

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 734 220**

51 Int. Cl.:

**F24S 80/30** (2008.01)

**F24S 10/70** (2008.01)

**F24S 20/20** (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.06.2015 E 15171232 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 2955461**

54 Título: **Configuración de receptor solar mejorado**

30 Prioridad:

**12.06.2014 US 201414302953**

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

**04.12.2019**

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC TECHNOLOGY GMBH  
(100.0%)  
Brown Boveri Strasse 7  
5400 Baden, CH**

72 Inventor/es:

**LECH, CHRISTOPHER J.;  
PAYNE, RONALD GIRARD;  
TWEEDIE, JOHN;  
PASHKO, GARY;  
DAS, APURBA;  
DENG, LIN;  
MCGRANE, DAVID;  
INIGO, PEDRO y  
TERDALKAR, RAHUL JAYANT**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 734 220 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

Configuración de receptor solar mejorado

### Campo técnico

La presente invención se refiere a un receptor central solar de una planta de torre de energía concentrada, y más particularmente, a una disposición mejorada de paneles y cabezales y orientación de paneles que comprenden una superficie de transferencia de calor para un receptor central solar.

### Antecedentes

En una disposición típica de una planta de energía solar concentrada, un gran campo de heliostatos se dispone alrededor de un receptor central solar (receptor solar) ubicado sobre una torre de altura sustancial, donde los heliostatos enfocan la luz solar directa sobre el receptor solar para proporcionar calor a un fluido de transferencia de calor, que se aplica para producir vapor para hacer funcionar una turbina y extraer funcionamiento para producir electricidad. El receptor solar generalmente incluye diversos paneles verticales, donde cada uno tiene tubos verticales portadores de fluidos dispuestos entre cabezales que se ubican horizontalmente para la distribución de fluido a los tubos. Las disposiciones de paneles de tubos para configurar el receptor solar son importantes a fin de utilizar efectivamente el flujo solar sin derrames ni fugas (la energía solar no recibida sobre la superficie de transferencia de calor de modo de ser absorbida por el medio de transferencia de calor) y el correcto funcionamiento del receptor solar.

En una disposición, cada panel de la superficie de transferencia de calor comprende un panel de tubos verticales plano entre los cabezales de entrada y salida, en donde los cabezales se posicionan en un plano común a la línea central de la superficie de paneles de tubos. En tal disposición, los paneles adyacentes del receptor solar se posicionan con un espaciado entre los tubos de borde de los paneles adyacentes para adaptarse a la longitud de los cabezales de los paneles. El tamaño del espaciado entre los tubos de borde de los paneles es tal de manera que la expansión térmica de los paneles es insuficiente para cerrar el espaciado entre los tubos de borde de los paneles, lo que provoca un derrame o una fuga del flujo solar, lo que posiblemente podría dañar los componentes internos del receptor solar.

Puede observarse que tal problema se trata en la Patente de los Estados Unidos Nro. US6931851B1 (US'851), donde el espaciado constante entre los paneles adyacentes ha sido abordado al proporcionar un receptor solar con cabezales internos con diseños alternativos de escalonados y biselados. Sin embargo, para un experto en la técnica, será evidente que, en el proceso de creación de tales disposiciones de cabezales internos, se agregan al diseño otras cuestiones, tales como las limitaciones de fabricación, las restricciones de drenaje de fluidos, las complicaciones en la instalación del receptor, el mantenimiento del receptor. El documento EP0106687A2 describe un panel de tubos que incorpora tanto tubos generadores de vapor como tubos de sobrecalentamiento. Al menos dos tubos generadores de vapor paralelos están separados para proporcionar un espacio entre ellos. Un tubo de sobrecalentamiento es contiguo a cada uno de los dos tubos generadores de vapor y está dispuesto hacia atrás de la brecha de modo de cubrir la brecha para recibir energía de radiación desde la parte delantera de la brecha a fin de asegurar una distribución adecuada del flujo de calor incidente entre los tubos de generación de vapor y de sobrecalentamiento, mientras que se elimina la necesidad de elementos de soporte de vibración complejos y costosos para los tubos generadores de vapor. El documento US5862800 describe un panel receptor central solar para transferir energía solar a un flujo de sal fundida, que comprende una pluralidad de tubos de aleación de fatiga de ciclo bajo ensamblados de igual diámetro y espesor de pared. Los paneles están dispuestos en dos circuitos, cada uno con ocho paneles, que tienen una trayectoria de flujo serpentina y forman una superficie cilíndrica y poliédrica.

Por consiguiente, existe la necesidad de desarrollar un receptor solar mejorado, que pueda ser capaz de mantener una separación constante de las disposiciones de paneles, mientras equilibra otras restricciones y cuestiones, como se discutió anteriormente, y que proporcione características y ventajas adicionales.

### Compendio

La presente descripción describe un receptor solar con un diseño mejorado de cabezal y panel, que se presentará en el siguiente compendio simplificado a fin de proporcionar una comprensión básica de uno o más aspectos de la descripción que pretenden superar los inconvenientes discutidos, pero que incluyen todas sus ventajas, además de proporcionar algunas ventajas adicionales. Este compendio no es una visión general completa de la descripción. No pretende identificar elementos claves o críticos de la descripción, ni delinear el alcance de la presente descripción. En cambio, el único propósito de este compendio es presentar algunos conceptos de la descripción, sus aspectos y ventajas, en forma simplificada como preludeo para la descripción más detallada que se presenta a continuación.

Un objeto de la presente descripción es describir un receptor solar con un diseño mejorado de panel y cabezal, que pueda ser capaz de mantener una separación constante de las disposiciones de paneles, mientras equilibra otras restricciones, tales como el diámetro mínimo del receptor, la facilidad de fabricación e instalación, el drenaje total y la reducida tensión de torsión. Además, un objeto de la presente descripción es describir un receptor solar con un diseño mejorado de panel y cabezal, que pueda ser conveniente para usar de manera efectiva y económica en receptores solares que usan agua, vapor, sal fundida y otros fluidos de transferencia de calor. Diversos objetos y características adicionales de la presente descripción serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada y las reivindicaciones.

