación del fluido entre los distribuidores y las fuentes de fluido caliente y frío. Estos medios de control son, por ejemplo, válvulas solenoides controladas por una unidad de control tipo ordenador, que controla el estado de las válvulas solenoides de acuerdo con los diferentes modos de funcionamiento del tanque, que dependen de la instalación en la que está instalado. Estos modos de funcionamiento se encuentran en forma de programas de ordenador. Sin embargo, son posibles medios de control manual.

55 Sobre la Figura 3, podemos ver una representación esquemática de un ejemplo de una planta de energía solar, por ejemplo del tipo Fresnel, que comprende un campo solar 30 en el que circula el fluido a calentar, al menos un tanque de almacenamiento térmico según la invención que comprende dos compartimentos y dos distribuidores intermedios D2.1 y D2.2 y al menos dos sistemas 32, 34 que usan el fluido calentado por el campo solar directamente o a través del tanque de almacenamiento térmico, el sistema 32 es, por ejemplo, una turbina de vapor y el sistema 34 es, por ejemplo, un sistema para producir agua caliente.

60 El tanque puede tener dos pistones térmicos dependiendo del modo de funcionamiento, uno entre el distribuidor DI y el distribuidor D2.2 y el otro entre el distribuidor D2.1 y DS.

65 Gracias a la presente invención, la instalación de la Figura 3 puede presentar varios modos de funcionamiento:

En modo de carga, es decir, el campo solar que suministra fluido caliente al tanque:

- 5 - El tanque R puede usarse de acuerdo con un funcionamiento "convencional". En este caso, en la fase de carga, el campo solar 30 suministra fluido caliente al tanque a través del distribuidor DS y el distribuidor DI extrae el fluido frío.
- 10 - En otra realización en la que intervienen los distribuidores D2.1 y D2.2, durante la fase de carga, el distribuidor DS inyecta el fluido caliente procedente del campo solar 30 en el tanque y el distribuidor D2.1 extrae el fluido frío. Paralelamente, el distribuidor DI suministra fluido frío al tanque y el distribuidor D2.2 extrae fluido caliente para suministrar al consumidor 34. Gracias a la invención, es posible cargar simultáneamente el tanque desde el campo solar mientras se realiza una descarga para suministrar solo la máquina 34.

En modo de descarga, es decir, la cámara solar no suministra fluido caliente:

- 15 - El tanque se puede usar en el siguiente modo de funcionamiento convencional en el que el distribuidor DI suministra líquido frío al tanque y el distribuidor DS extrae líquido caliente para suministrar a los consumidores 32 y 34 en serie.
- 20 - El tanque puede funcionar de acuerdo con otra realización, en la que se realiza una descarga específica para el consumidor 32 o para el consumidor 34 en diferentes momentos según sea necesario. Para suministrar al consumidor 32, el fluido caliente se extrae a través del distribuidor DS y el fluido se inyecta en el tanque a través del distribuidor D2.1. Para suministrar al consumidor 34, el fluido es extraído por el distribuidor D2.2 y DI inyecta fluido en el tanque. Gracias a la invención, es posible separar las descargas para los diversos consumidores térmicos y, por ejemplo, se puede usar el consumidor 34 sin tener que usar el consumidor 32.

En este modo de funcionamiento, el tanque suministra fluido caliente a la turbina 32 o al consumidor 34.

25 Además, con un dispositivo según la invención, es posible descargar el fluido con caudales más altos que los de los tanques de la técnica anterior limitando la deformación del frente térmico.

30 De hecho, como se esquematiza en la Figura 4, el líquido se puede extraer de los distribuidores D2.1, D3.1 simultáneamente, siendo el caudal en cada distribuidor menor que el caudal capaz de generar falta de homogeneidad transversal de temperatura, caídas de presión significativas y problemas de inercia entre la matriz sólida y el fluido de transferencia de calor. Las velocidades de desplazamiento V del fluido deseadas para evitar perturbar el tanque son unos pocos mm/s

35 Si consideramos un tanque completamente cargado, es decir, todo el fluido en el tanque está a la temperatura caliente T_c , todos los distribuidores están en un fluido a la temperatura caliente. En el ejemplo que se muestra, la temperatura caliente T_c es de 300 °C y la temperatura fría T_f es de 150 °C. La unidad de control detecta este estado. Si recibe una orden para proporcionar un alto caudal de fluido caliente, puede controlar las válvulas solenoides para que permitan que el fluido caliente sea extraído por el distribuidor superior y por los distribuidores intermedios situados sobre cada lecho rocoso. Al mismo tiempo, los distribuidores colocados debajo de los lechos rocosos inyectan fluido frío, así como los distribuidores DI. Cada distribuidor puede extraer el fluido a una velocidad inferior a una velocidad que pueda perturbar el frente térmico, por ejemplo 3 mm/s. Los caudales de los diversos distribuidores se suman.

45 En el ejemplo de la Figura 4, se toman tres muestras simultáneamente que corresponde a una potencia extraída que requeriría, sin la invención, una velocidad de 9 mm/s considerando la sección transversal en el tanque de almacenamiento. Simultáneamente, el distribuidor o distribuidores situados debajo de los lechos rocosos inyectan fluido frío en el tanque para mantener un volumen constante.

50 Este tipo de control también puede funcionar si el tanque está parcialmente cargado. Las muestras solo se toman en las etapas que se encuentran a la temperatura deseada donde se requieren un caudal alto. En este caso, solo inyectan fluido los distribuidores situados directamente debajo de los lechos rocosos de los cuales el distribuidor toma fluido.

55 El tanque según la invención es capaz de suministrar un mayor caudal de fluido con las mismas condiciones de temperatura fría y temperatura caliente. Por lo tanto, permite extraer más energía al limitar las perturbaciones del frente térmico, es decir, sin degradar el intercambio entre la matriz sólida y el fluido de transferencia de calor y, por lo tanto, al limitar la degradación del rendimiento del tanque.

60 Esta operación para aumentar el caudal perturba el estado del tanque, pero esta perturbación se puede manejar y el hecho de poder responder a una fuerte demanda de energía tiene una gran ventaja.

65 Sobre las Figuras 5A a 5D, puede verse un tanque de almacenamiento térmico R según la invención en diferentes estados de funcionamiento durante las cuatro estaciones del año. Estos estados solo se dan a modo de ejemplo y corresponden a una instalación en la que las necesidades de almacenamiento en verano son mayores que las de invierno.

