

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 853**

51 Int. Cl.:

F03G 6/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.01.2016 E 16153323 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.03.2018 EP 3051129**

54 Título: **Sistema de potencia térmica solar**

30 Prioridad:

30.01.2015 US 201514609761

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

23.04.2018

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC TECHNOLOGY GMBH
(100.0%)**

**Brown Boveri Strasse 7
5400 Baden, CH**

72 Inventor/es:

**KUKONYA, ALAIN ADRIEN;
JOSHI, ABHINAYA;
DAS, APURBA;
TERDALKAR, RAHUL J. y
AIMI, LIONEL**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 664 853 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

Sistema de potencia térmica solar

Campo técnico

5 La presente divulgación se refiere, en general, al campo de la potencia solar concentrada y, más concretamente, a una planta de potencia térmica solar concentrada con un fluido de almacenamiento de energía térmica que utiliza la potencia solar concentrada para almacenar energía calorífica, y utilizar la energía calorífica almacenada para generar electricidad.

Antecedentes

10 Una planta de potencia térmica solar basada en el Receptor Central Directo de Vapor (DSCR) incluye un gran campo de helióstatos y un receptor solar situado sobre una torre de altura considerable. Ejemplos de plantas de potencia térmica solar de la técnica anterior se ofrecen en la Publicación de Solicitud de Patente estadounidense No. US 2014/0116408 A1. Los helióstatos enfocan la luz solar directa sobre el receptor solar para producir vapor destinado a ser utilizado para operar una turbina de vapor a partir de la producción de electricidad. Típicamente, la planta de potencia térmica solar opera sobre la base de un ciclo diario durante las horas de luz solar despejada, mientras que se cierra por las noches o en caso de tiempo nublado. Sin embargo, si la planta de potencia térmica solar tiene que satisfacer demandas de electricidad crecientes, necesita ser operable con independencia de la disponibilidad de la radiación solar, esto es, por las noches o en tiempo nublado. Una puesta en práctica de dicha planta de potencia térmica solar genera unas necesidades de alimentación de la energía térmica solar durante las horas diurnas y la utilización de aquella por las noches o en estaciones nubladas. Para dichas necesidades, generalmente se utiliza un receptor central que incluye un fluido de almacenamiento de energía solar, como por ejemplo sal fundida. El receptor central con la sal fundida es generalmente conocido como Receptor Central de Sal Fundida (MSCR).

25 En un sistema MSCR típico un MSCR, unos tanques de almacenamiento caliente y frío y un ciclo de generador de vapor de sal fundida (MSSG) están dispuestos para utilizar la energía solar para producir electricidad. En dicha disposición, el fluido de sal fundida calentado en el MSCR es almacenado en el tanque de almacenamiento caliente, a una temperatura de aproximadamente 565C, y después de que su energía térmica está siendo utilizada por el ciclo MSSG, se almacena en el tanque de almacenamiento frío con una temperatura de aproximadamente 565C desde donde a continuación es enviado al MSCR para ser recalentado. En dicha disposición, tanto durante el día como durante la noche, la sal fundida caliente es bombeada a través del ciclo MSSG para producir vapor, que es utilizado para producir electricidad.

30 Durante la noche, dicha utilización de la sal fundida almacenada procedente del tanque de almacenamiento caliente por el ciclo MSSG que utiliza bombas, puede ser más efectivo, sin embargo, durante las horas diurnas, cuando tanto el MSCR como el MSSG estén trabajando al mismo tiempo entonces dichas bombas suponen un consumo de potencia auxiliar considerable y reducen la eficiencia global de la planta de alimentación. La eficiencia de la planta puede ser mejorada extrayendo trabajo de la sal fundida que está fluyendo desde el MSCR mantenido en la altura, incorporando una presión suficiente para utilizarla para la potencia de generación y para accionar el equipamiento auxiliar y reducir el consumo de potencia auxiliar.