Los objetos mencionados anteriormente y los adicionales, en un aspecto, pueden lograrse mediante una configuración de receptor solar (receptor) adaptada para incluir una pluralidad de pasajes (pasaje) de transferencia de calor del receptor dispuestos para formar una superficie de transferencia de calor sustancialmente continua. Cada pasaje incluye una pluralidad de paneles. Además, cada panel incluye una pluralidad de tubos, dispuestos tangencialmente, que se extienden verticalmente entre los cabezales inferiores y superiores colocados horizontalmente. Los cabezales, que son conjuntos de tuberías con extremos cerrados, de paneles adyacentes están desplazados horizontal y verticalmente entre sí para formar una superficie de tubo sustancialmente continua. Dicha superficie de tubo continua permite el calentamiento solar del flujo de fluido desde allí en al menos una disposición de flujo paralelo y una disposición de flujo serpentina. Dicha disposición del receptor permite un espaciado constante de las disposiciones de paneles en el diámetro mínimo del receptor. Además, cada panel que tiene un cabezal desplazado verticalmente es adyacente, en cada lado, a un panel que tiene un cabezal desplazado horizontalmente de manera de formar cabezales adyacentes desplazados horizontal y verticalmente, entre sí. Los paneles que tienen el cabezal superior desplazado verticalmente están adaptados para incluir un cabezal inferior desplazado horizontalmente, a fin de equilibrar la caída de presión característica de los paneles adyacentes que tienen una combinación similar de cabezales desplazados vertical y horizontalmente para cada conjunto de paneles.

En una disposición del receptor, los cabezales adyacentes están adaptados para ser dispuestos a una distancia vertical mínima entre sus curvaturas superior e inferior. Además, los cabezales adyacentes están adaptados para disponerse a una distancia horizontal mínima entre las líneas centrales de los cabezales adyacentes, lo que permite que un tubo de borde de uno de los paneles despeje un borde más exterior del cabezal del panel adyacente. Dicha disposición de cabezal adyacente permite un montaje y desmontaje convenientes de la pluralidad de paneles.

En una disposición del receptor, al menos un tubo de la pluralidad de los tubos en cada panel se asigna para ser acoplado en una porción más baja del cabezal superior respectivo. Un tubo de este tipo permite el autodrenaje de los fluidos de cada uno de la pluralidad de paneles, lo que hace que los paneles sean drenables por completo.

En una disposición del receptor, la pluralidad de tubos comprende una cantidad predeterminada de conjuntos de tubos doblados adaptados para ser doblados en dos dimensiones en la proximidad de cada uno de los cabezales inferior y superior, lo que permite una distribución equitativa del fluido a cada tubo dentro del panel, de modo de permitir un control de calidad de fabricación y producción conveniente, y un simplificado inventario de piezas de repuesto y reparación de la unidad.

Estos aspectos, en forma conjunta con los otros aspectos de la presente descripción, junto con las diversas características de novedad que caracterizan la presente descripción, se señalan con particularidad en la presente descripción. Para una mejor comprensión de la presente descripción, sus ventajas operativas y sus usos, se debe hacer referencia a los dibujos adjuntos y a la materia descriptiva en la que se ilustran realizaciones ejemplares de la presente descripción.

## **Breve descripción de los dibujos**

Las ventajas y características de la presente descripción serán mejor comprendidas con referencia a la siguiente descripción detallada y las reivindicaciones, tomadas junto con el dibujo adjunto, en el que los elementos similares se identifican con símbolos similares, y donde:

la Figura 1 ilustra un ejemplo de una planta de energía solar concentrada, de acuerdo con una realización ejemplar de la presente descripción;

la Figura 2 ilustra un ejemplo de representación sólida de una porción de un receptor solar, de acuerdo con la segunda realización ejemplar de la presente descripción;

las Figuras 3A y 3B ilustran diagramas ejemplares de paneles de receptores y un patrón de diseño de cabezal mejorado, de acuerdo con una tercera realización ejemplar de la presente descripción; y

las Figuras 4A y 4B ilustran diagramas de líneas ejemplares de paneles de receptores y una separación mejorada del diseño de cabezal con respecto a los cabezales adyacentes, de acuerdo con la tercera realización ejemplar de la presente descripción.

Los números de referencia iguales se refieren a partes iguales en toda la descripción de las varias vistas de los dibujos.

## **Descripción detallada**

Para una comprensión completa de la presente descripción, se debe hacer referencia a la siguiente descripción detallada, incluidas las reivindicaciones adjuntas, en relación con los dibujos descritos anteriormente. En la siguiente descripción, con propósitos de explicación, se exponen numerosos detalles específicos a fin de proporcionar una comprensión completa de la presente descripción. Sin embargo, será evidente para el experto en la técnica que la presente descripción puede ponerse en práctica sin estos detalles específicos. En otros casos, las estructuras y los aparatos se muestran solo en forma de diagramas de bloques, a fin de evitar oscurecer la descripción. La referencia en esta memoria descriptiva a "una realización", "otra realización", "diversas realizaciones" significa que una característica, rasgo o estructura particular descrito en relación con la realización se incluye en al menos una realización de la presente descripción. La aparición de

la frase "en una realización" en diversos lugares de la memoria descriptiva no se refiere necesariamente a la misma realización, ni las realizaciones separadas o alternativas son mutuamente excluyentes de otras realizaciones. Además, se describen diversas características que pueden ser exhibidas por algunas realizaciones y no por otras. De manera similar, se describen diversos requisitos que pueden ser requisitos para algunas realizaciones, pero pueden no ser requisito de otras realizaciones.

Aunque la siguiente descripción contiene muchos detalles para fines de ilustración, cualquier experto en la técnica apreciará que muchas variaciones y/o alteraciones de estos detalles están dentro del alcance de la presente descripción. De manera similar, aunque muchas de las características de la presente descripción se describen en términos recíprocos, o en conjunto, un experto en la técnica apreciará que muchas de estas características pueden proporcionarse independientemente de otras características. Por consiguiente, esta descripción de la presente descripción se expone sin ninguna pérdida de generalidad y sin imponer limitaciones a la presente descripción. Los términos "un" y "una" en este documento no denotan una limitación de cantidad, sino que denotan la presencia de al menos uno de los ítems a los que se hace referencia.