La Figura 5A corresponde al tanque en otoño.
 La Figura 5B corresponde al tanque en invierno.
 La Figura 5C corresponde al tanque en primavera.
 La Figura 5D corresponde al tanque en verano.

5 Sobre la Figura 6, podemos ver el promedio de los perfiles normales mensuales de luz solar directa E_m en W/m^2 para cuatro ubicaciones I, II, III y IV según el mes, con 1 correspondiente al mes de enero.

10 Hay un cambio significativo en la luz del sol durante el año. Por ejemplo, la ubicación II muestra poca variación estacional entre invierno y verano, mientras que la ubicación III y IV muestra una variación significativa entre invierno y verano. Por lo tanto, las necesidades de almacenamiento entre invierno y verano son significativamente diferentes para las ubicaciones III y IV. Para la ubicación III, el requisito de almacenamiento es mayor en invierno que en verano y viceversa para la ubicación IV.

15 Gracias al tanque de acuerdo con la invención, es posible adaptar la capacidad de almacenamiento del tanque en función de la variación de la luz solar y, por lo tanto, hacer que el almacenamiento sea más eficiente.

20 Cuando se reducen las necesidades de almacenamiento, es posible limitar el almacenamiento en uno o más compartimientos en lugar de almacenar calor en todo el tanque.

Las áreas de la cuadrícula son aquellas utilizadas para el almacenamiento.

25 Como se muestra en la Figura 5D, en verano, el almacenamiento se realiza en toda la altura del tanque para tener un volumen de almacenamiento máximo. En invierno, el volumen de almacenamiento se reduce, por ejemplo, a dos compartimientos como se muestra sobre la Figura 5B. En primavera (Figura 5C) y en otoño (Figura 5A), se pueden utilizar tres de los cuatro compartimientos disponibles.

30 Sobre la Figura 7, podemos ver representados los perfiles de temperatura en $^{\circ}C$ de un volumen de almacenamiento en función de la altura de almacenamiento H en invierno. La altura es adimensional.

35 La curva P1 corresponde al perfil de temperatura al final de la carga para el mismo día para un volumen de almacenamiento correspondiente a la Figura 5D. La curva P2 corresponde al perfil de temperatura al final de la carga para un día dado para un volumen de almacenamiento que corresponde aproximadamente a una cuarta parte del de la Figura 5D. La temperatura de carga es de $300^{\circ}C$ y la temperatura de descarga es de $180^{\circ}C$.

40 Se puede ver que el frente térmico es más avanzado para el volumen reducido (curva P2) que para el volumen de la Figura 5D. Además, la temperatura al final de la carga en la parte superior del volumen de almacenamiento en el caso del volumen reducido (P2) es de $295^{\circ}C$, mientras que en la parte superior del volumen de almacenamiento completo (P1) que corresponde al volumen total del tanque es de $275^{\circ}C$.

El área sombreada corresponde a la ganancia resultante de la reducción en el volumen de almacenamiento.

45 Al descargar el volumen de almacenamiento de la Figura 5B, el fluido extraído está a una temperatura más alta, lo que hace posible prever mayores rendimientos para los consumidores térmicos.

Esta modificación del volumen de almacenamiento es muy fácil de lograr controlando las válvulas solenoides asociadas a cada uno de los distribuidores.

50 En verano, las conexiones con el circuito de fluidos de todos los distribuidores intermedios se interrumpen, solo se utilizan los distribuidores superior e inferior, como un tanque de almacenamiento de termoclinas de la técnica anterior.

55 En invierno, el distribuidor superior y el distribuidor orientado hacia arriba dispuestos encima del segundo compartimento están conectados a los circuitos de fluido, y las conexiones de los otros distribuidores con el circuito de fluido se interrumpen.

60 Las modificaciones en las conexiones de los distribuidores al circuito de fluido se establecen en función de las variaciones en la luz solar promedio observada. Las modificaciones en las conexiones se pueden controlar automáticamente por la unidad de control o manualmente.

65 Adaptar el volumen de almacenamiento en función de la cantidad de luz solar permite una mejor visibilidad del funcionamiento del tanque, especialmente en invierno. De hecho, en invierno en la ubicación IV, la energía suministrada es proporcionalmente baja en comparación con el volumen de almacenamiento de todo el tanque. Por lo tanto, la energía inyectada tiene poco impacto en el desplazamiento del pistón térmico dentro del tanque. Este pequeño desplazamiento es difícil de detectar. Por el contrario, al reducir el volumen de almacenamiento, el

suministro de energía es proporcionalmente alto, lo que provoca un mayor desplazamiento del pistón térmico, más fácilmente detectable. Este desplazamiento del frente térmico está representado en la Figura 7. Por lo tanto, se facilita la gestión de la instalación. La detección de este desplazamiento puede llevarse a cabo mediante mediciones de temperatura en el tanque. Como vemos en la Figura 7, en el caso de P1, observamos un avance más significativo del frente térmico que en P2: la medición de T permitió visualizar el frente térmico y su desplazamiento.

Preferiblemente, la reducción en el volumen de almacenamiento del tanque se obtiene "eliminando" los compartimentos inferiores, es decir, aislando el distribuidor inferior y el distribuidor D3.2 para primavera y otoño y aislando el distribuidor inferior y los distribuidores D2.1, D2.2, D3.1 y D3.2 para el invierno. Esto evita una remezcla entre el fluido caliente inyectado y un fluido frío por convección. De hecho, durante una fase de carga, el fluido caliente se inyecta en la parte superior del volumen de almacenamiento. Si el compartimento superior estuviera aislado para reducir el volumen de almacenamiento, el fluido caliente inyectado se mezclaría con el fluido situado en el compartimento superior que no participaría en el almacenamiento y, por tanto, se reduciría la eficiencia del almacenamiento.