Sumario

40 La presente divulgación divulga un sistema de potencia térmica solar que será presentada en el sumario simplificado subsecuente para proporcionar una comprensión básica de uno o más aspectos de la divulgación que están concebidos para solventar los inconvenientes analizados, pero para incluir todas sus ventajas junto con la provisión de algunas ventajas adicionales. Este sumario no es una panorámica exhaustiva de la divulgación. Ni está concebida para identificar elementos clave o críticos de la divulgación, ni para delinear el alcance de la presente divulgación. Por el contrario, el solo propósito de este sumario es presentar algunos conceptos de la divulgación, sus aspectos y ventajas de una forma simplificada como preludeo a la descripción más detallada que se presenta en las líneas que siguen de la presente memoria.

50 Un objeto de la presente divulgación es describir un sistema de potencia térmica solar que pueda ser capaz de utilizar la sal fundida que está fluyendo desde el MSCR mantenido en altura y que incorpore la suficiente presión para generar potencia o para accionar el equipamiento auxiliar y reducir el consumo de potencia auxiliar para mejorar la eficiencia del sistema de potencia térmica solar.

55 En un aspecto de la presente divulgación, un sistema de potencia térmica solar se describe para conseguir uno o más objetivos de la presente divulgación. El sistema de potencia térmica solar incluye un receptor solar, una disposición de almacenamiento de energía térmica, una disposición de generador de vapor y una línea de derivación. El receptor solar está configurado para calentar el fluido de almacenamiento de energía térmica. La disposición de almacenamiento de energía térmica incluye unos tanques de almacenamiento caliente y frío. El tanque de almacenamiento caliente está configurado para recibir y almacenar el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente procedente del receptor solar, y el tanque de almacenamiento frío está configurado para

recibir y suministrar el almacenamiento de energía térmica frío al receptor solar que debe ser recalentado. Así mismo, la disposición de generador de vapor incluye al menos una sección de economizador, una sección de evaporador, una sección de sobrecalentador, una sección de recalentamiento o una combinación de estas configuradas en combinación para utilizar el calor del fluido de almacenamiento de energía térmica caliente procedente del tanque de almacenamiento caliente para generar y suministrar el vapor de presión variable a una turbina de vapor multietapa. Así mismo, la línea de derivación está configurada para derivar el tanque de almacenamiento caliente y suministrar el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente procedente del receptor solar directamente a la disposición de generador de vapor, durante las horas diurnas, cuando el receptor solar y la disposición de generador de vapor están ambos en modo operativo, recuperando con ello la energía potenciada almacenada disponible en el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente que fluye desde el receptor solar a través del tubo descendente.

De acuerdo con formas de realización, la línea de derivación puede estar configurada entre el receptor solar y las secciones de sobrecalentamiento y recalentamiento de la disposición de generador de vapor para parcialmente suministrar el fluido de almacenamiento térmico caliente a ambas secciones. De acuerdo con formas de realización, la línea de derivación puede estar configurada entre el receptor solar y la sección de recalentamiento de la disposición de generador de vapor, para suministrar el fluido de almacenamiento térmico caliente a la sección de recalentamiento y desde allí a una línea de suministro entre el sobrecalentador y el evaporador.

En una forma de realización, el sistema de potencia térmica solar puede además incluir un mecanismo de válvula configurado en la línea de derivación para controlar la presión corriente abajo del fluido de almacenamiento de energía térmica caliente que fluye a través de la línea de derivación.

En una forma de realización, el sistema de potencia térmica solar puede además incluir una disposición de bomba configurada para bombear el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente desde el tanque de almacenamiento caliente hasta la disposición de generador de vapor.