Con referencia ahora a la Figura 1, se ilustra un ejemplo de una planta de energía solar concentrada 10 con un receptor solar 100, de acuerdo con una realización ejemplar de la presente descripción. La planta de energía 10 incluye un conjunto de torre solar concentrada 12 que tiene una estructura de torre 14, donde el receptor solar 100 se coloca en la parte superior. Sobre el receptor solar 100, los rayos solares se concentran a partir del campo solar compuesto por heliostatos 16 para recolectar energía térmica en un fluido de transferencia de calor. La planta de energía 10 puede incluir además tanques de almacenamiento en frío y calor, 18, 20, respectivamente, y un bloque de energía de ciclo Rankine 22 para generar electricidad. El fluido de sal fundida en el receptor solar 100 se calienta al enfocar la luz solar a través de heliostatos 16. La sal caliente se almacena en el tanque de almacenamiento caliente 18, a una temperatura de alrededor de 565°C, y después de que su energía térmica es utilizada por el ciclo 22 para producir electricidad a través del generador 'G', se almacena en el tanque de almacenamiento en frío 20, a una temperatura de alrededor de 290°C, desde donde se envía adicionalmente al receptor solar 100 para el recalentamiento. Aunque la Figura 1 es una representación de la configuración de la planta de energía solar de sal fundida, sin embargo, sin apartarse del alcance de la presente descripción, la invención descrita en esta descripción está abierta a otra configuración de la planta de energía solar.

En cuanto a la construcción y disposición de la planta de energía 10 con el receptor solar 100 junto con dichos otros componentes, todos son bien conocidos por los expertos en la técnica, no se considera necesario para comprender la presente descripción que se mencionen aquí todos los detalles de construcción y su explicación. En cambio, se considera suficiente simplemente señalar que, como se muestra en las Figuras 2 a 4B, diversos diagramas representan las porciones de los paneles del receptor con un diseño mejorado de la disposición de paneles que se puede utilizar con éxito en relación con cualquier planta de energía operada con energía solar, de una manera efectiva y económica en el receptor solar que utiliza agua, vapor, sal fundida y otros fluidos de transferencia de calor. Además, debe entenderse que el receptor solar puede incluir una diversidad de componentes para realizar su propósito asignado, y solo se muestran aquellos componentes que son relevantes para la descripción de diversas realizaciones de la presente descripción.

Como se muestra en las Figuras 2, 3A y 3B y como se describe en conjunto entre sí, se presenta el receptor solar 100 y sus componentes esenciales. Específicamente, la Figura 2 es un ejemplo de representación sólida de una porción del receptor solar 100. La Figura 3A es una vista en elevación lateral de una disposición de paneles del receptor solar 100. La Figura 3B es una vista de plano superior de una disposición de panel del receptor solar 100. El receptor solar 100 incluye una pluralidad de pasajes de transferencia de calor 120 del receptor (en lo sucesivo, referidos como "pasaje HT 120"). Los pasajes HT 120, que definen las direcciones de flujo del fluido, se pueden organizar para configurar el receptor solar 100 de diversos tamaños y formas, tales como, circular, ovalado, cuadrado, etc. Cada pasaje HT 120 incluye una pluralidad de paneles 130. Además, cada panel 130 incluye una pluralidad de tubos 140, dispuestos tangencialmente, que se extienden verticalmente entre los cabezales colocados horizontalmente inferiores 142 y los cabezales superiores 144 para formar una superficie de tubo substancialmente continua 146. Dicha superficie continua de tubo 146 permite el calentamiento solar del flujo de fluido desde allí en una disposición de flujo paralelo, y una disposición de flujo serpentina. En una realización, los cabezales superiores 144 pueden incluir diversos niples de cabezal 148 configurados perpendiculares a respectivas superficies de cabezales 144. Cada niple 148 del cabezal está acoplado a un tubo 140 respectivo para permitir que la conexión de la fuente de fluido suministre fluido a la pluralidad de tubos 140 a través de los cabezales 144 respectivos para el calentamiento solar. En una de las realizaciones adicionales, los cabezales 142 y 144 pueden incluir puertos de conexión de boquilla 150 para permitir la conexión entre los respectivos cabezales y colectores a fin de suministrar y dar salida al fluido desde los paneles 130, como se conoce en la técnica.

En una disposición del receptor solar 100, la pluralidad de tubos 140 comprende una cantidad predeterminada de conjuntos de tubos doblados. Sin limitar los diseños de tubos doblados, en una realización ejemplar, los tubos 140 están adaptados para ser doblados bidimensionalmente próximos a cada uno de los cabezales inferiores 142 y superiores 144, de modo de permitir una distribución de flujo de fluido igual a cada tubo 140 dentro del panel 130. Específicamente, la torsión bidimensional de los tubos 140 es similar a la que incluye un máximo de dos torsiones, como B1 y B2 (como se muestra en la Figura 3A) en el tubo 140 próximas a cada uno de los cabezales inferiores 142 y superiores 144. Además, aparte de algunos tubos doblados, algunos tubos pueden ser rectos, sin ninguna torsión. Para configurar el panel 130, se pueden organizar números predeterminados de tubos rectos y doblados 140 de cualquier manera adecuada, según se considere apropiado, entre los cabezales 142, 144, mientras se configura el panel 130. Las torsiones de tubos bidimensionales permiten un conveniente control de calidad de fabricación y producción, y permiten un simplificado

inventario de piezas de repuesto y reparación de unidad, para la producción del receptor solar 100. Adicionalmente, al menos un tubo, tal como un tubo 140<sub>1</sub> (como se muestra en la Figura 3A) de la pluralidad de tubos 140 en cada panel 130, es asignado para acoplarse a la porción más inferior 144<sub>bm</sub> de los respectivos cabezales superiores 144. Dicha porción de tubo 140<sub>1</sub> permite el autodrenaje de los fluidos de cada uno de la pluralidad de paneles 130, lo que hace que los paneles sean completamente drenables.