Sin embargo, en el caso de tanques que tienen un fondo curvado superior como en los ejemplos mostrados, se puede prever durante una reducción de volumen para aislar el compartimento superior, es decir, para desconectar el distribuidor superior y el distribuidor D2.1 para que la inyección de fluido caliente tenga lugar no entre el fondo curvado y el lecho rocoso superior TH1, sino entre el lecho rocoso TH2 y el lecho rocoso TH1, y el fluido caliente a continuación ingresa directamente al nivel de la matriz sólida (Figura 5B). La degradación de los perfiles de temperatura entonces se encuentra limitada. El fondo curvado corresponde a un volumen adicional que no se llena con una matriz sólida, sino solo con fluido de transferencia de calor y, por lo tanto, más sensible que el resto del volumen del tanque a la remezcla por convección natural, un fenómeno que degrada el rendimiento del almacenamiento. Al inyectar directamente en el lecho rocoso, se reduce este fenómeno de remezcla.

Ventajosamente en invierno, el compartimento TH4 y el compartimento TH1 están aislados, y el almacenamiento tiene lugar en los compartimentos TH2 y TH3 solo como se muestra en el diagrama de la Figura 5B.

Sobre la Figura 8, podemos ver los perfiles de temperatura en un día de invierno en el caso de un volumen de almacenamiento como el de la Figura 5B (curva P3) en el que la inyección tiene lugar entre dos compartimentos y no al nivel del fondo superior, y en el caso de un volumen de almacenamiento con dos compartimentos en el que la inyección tiene lugar al nivel del fondo curvado (curva P4). Se puede ver en la curva P3 que el nivel de temperatura alta no se degrada, y la temperatura al final de la carga en la parte superior del volumen de almacenamiento es igual a 300 °C, que es la temperatura de carga. En la configuración de almacenamiento de la Figura 8, el engrosamiento del gradiente térmico es limitado y se mejora el rendimiento de almacenamiento. La Figura 8 muestra, por lo tanto, el interés de que pueda haber un día de invierno, en el caso de que haya poca energía térmica a almacenar, entre 2 niveles internos del tanque en lugar de pasar por el fondo curvado superior.

Además, al aislar parte del tanque de almacenamiento, parte del fluido no circula y se deja "en reposo", esta parte del fluido no corre el riesgo de degradarse por sobrecalentamiento, por ejemplo al circular en receptores solares.

La seguridad y la vida útil de la instalación aumentan. Además, se reducen los costes de mantenimiento de la instalación y reemplazo del fluido.

Como se ha explicado anteriormente, los tanques de la técnica anterior generalmente se dimensionan en el equinoccio, por tanto, no están optimizados para operar en invierno ni para operar en pleno verano. Gracias a la invención, el tanque se puede dimensionar de modo que su volumen de almacenamiento máximo garantice un funcionamiento óptimo en pleno verano, es decir, cuando la luz solar es máxima, el volumen de almacenamiento se puede adaptar para optimizar el almacenamiento cuando se reduce la luz solar. Por lo tanto, en pleno verano, los espejos ya no tienen que desenfocarse para reducir la energía transmitida al tanque. Se puede almacenar una cantidad máxima de calor.

Sobre la Figura 9, podemos ver un ejemplo de una denominada planta de energía solar multitérmica que usa un tanque de almacenamiento térmico de acuerdo con la invención.

La planta de energía solar comprende un campo solar 30, un tanque R según la invención y varios consumidores o usuarios de la energía térmica recogida por el campo solar, y la energía térmica se envía directamente a los consumidores y/o se envía después del almacenamiento en el tanque. El tanque tiene tres compartimentos.

Los consumidores se designan 32, 34 y 36. La referencia 32 designa, por ejemplo, un sistema de producción de electricidad, como una turbina de vapor, la referencia 34 designa, por ejemplo, un sistema de producción de agua caliente y la referencia 36 designa, por ejemplo, un sistema de producción de frío.

Los diferentes consumidores están conectados en paralelo al tanque de almacenamiento. Cada consumidor es suministrado por un distribuidor que se encuentra en la capa de líquido cuyo nivel de temperatura corresponde al requerido para la operación del consumidor. El fluido que sale de cada consumidor se reinyecta en el tanque en el

distribuidor situado directamente debajo del distribuidor que abastece al consumidor.

Se entenderá que cada consumidor de hecho puede comprender varios consumidores conectados en serie.

5 Por ejemplo, el distribuidor superior suministra el sistema de producción de electricidad con fluido a 300 °C porque es el que generalmente requiere la temperatura más alta, y el fluido se reinyecta en el tanque, por ejemplo, a una temperatura de 200 °C. El sistema de producción de agua es suministrado por un distribuidor intermedio con fluido a 250 °C y el fluido se reinyecta en el tanque a una temperatura de 160 °C. El sistema de producción de frío se
10 suministra con fluido a 160 °C-170 °C y el fluido que sale del sistema de producción de frío se reinyecta en el tanque de almacenamiento mediante un distribuidor inferior a una temperatura de 100 °C. Todos los consumidores pueden recibir el suministro simultáneamente, independientemente de la temperatura de salida del fluido de cada consumidor. Por el contrario, en las plantas de energía solar de última generación, los consumidores están conectados en serie. El sistema de producción de electricidad se suministra primero con la temperatura más alta y los otros consumidores "recuperan" el calor restante. Si la temperatura de salida es demasiado baja para la
15 producción de electricidad, pero suficiente para el próximo consumidor en la conexión en serie, es este el que recibe el suministro directamente.

20 Como se ilustra en el ejemplo anterior, es posible inyectar un fluido en el tanque por un distribuidor intermedio a una temperatura inferior a la temperatura a la que el distribuidor intermedio situado a continuación retira el fluido.

25 Sobre la Figura 10, se puede ilustrar otro modo de funcionamiento de una planta de energía solar que comprende un tanque de acuerdo con la invención que comprende dos compartimentos, en los que el tanque se carga por un lado por el campo solar 30 y por otro lado suministra, por ejemplo, el sistema de producción de frío, como una máquina de absorción.

El tanque tiene un distribuidor superior, un distribuidor inferior, un distribuidor intermedio orientado hacia arriba y un distribuidor intermedio orientado hacia abajo. Este tanque lo puede realizar el tanque de la Figura 1 cambiando las válvulas o válvulas solenoides adecuadamente.

30 Considerando el tanque de la Figura 1, el distribuidor superior DS está conectado a la salida del campo solar y carga el tanque, y el distribuidor intermedio D3.1 orientado hacia arriba está conectado a la entrada del campo solar. El distribuidor intermedio orientado hacia abajo D3.2 está conectado al sistema de producción de frío y el distribuidor inferior DI está conectado a la salida del sistema de producción de frío.