Además, los cabezales 142, 144 entre los que se formaron las superficies de tubo continuas 146 a partir de la pluralidad de tubos 140 de cada panel 130 están adaptados para disponerse de una manera particular entre sí. Específicamente, los cabezales 142, 144 de los paneles adyacentes 130 están desplazados horizontalmente ( $\Delta H$ ) y verticalmente ( $\Delta V$ ) entre sí, en extremos distales de la superficie de tubo sustancialmente continua 146. Cada panel 130 incluye el cabezal desplazado verticalmente ( $\Delta V$ ) 142, 144, que es adyacente a un panel que tiene el cabezal desplazado horizontalmente ( $\Delta H$ ) 142, 144, que forman los cabezales adyacentes desplazados horizontal y verticalmente ( $\Delta H, \Delta V$ ) 142, 144, entre sí, en cada lado: 'U' superior y 'L' inferior del receptor solar 100. El panel, tal como 130, que tiene el cabezal superior 144 verticalmente desplazado ( $\Delta V$ ) está adaptado para incluir el cabezal inferior 142 desplazado horizontalmente ( $\Delta H$ ), a fin de equilibrar la caída de presión característica de los paneles adyacentes 130 que tienen una combinación similar de cabezales desplazados vertical y horizontalmente.

Esto puede entenderse más claramente por referencia a las Figuras 3A y 3B, donde un panel, tal como el panel 130, incluye cabezales superiores 1U e inferiores 1L, que indican el "U" superior y el "L" inferior del receptor solar 100. Del mismo modo, otro panel, tal como el panel 130, incluye cabezales 2U superior y 2L inferior que indican el 'U' superior y el 'L' inferior del receptor solar 100. El cabezal superior 1U es desplazado horizontal ( $\Delta H$ ) y verticalmente ( $\Delta V$ ) con respecto al cabezal superior adyacente 2U y viceversa. Además, se considera que el cabezal superior 2U está desplazado horizontalmente ( $\Delta H$ ) y desplazado verticalmente ( $\Delta V$ ) con respecto al cabezal superior 3U. Una disposición similar es con el lado inferior 'L' del receptor solar 100. Tal disposición de los cabezales 142, 144 permite la formación de disposiciones de cabezales escalonadas alternativas en línea (con respecto a la superficie del tubo 146) y hacia afuera (con respecto a la superficie del tubo 146) del lado superior 'U' e inferior 'L' del receptor solar 100. La Figura 3B ilustra la vista del plano superior de dicha disposición alternativa de cabezales desplazados horizontal ( $\Delta H$ ) y verticalmente ( $\Delta V$ ) del receptor solar 100, que se muestra de modo de incluir diversos cabezales 1U, 2U, 3U ... .NU (donde "N" es el último de una serie de paneles) para propósitos de comprensión.

En una realización de la presente descripción, los cabezales 142, 144 están configurados como conjuntos de tuberías cilíndricas con extremos cerrados, como se muestra, por ejemplo, con respecto al cabezal 144 con extremos cerrados 144a, 144b, en la Figura 2. Sin embargo, sin apartarse del alcance de la presente descripción, pueden ser posibles diversas configuraciones adicionales de los cabezales y sus extremos, que pueden incorporarse en algunas ocasiones, y se considerarán incluidas dentro del alcance de la presente descripción.

Además, en una realización esencial, los cabezales adyacentes (superior e inferior) 142, 144 están adaptados para ser dispuestos a una distancia vertical mínima ( $\Delta V$ ) entre sus curvaturas superior Tcv e inferior Bcv (como se observa en la Figura 3A). Sin embargo, sin apartarse del alcance de la presente descripción, dicha distancia vertical ( $\Delta V$ ) puede especificarse según el requisito del sistema para funcionar de manera eficiente y económica.

Con referencia ahora a las Figuras 4A y 4B, descritas en conjunto con las Figuras 3A y 3B, los cabezales adyacentes 142, 144, además de estar dispuestos a una distancia vertical mínima ( $\Delta V$ ) entre las curvaturas superior Tcv e inferior Bcv, también se adaptan para disponerse a una distancia horizontal mínima ( $\Delta H$ ) entre las líneas centrales LC de los cabezales adyacentes 142, 144, de modo de permitir que un tubo de borde 140<sub>ET</sub> de uno de los paneles tenga una brecha adecuada 'S' con un borde más exterior 144<sub>OE</sub> del cabezal (1U) del panel adyacente. A fin de obtener dicha brecha "S" entre el tubo de borde 140<sub>ET</sub> de uno de los paneles y el borde más exterior 144<sub>OE</sub> del cabezal (1U) del panel adyacente, como se muestra en la Figura 4B, son responsables los parámetros como la longitud total de cada cabezal (HL), el ángulo de orientación ( $\phi$ ) y el desplazamiento horizontal apropiado ( $\Delta H$ ). Con dicha brecha libre "S" entre el tubo de borde del panel 140<sub>ET</sub> de uno de los paneles y el borde más exterior 144<sub>OE</sub> del cabezal (1U) del panel adyacente, se puede lograr el conveniente montaje y desmontaje de la pluralidad de paneles.

La invención de la presente descripción es ventajosa en diversos alcances. Dicho receptor solar con un diseño mejorado de la disposición de paneles puede ser capaz de minimizar el espacio entre los tubos de borde de paneles adyacentes, mientras equilibra otras restricciones, como el diámetro mínimo del receptor, la facilidad de fabricación e instalación, la capacidad de drenaje completo y reducida la tensión de torsión. Específicamente, las simples torsiones de tubo bidimensionales para la conexión entre el cabezal y la superficie de transferencia de calor minimizan los costos de fabricación asociados con otras torsiones de tubo complicadas, como las torsiones tridimensionales. La colocación de al menos un tubo en la parte inferior del cabezal garantiza un drenaje de fluidos sustancialmente completo, de modo de minimizar la posibilidad de bloqueo debido a la congelación del fluido de transferencia de calor, en un ejemplo. Además, la longitud del cabezal sustancialmente menor en el receptor solar reduce el costo de material y manipulación, ya que los niples del cabezal se pueden colocar muy cerca de los casquetes de los extremos del cabezal. Además, la disposición de los cabezales de apoyo minimiza la tensión sostenida en los niples del cabezal. Asimismo, la brecha entre el tubo de borde de uno de los paneles y el borde más exterior del cabezal del panel adyacente permite un conveniente montaje y desmontaje de la pluralidad de paneles. Aún más, el receptor solar con un diseño mejorado de cabezal y panel puede ser conveniente para usar de manera efectiva y económica en el receptor solar utilizando agua, vapor, sal fundida y otros

fluidos de transferencia de calor. Diversas otras ventajas y características de la presente descripción son evidentes a partir de la descripción detallada anterior y las reivindicaciones adjuntas.

Las descripciones anteriores de realizaciones específicas de la presente descripción han sido presentadas con fines de ilustración y descripción. No pretenden ser exhaustivas ni limitar la presente descripción a las formas precisas reveladas, y obviamente, son posibles muchas modificaciones y variaciones a la luz de las enseñanzas anteriores. Las realizaciones se eligieron y describieron a fin de explicar mejor los principios de la presente descripción y su aplicación práctica, para permitir así que otros expertos en la técnica utilicen mejor la presente descripción y diversas realizaciones con diversas modificaciones que sean adecuadas para el uso particular contemplado. Se entiende que se contemplan diversas omisiones y sustituciones de equivalentes, según las circunstancias puedan sugerir o tornar convenientes, pero estas están destinadas a cubrir la aplicación o implementación sin apartarse del alcance de las reivindicaciones de la presente descripción.

**Listado de números de referencia**

10	Planta de energía solar concentrada, planta de energía
12	Conjunto de torre solar concentrada
14	Estructura de torre
16	Heliostatos
18	Tanque de almacenamiento en caliente
20	Tanque de almacenamiento en frío
22	Bloque de energía de ciclo Rankine
100	Receptor solar
120	Pasajes de transferencia de calor de receptor, Pasaje HT
130	Paneles
140, 140 <sub>1</sub>	Tubos
140 <sub>ET</sub>	Tubo de borde
142	Cabezales inferiores
144	Cabezales superiores
144a, 144b	Extremos de cabezal cerrados
144 <sub>bm</sub>	Porción más inferior de cabezal
144 <sub>OE</sub>	Borde más exterior del cabezal
146	Superficie de tubo
148	Niples de cabezal
150	Puertos de conexión de boquilla

## ES 2 734 220 T3

$B_1, B_2$	Torsiones de tubo
U, L	Superior e inferior del receptor solar
$\Delta V, \Delta H$	Desplazamientos vertical y horizontal
1U, 2U	Cabezales superiores
1L, 2L	Cabezales inferiores
Tcv, Bcv	Curvaturas superior e inferior de cabezales
Lc	Líneas centrales de un cabezal
S	Brecha
$H_L$	Longitud de cabezal
$\phi$	Ángulo de orientación
G	Generador

## REIVINDICACIONES

1. Una configuración de receptor solar, que comprende:

una pluralidad de pasajes de transferencia de calor del receptor (120),

donde cada pasaje tiene una pluralidad de paneles (130) que permiten el flujo de fluido desde ellos; y

donde cada panel (130) tiene una pluralidad de tubos (140), dispuestos tangencialmente, que se extienden verticalmente entre cabezales inferiores (142) y superiores (144) colocados horizontalmente, donde los cabezales, los conjuntos de tuberías con extremos cerrados, de paneles adyacentes (130) están desplazados horizontal y verticalmente entre sí para formar una superficie de tubo sustancialmente continua (146) para permitir el calentamiento solar del flujo de fluido desde allí en al menos una disposición de flujo paralelo y una disposición de flujo serpentina;

en donde cada panel (130)

tiene un cabezal desplazado verticalmente que es adyacente, en cada lado, a un panel que tiene un cabezal desplazado horizontalmente para formar cabezales adyacentes desplazados horizontal y verticalmente, entre sí;

en donde al menos uno de los paneles (130) que tiene el cabezal superior (144) desplazado verticalmente está adaptado para comprender el cabezal inferior (142) desplazado horizontalmente, para equilibrar la caída de presión característica de los paneles adyacentes (130) que tienen una combinación similar de cabezales desplazados vertical y horizontalmente para cada conjunto de paneles.

2. La configuración del receptor solar según la reivindicación 1, en donde los cabezales adyacentes están adaptados para ser dispuestos a una distancia vertical mínima entre sus curvaturas superior e inferior para permitir un conveniente montaje y desmontaje de la pluralidad de paneles (130).

3. La configuración del receptor solar según la reivindicación 1, en donde los cabezales adyacentes están adaptados para ser dispuestos a una distancia horizontal mínima entre las respectivas líneas centrales de los cabezales adyacentes, de modo de permitir que un tubo de borde de uno de los paneles (130) despeje un borde más exterior cercano al lado, del cabezal del panel adyacente (130) a fin de permitir un conveniente montaje y desmontaje de la pluralidad de paneles (130).

4. La configuración del receptor solar según la reivindicación 1, en donde al menos un tubo (140) de la pluralidad de tubos (140) en cada panel (130) es asignado para ser acoplado en una porción más baja (144<sub>bm</sub>) del respectivo cabezal superior (144) para permitir el autodrenaje de los fluidos desde cada uno de la pluralidad de paneles (130).

5. La configuración del receptor solar según la reivindicación 1, en donde la pluralidad de tubos comprende una cantidad predeterminada de conjuntos de tubos doblados adaptados para ser doblados bidimensionalmente próximos a cada uno de los cabezales inferiores (142) y superiores (144), de modo de permitir una distribución de fluido igual a cada tubo (140) dentro del panel (130).