35 Son posibles otras configuraciones, por ejemplo, es posible suministrar simultáneamente dos consumidores y cargar el tanque.

40 Por lo tanto, el tanque de acuerdo con la invención permite una gran flexibilidad y adaptabilidad y permite diferentes modos de funcionamiento de una planta de energía solar.

A continuación se describirá un ejemplo de un método de fabricación de un tanque según la invención.

45 La matriz sólida utilizada en el tanque comprende preferiblemente una mezcla de dos tamaños de partículas, por ejemplo, comprende rocas de unos pocos cm de tamaño característico y arena de unos pocos mm de diámetro. Los diversos compartimentos se llenan con la matriz sólida, por ejemplo, de acuerdo con el proceso descrito en el documento FR2990501.

50 Por ejemplo, en cada compartimento se produce una capa de rocas con una altura de aproximadamente 13 cm-14 cm, esta capa, por ejemplo, tiene una porosidad de 0,4. A continuación la arena se vierte sobre la capa de rocas y fluye entre las rocas. La adición de arena se detiene cuando los granos están al ras con la superficie del lecho rocoso. Preferiblemente, la altura del lecho rocoso de un compartimento puede alcanzar varios metros, por lo tanto, las etapas básicas anteriores se repiten varias veces para llenar completamente un compartimento.

55 Preferiblemente, la arena se seca antes de su instalación facilitando su flujo entre las rocas.

La realización del tanque se puede realizar de acuerdo con las siguientes etapas:

- a) Instalación del distribuidor inferior en el fondo curvado inferior;
- b) Instalación de una rejilla de fijación, dejando un espacio libre debajo, que a continuación se llenará con fluido de transferencia de calor;
- 60 c) Establecimiento de la matriz sólida de acuerdo con el método descrito anteriormente repitiendo las etapas básicas para alcanzar la altura deseada del lecho rocoso, por ejemplo, del orden de 2 m;
- d) Instalación de un primer distribuidor intermedio orientado hacia abajo. Se apoya, por ejemplo, en la matriz sólida;
- 65 e) Instalación de un segundo distribuidor intermedio sobre el primer distribuidor. Los orificios del segundo distribuidor están orientados hacia la parte superior del tanque de almacenamiento;

ES 2 810 255 T3

Las etapas b), c), d) y e) se repiten hasta alcanzar el número deseado de compartimentos.

- 5 f) Instalación del distribuidor superior;
- g) Instalación de la parte inferior curva superior.

Los lechos rocosos pueden tener diferentes alturas entre sí.

- 10 La férula, por ejemplo, se construye progresivamente apilando porciones tubulares.

Se podría prever que los dos distribuidores intermedios dispuestos sobre cada lecho rocoso sean de una sola pieza, sin embargo cada distribuidor intermedio tiene su propio canal de fluido.

- 15 El tanque de almacenamiento de acuerdo con la invención puede usarse como tanque de almacenamiento en cualquier tipo de instalación que requiera almacenamiento y/o suministro de fluido caliente a temperaturas controladas y constantes, por ejemplo en una planta de energía solar, por ejemplo del tipo Fresnel, o en una torre de una planta de energía solar. También se puede usar en instalaciones industriales que producen fluidos calientes que uno puede desear almacenar para su uso posterior y/o el uso de fluidos calientes.

- 20 Se puede utilizar en una gran cantidad de instalaciones porque ofrece un amplio rango de operación.

REIVINDICACIONES

1. Tanque de almacenamiento de calor que comprende una envuelta (2) con un eje longitudinal (X), eje longitudinal que está destinado a estar sustancialmente orientado verticalmente, estando dicha envuelta llena de un líquido de transferencia de calor y elementos de almacenamiento de calor sólido, un extremo longitudinal superior equipado con un medio superior de recolección y distribución (DS) en un líquido a una primera temperatura y un segundo extremo longitudinal inferior provisto de un medio inferior de recolección y distribución (DI) en un líquido a una segunda temperatura, dichos elementos de almacenamiento de calor sólidos están distribuidos en al menos dos lechos (TH1, TH2, TH3) superpuestos a lo largo del eje longitudinal (X), separados por una capa de líquido (L1, L2, L3), con el líquido que puede fluir entre el extremo longitudinal superior y el extremo longitudinal inferior **caracterizado por que** comprende al menos un primer medio de recolección y distribución intermedio dispuesto en la capa de líquido y al menos un segundo medio de recolección y distribución intermedio dispuesto en la capa de líquido o inmediatamente encima o inmediatamente debajo de la capa de líquido parcial o totalmente, **por que** el primer medio de recolección y distribución intermedio está orientado de tal manera que recoge y distribuye el fluido en el lecho de elementos sólidos situados sobre el primer medio de recolección y distribución intermedio y **por que** el segundo medio de recolección y distribución intermedio está orientado de tal manera que recolecte y distribuya el fluido en el lecho de elementos sólidos situados debajo del segundo medio de recolección y distribución intermedio.
2. Tanque de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende n lechos de elementos sólidos separados por $n-1$ capas de líquido, siendo n un número entero positivo mayor de 1, y como máximo $n-1$ primeros medios de recolección y distribución intermedios y como máximo $n-1$ segundos medios de recolección y distribución intermedios, siendo n ventajosamente igual a al menos cuatro y preferiblemente igual a 6, y en el que cada capa de líquido comprende un primer medio de recolección y distribución intermedio y un segundo medio de recolección y distribución intermedio.
3. Tanque de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, que comprende sensores para medir la temperatura del fluido en todas o una parte de las capas de líquido.
4. Tanque de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los elementos de almacenamiento de calor sólidos tienen al menos dos granulometrías diferentes.
5. Tanque de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la capa de líquido de transferencia de calor (L1, L2, L3) tiene un espesor comprendido entre 1 cm y 10 cm y/o en el que la envuelta (2) es una férula y en la que la altura de cada lecho (G1, G2, G3) es menor que el diámetro de la envuelta (2).
6. Instalación que comprende:
- al menos un tanque de almacenamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5 en combinación con la reivindicación 2,
 - al menos un sistema para producir fluido caliente,
 - p sistemas que utilizan el fluido caliente, siendo p mayor o igual a 1 y menor o igual a n ,
 - medios de conexión que pueden controlarse entre el medio superior de recolección y distribución, una salida de evacuación del sistema para producir fluido caliente y las entradas de suministro de los p sistemas que utilizan el fluido caliente,
 - medios de conexión que pueden controlarse entre los $n-1$ primeros medios de recolección y distribución intermedios, la salida de evacuación del sistema para producir fluido caliente y las entradas de suministro de los p sistemas que usan el fluido caliente,
 - medios de conexión que pueden controlarse entre el medio inferior de recolección y distribución y una entrada de suministro del sistema para producir fluido caliente y las salidas de evacuación de los p sistemas que utilizan el fluido caliente,
 - medios de conexión que pueden controlarse entre los $n-1$ segundos medios de recolección y distribución intermedios, la entrada de suministro del sistema para producir fluido caliente y las salidas de evacuación de los p sistemas que usan el fluido caliente.
7. Instalación de acuerdo con la reivindicación 6, en la que los medios de conexión que pueden controlarse comprenden válvulas solenoides y la instalación comprende una unidad para controlar dichas válvulas solenoides, estando la unidad de control ventajosamente programada para controlar los medios de conexión en función de las temperaturas de funcionamiento de los p sistemas de utilización y de las temperaturas de las capas de líquido.
8. Instalación de acuerdo con la reivindicación 7, en la que la unidad de control está programada para controlar los medios de conexión de tal manera que la carga del tanque sea proporcionada por el medio superior de recolección y distribución y al menos uno de los $n-1$ primeros medios de recolección y distribución intermedios y el suministro de al menos un sistema de usuario es proporcionado por el medio inferior de recolección y distribución y al menos uno de los $n-1$ segundos medios de recolección y distribución intermedios situados debajo de los primeros medios de recolección y distribución controlados por la unidad de control.

9. Instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 u 8, en la que la unidad de control está programada para controlar los medios de conexión de tal manera que suministren simultáneamente varios sistemas de usuario.
- 5 10. Instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 9, en la que la unidad de control está programada para controlar al menos los medios para la conexión de un primer medio de recolección y distribución intermedio y los medios para la conexión de un segundo medio de recolección y distribución intermedio situado directamente encima dicho primer medio de recolección y distribución y para reducir el volumen de almacenamiento activo del tanque, el tanque que comprende ventajosamente un fondo curvado superior, estando el medio superior de recolección y distribución situado en el fondo superior curvado y, cuando al menos un compartimento está aislado, estando la unidad de control programada para controlar los medios de conexión del medio superior de recolección y distribución.
- 10
11. Instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 10, en la que el sistema para producir fluido caliente es un campo solar, que comprende ventajosamente receptores solares del tipo Fresnel, y el sistema o sistemas de usuario se seleccionan al menos de un sistema para producir electricidad, un sistema para producir agua caliente y un sistema para producir frío.
- 15
12. Instalación de acuerdo con la reivindicación 11 en combinación con la reivindicación 10, en la que, durante un período de luz solar promedio máxima, la unidad de control está programada para controlar los medios de conexión de tal manera que no se aisle ningún compartimento, en el período de luz solar promedio mínima varios compartimentos están aislados y en el período de luz solar promedio intermedia, al menos un compartimento está aislado.
- 20
13. Método para gestionar una instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 12, que comprende las etapas:
- 25
- conocimiento de las temperaturas de las capas de líquido,
 - conocimiento de los rangos de temperatura de funcionamiento de los q sistemas de usuario,
 - control de los medios de conexión de tal manera que cada sistema de usuario sea suministrado por un fluido cuya temperatura esté cerca o esté dentro del rango de temperatura de funcionamiento del sistema de usuario.
- 30
14. Método de gestión de acuerdo con la reivindicación 13 que comprende las etapas:
- 35
- detección de una demanda sustancial de caudal de fluido,
 - control de los medios de conexión de tal manera que el medio superior de recolección y distribución y al menos una parte de los segundos medios de recolección y distribución intermedios aseguren el suministro de fluido.
- 40
15. Método de gestión de acuerdo con una de las reivindicaciones 13 o 14 en combinación con la reivindicación 11, que comprende las etapas:
- 45
- conocimiento de la luz solar media de los diferentes períodos de un año, por ejemplo, las estaciones,
 - control de los medios de conexión para adaptar el volumen de fluido activo que participa en el almacenamiento en función del período de luz solar promedio.