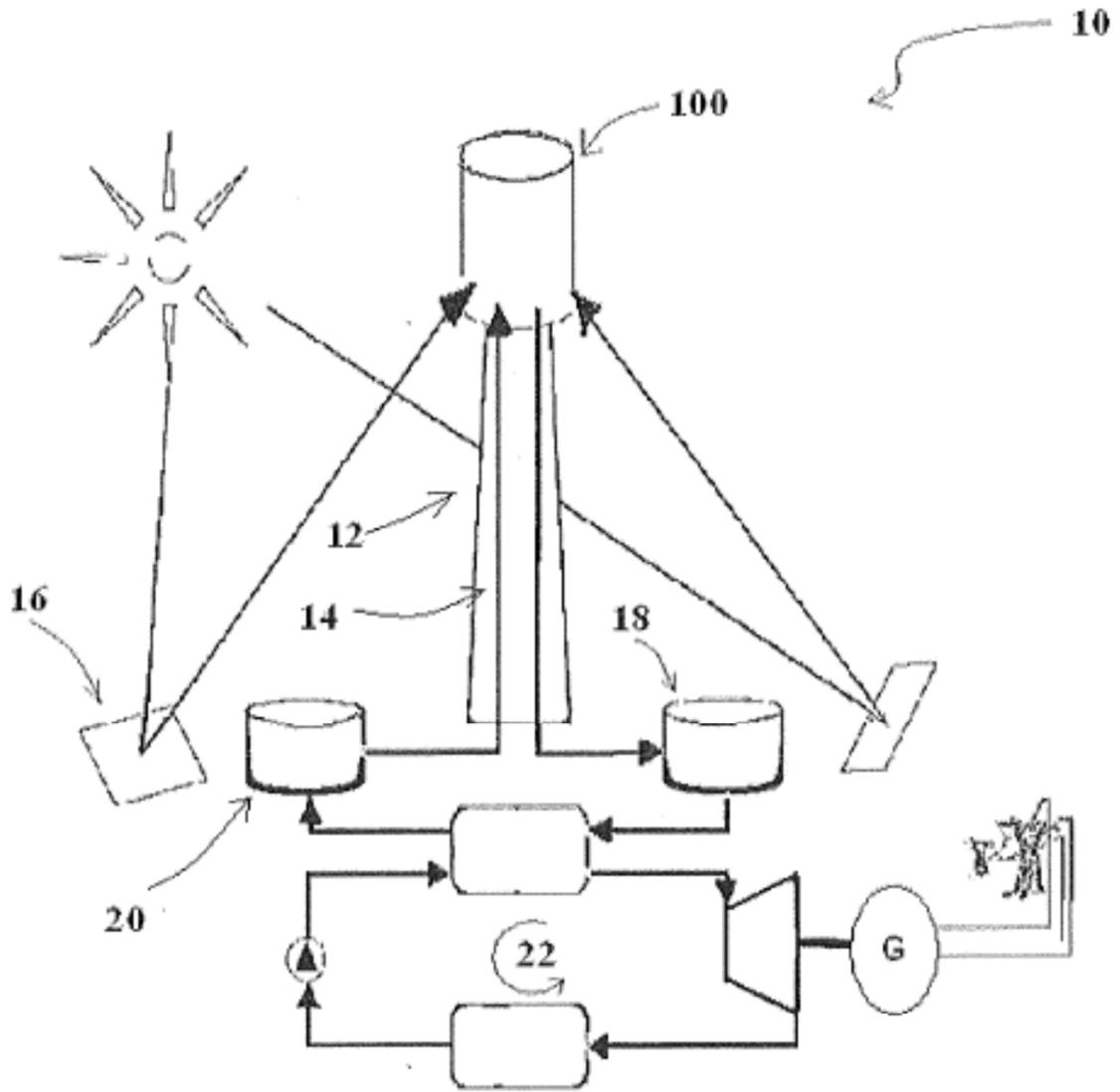


FIG. 1

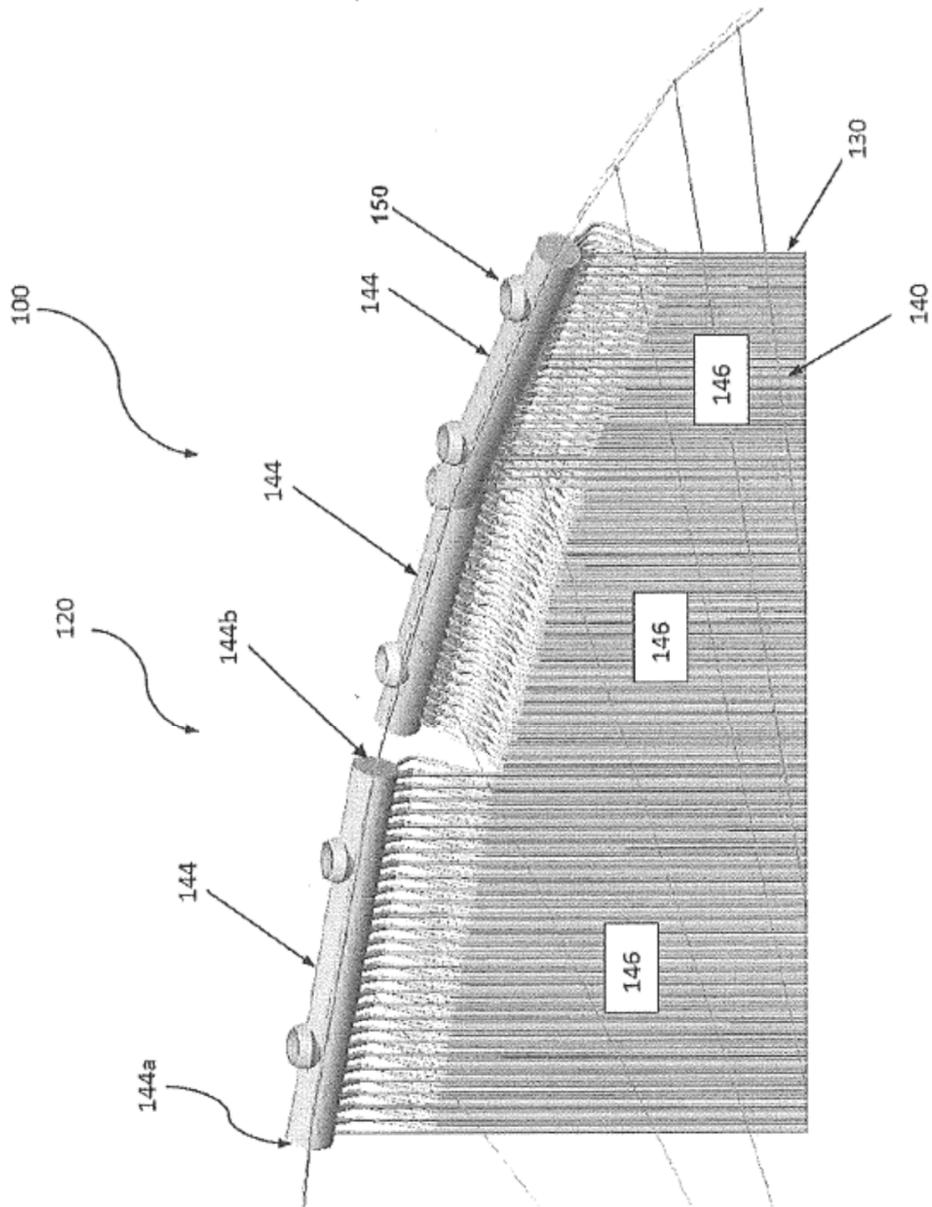


FIG. 2

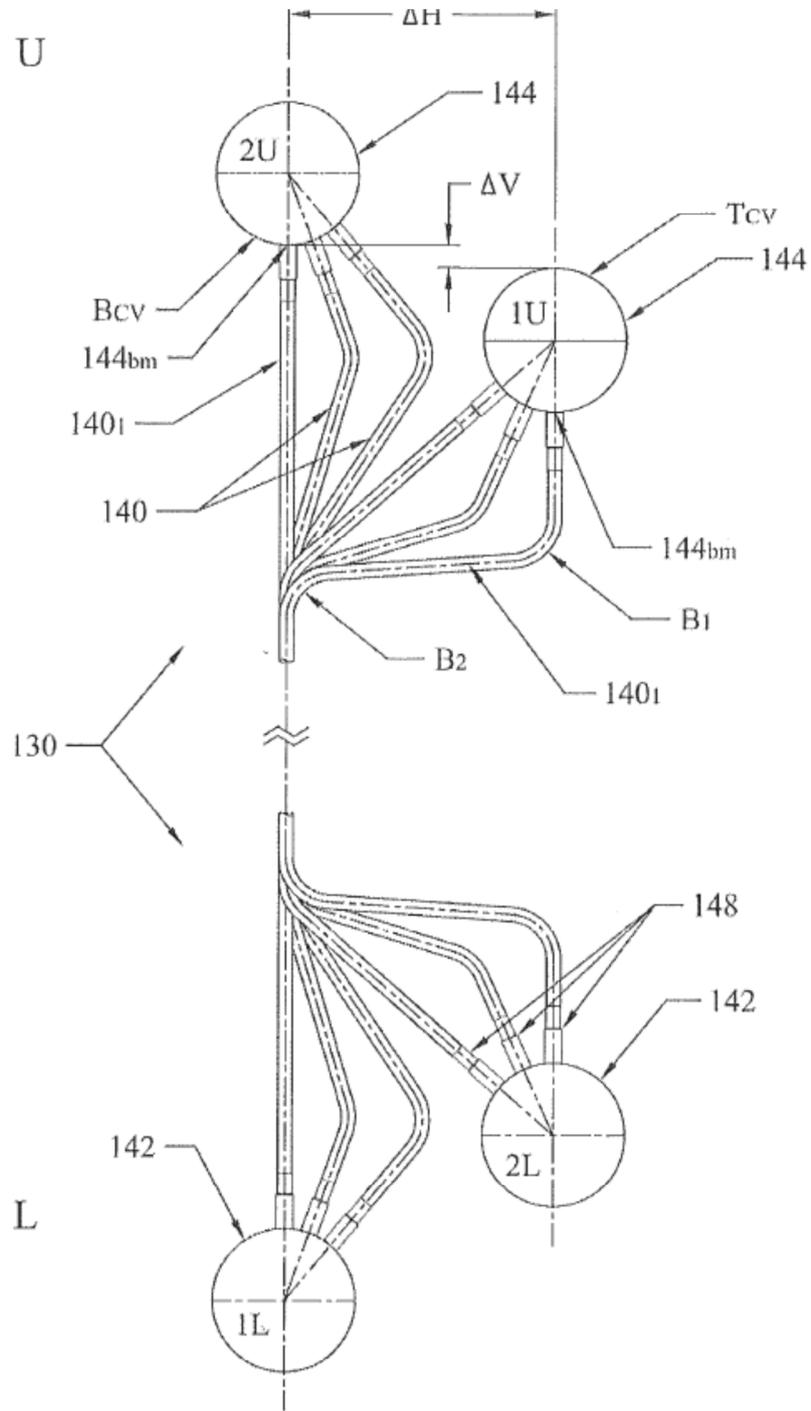


FIG. 3A

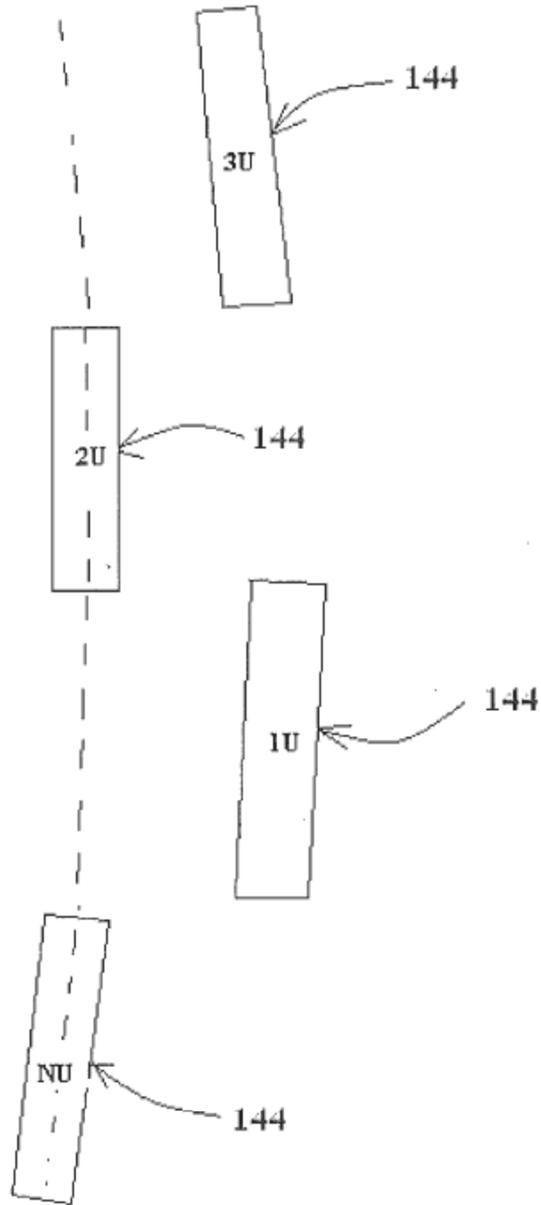


FIG: 3B