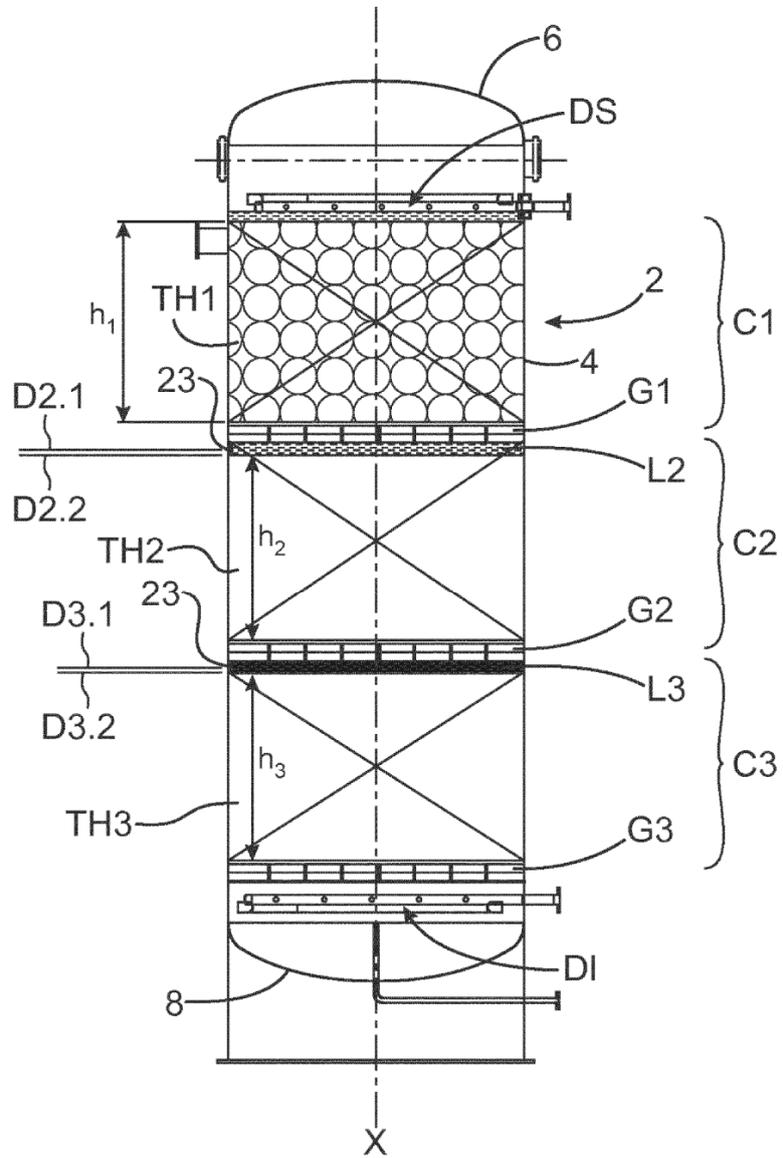


FIG.1

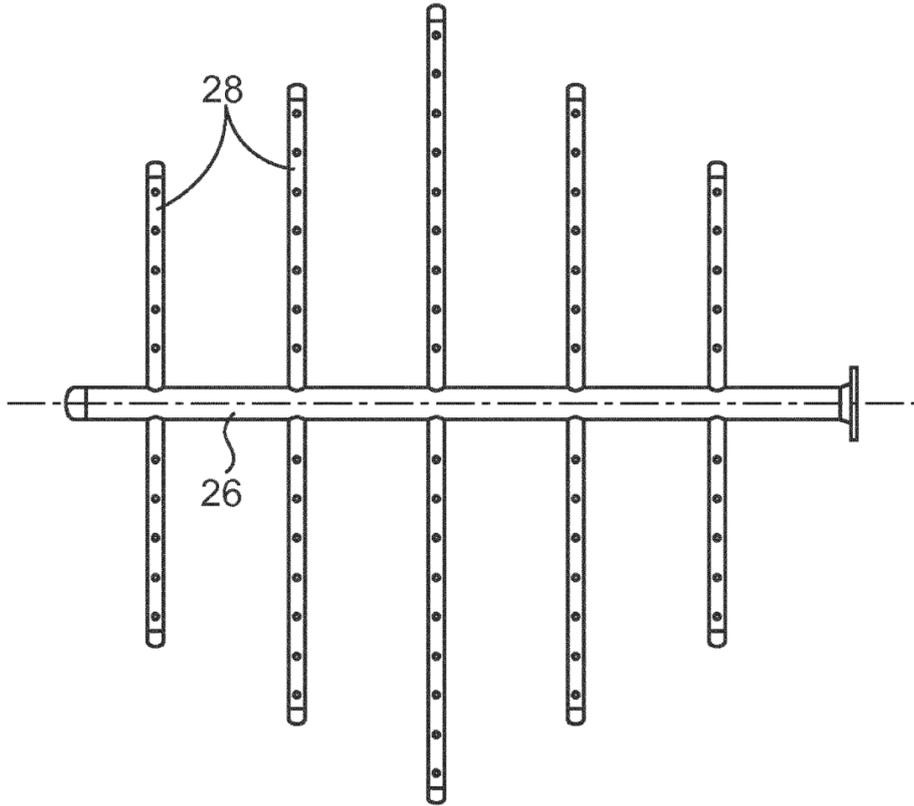


FIG.2

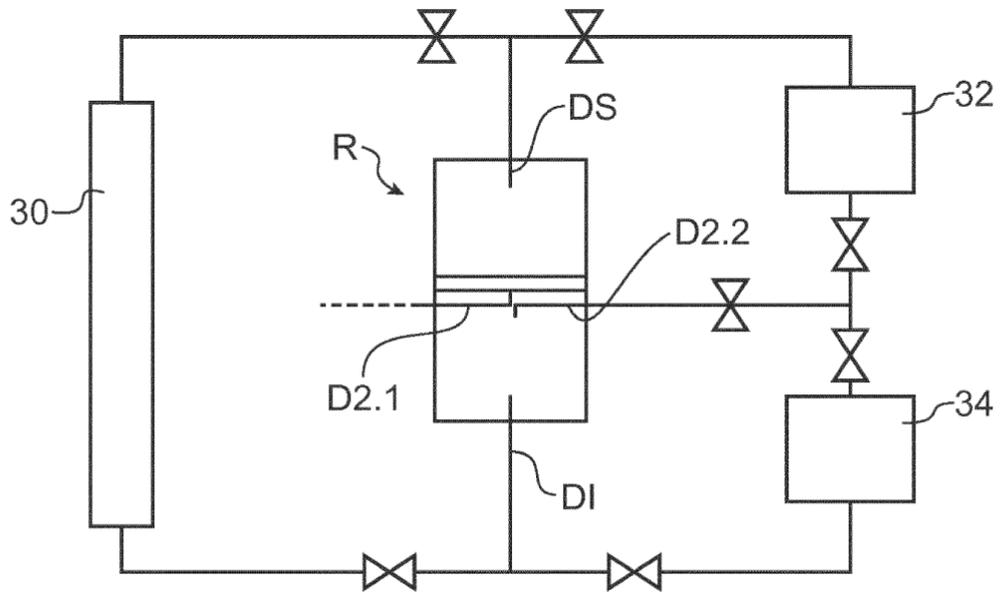


FIG.3

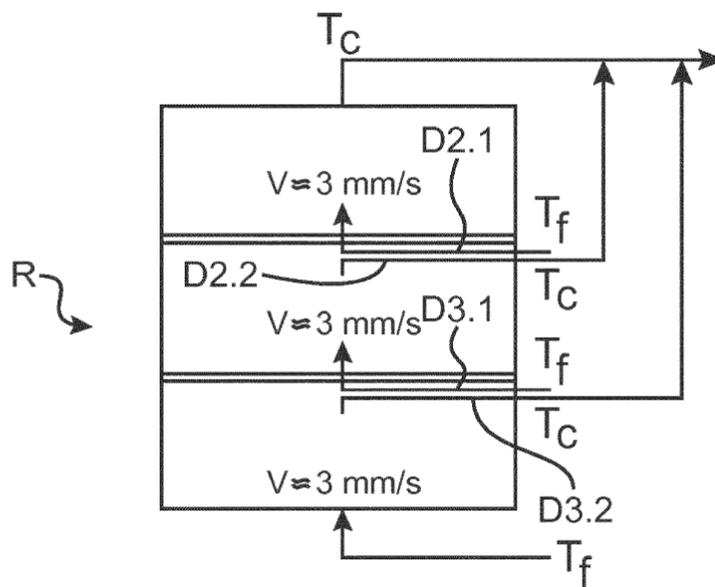


FIG.4

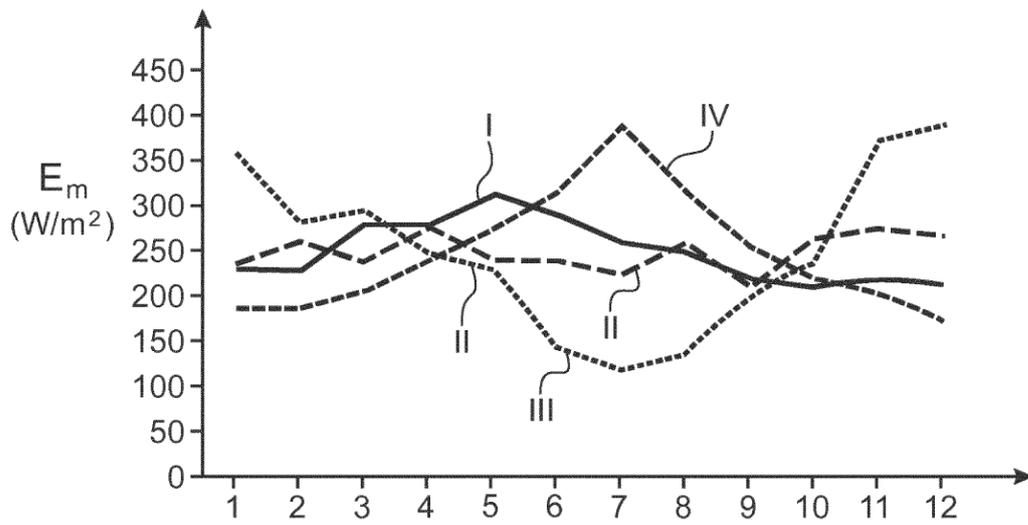
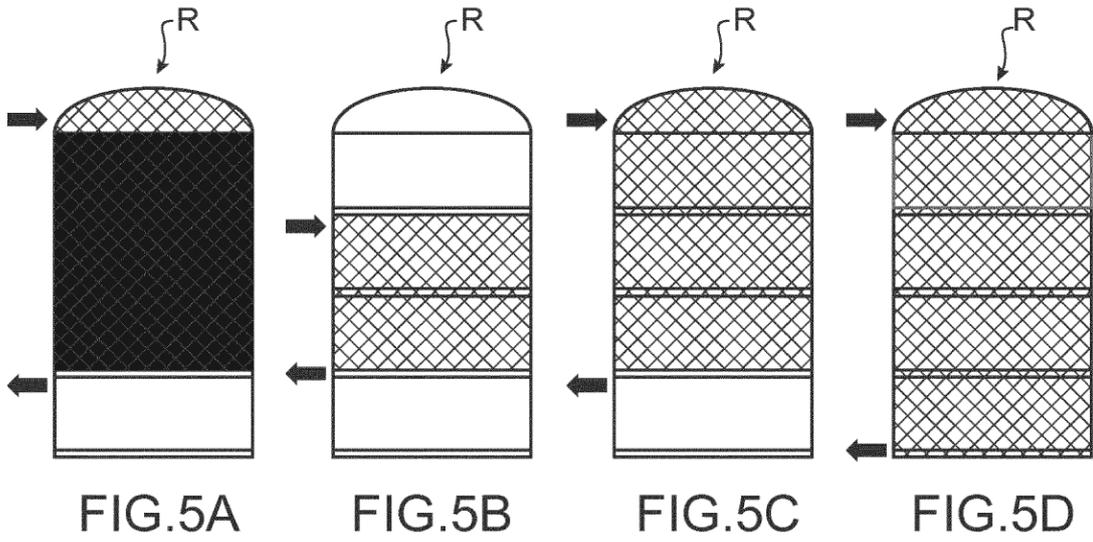