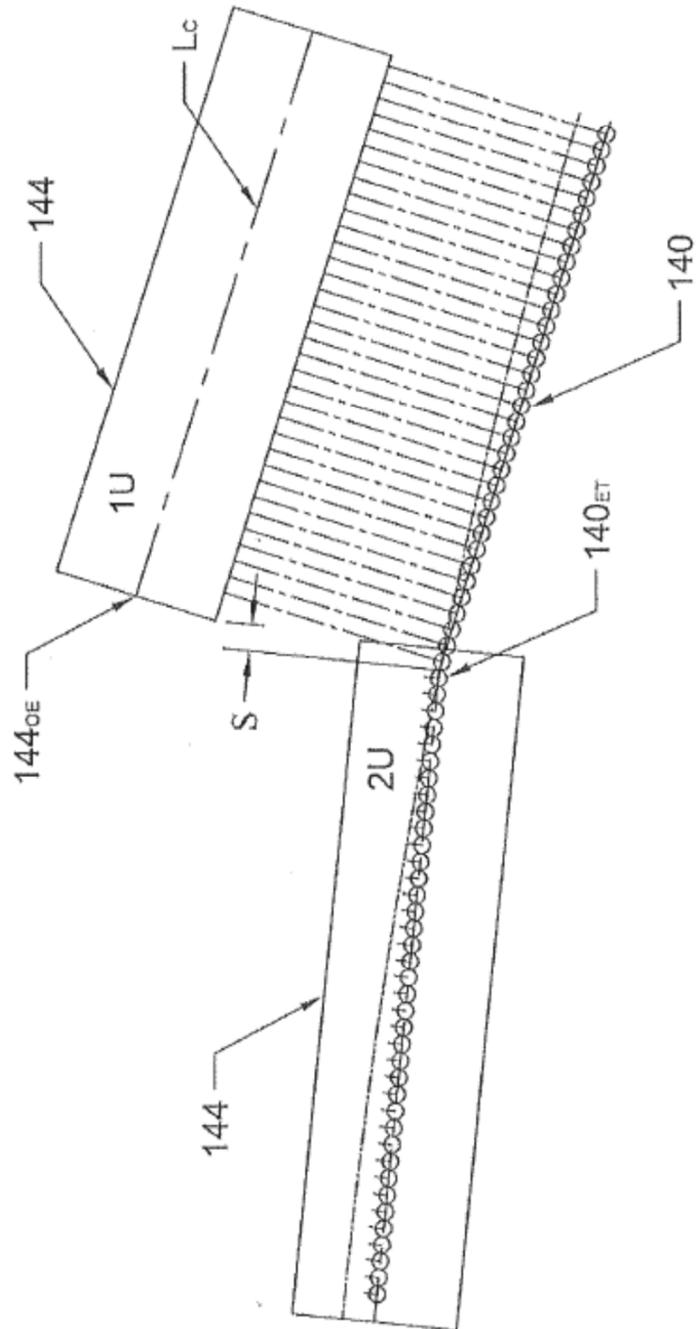


FIG. 4A

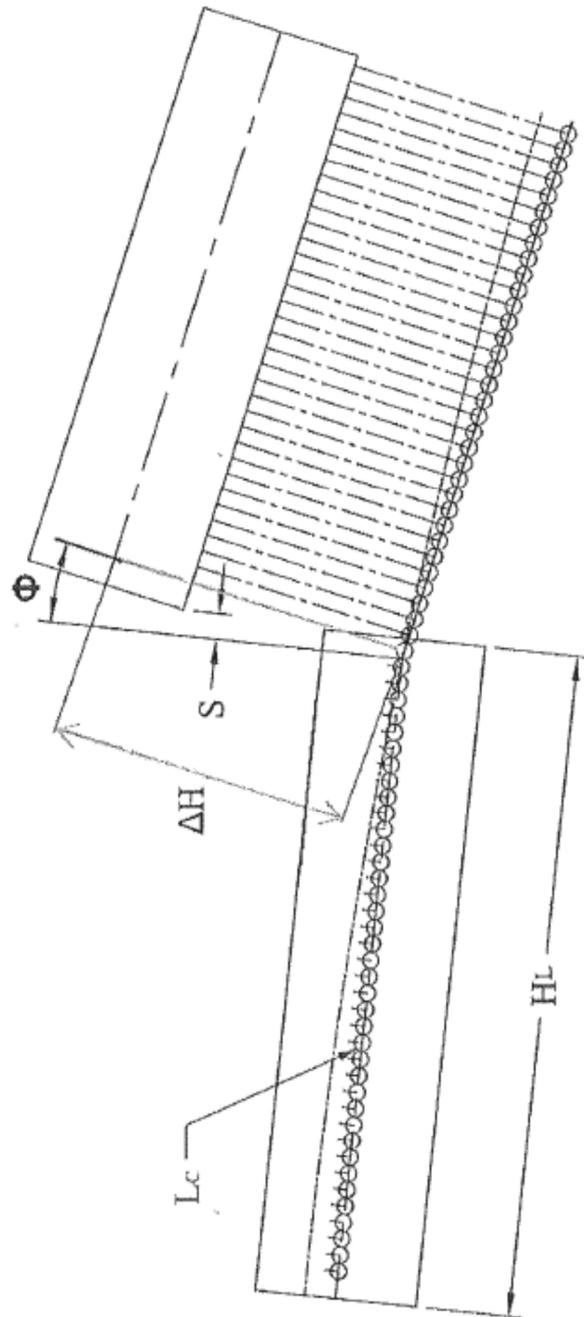


FIG. 4B