FIG. 6

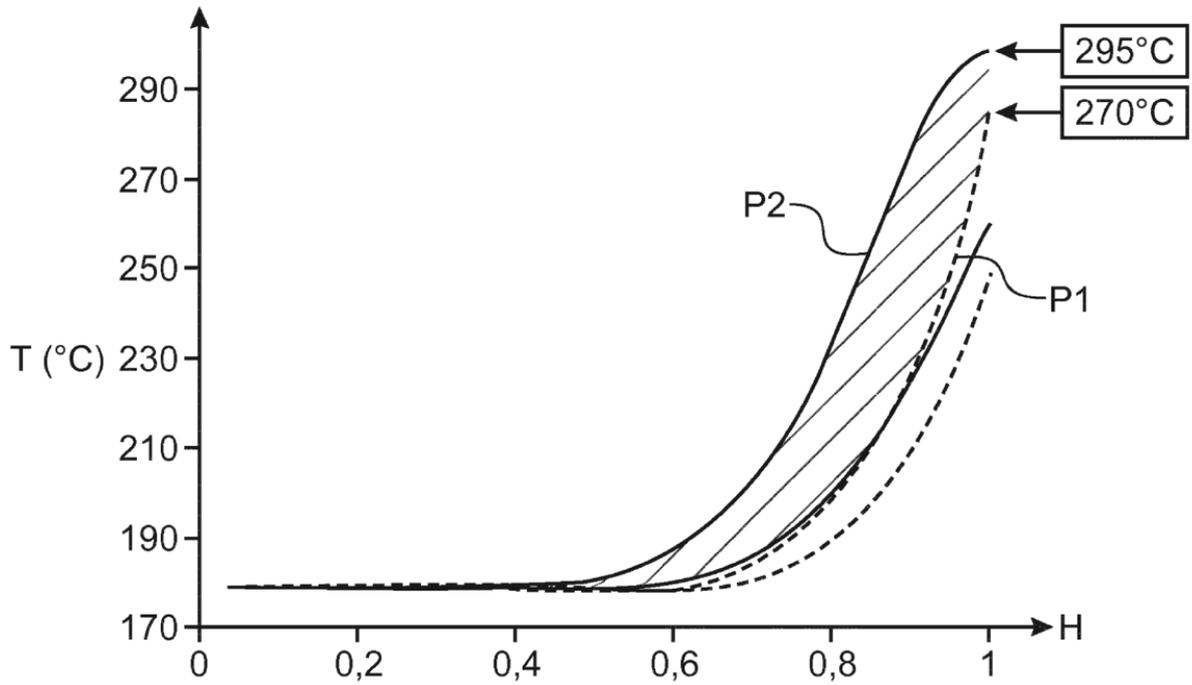


FIG. 7

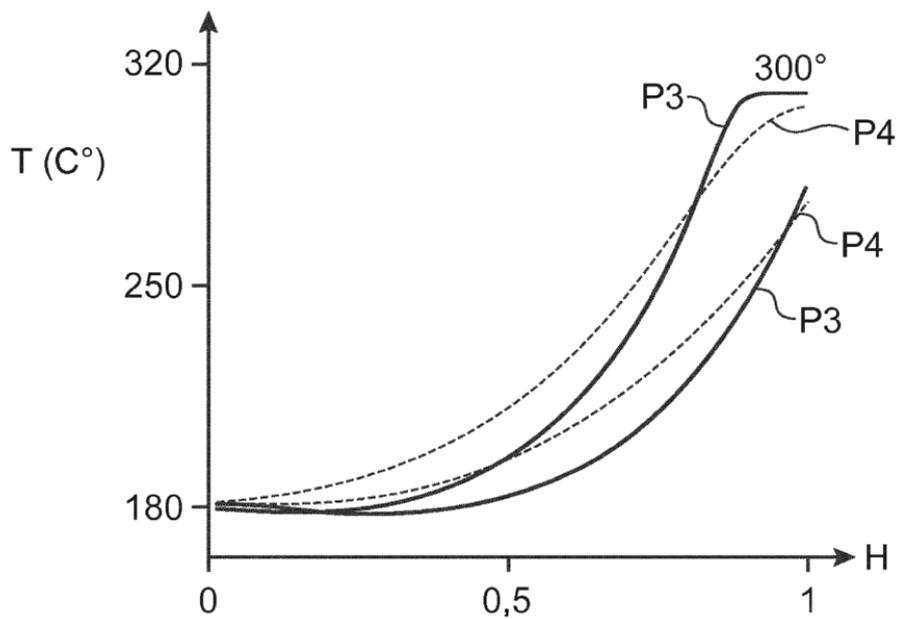


FIG. 8

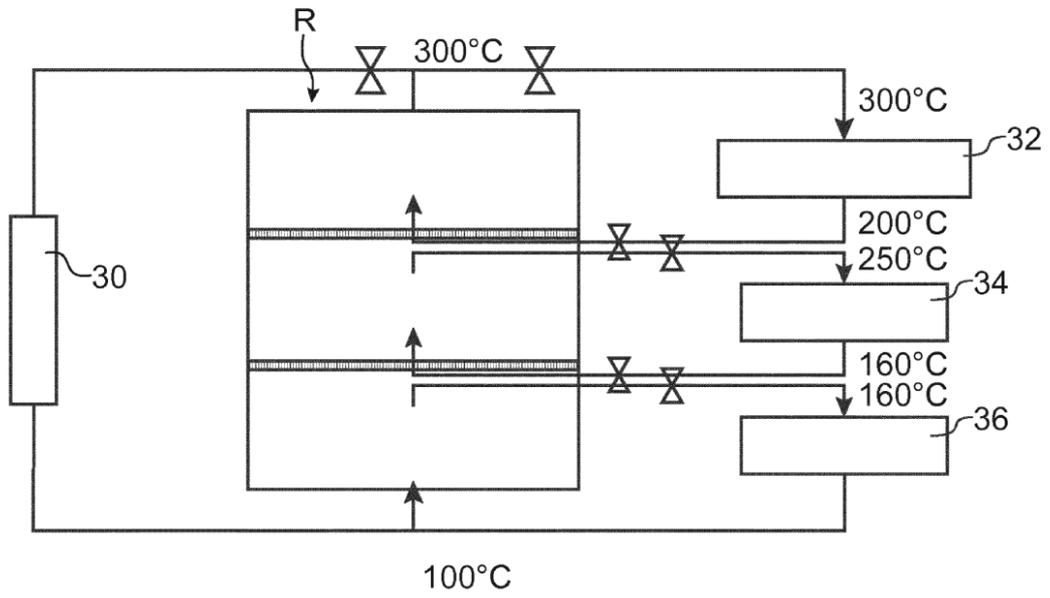


FIG.9

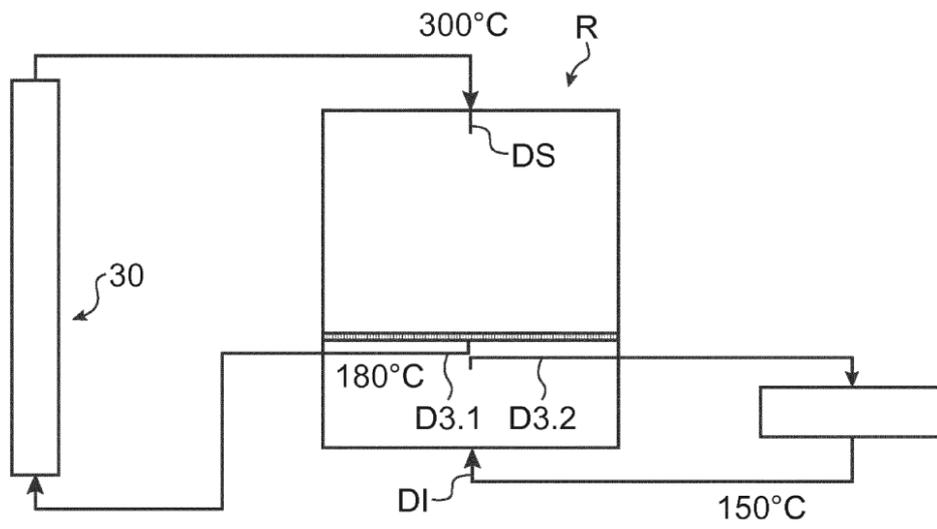


FIG.10