En un aspecto de la presente divulgación, se proporciona un procedimiento para la operación de un sistema de potencia térmica solar. El procedimiento incluye el calentamiento del fluido de almacenamiento de energía térmica en un receptor solar. Así mismo, el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente está adaptado para ser almacenado en una disposición de almacenamiento de energía térmica. La disposición de almacenamiento de energía térmica, según se describió anteriormente, incluye unos tanques de almacenamiento frío y caliente para, respectivamente, almacenar el fluido de almacenamiento de energía térmica recibido desde el receptor solar, y almacenar el fluido de almacenamiento de energía térmica frío para enviarlo al receptor solar. Así mismo, el calor del fluido de almacenamiento de energía térmica caliente procedente del tanque de almacenamiento caliente es utilizado para generar y suministrar el vapor a una presión constante / variable a una turbina de vapor o a una turbina de vapor multietapa. Como se ha analizado, la disposición de generador de vapor incluye al menos una sección de economizador, una sección de evaporador, una sección de sobrecalentador y una sección de recalentamiento o una combinación de estas, configuradas en comunicación entre sí. Además, durante las horas diurnas, cuando el receptor solar y la disposición de generador de vapor están ambos en modo operativo, el tanque de almacenamiento caliente está adaptado para ser derivado a partir de la disposición de generador de vapor por medio de una línea de derivación para suministrar el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente procedente del receptor solar directamente a la disposición de generador de vapor, recuperando con ello la energía potencial almacenada disponible en el fluido de energía térmica caliente descendente procedente del receptor solar.

En una forma de realización, el procedimiento incluye además el bombeo del fluido de almacenamiento de energía térmica caliente procedente del tanque de almacenamiento caliente a la disposición de generador de vapor mediante una disposición de bomba. Así mismo, el procedimiento incluye el control de la presión corriente abajo del fluido de almacenamiento de energía térmica caliente que fluye a través de la línea de derivación por un mecanismo de válvula. En un estado de carga parcial del sistema de potencia térmica solar, la disposición de bomba está adaptada para ser activada y el mecanismo de válvula está configurado para suplir el flujo del fluido de almacenamiento de energía térmica caliente en la línea de derivación.

De acuerdo con formas de realización, cuando la disposición de generador de vapor incluya la sección de recalentamiento, la disposición de bomba está configurada para la provisión del fluido de almacenamiento de energía térmica caliente directamente a la sección de sobrecalentador, mientras que la línea de derivación está configurada para suministrar directamente el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente a la sección de recalentamiento para calentar el vapor.

Estos, junto con los demás aspectos de la presente divulgación, junto con las diversas características novedosas que caracterizan la divulgación, son destacadas concretamente en la presente divulgación. Para una mejor comprensión de la presente divulgación, sus ventajas operativas, y sus empleos, debe hacerse referencia a los dibujos que se acompañan y a la materia descriptiva en la que se ilustran formas de realización ejemplares de la presente divulgación.

Breve descripción de los dibujos

Las ventajas y características de la presente divulgación se comprenderán mejor con referencia a la descripción detallada subsecuente y a las reivindicaciones tomadas en combinación con los dibujos que se acompañan, en los que los mismos elementos se identifican con los mismos símbolos, en los que:

- 5 La FIG. 1 ilustra una vista global de un sistema de potencia térmica solar, de acuerdo con una forma de realización ejemplar de la presente divulgación;
- 10 las FIGS. 2A y 2B, ilustran diagramas lineales simplificados, respectivamente, de una porción de un sistema de potencia térmica solar que muestra una línea de derivación y una representación gráfica, cuando la producción real es superior a las necesidades reales del fluido durante el almacenamiento de energía térmica solar, durante las horas diurnas, de acuerdo con una forma de realización ejemplar de la presente divulgación;
- 15 la FIG. 3 ilustra unos diagramas lineales detallados de una porción de un sistema de potencia térmica solar que muestra una línea de derivación, de acuerdo con otra forma de realización ejemplar de la presente divulgación;
- 20 las FIGS. 4A y 4B ilustran diversas formas de realización de la configuración de línea de derivación con una disposición de generador de vapor y sus componentes, de acuerdo con otra forma de realización ejemplar de la presente divulgación.

Las mismas referencias numerales se refieren a las mismas partes a lo largo de la descripción de las diversas vistas de los dibujos.

20 Descripción detallada

Para una comprensión cabal de la presente divulgación, debe hacerse referencia a la descripción detallada subsecuente que incluye las reivindicaciones adjuntas, en conexión con los dibujos anteriormente descritos. La descripción posterior, con fines explicatorios, se exponen numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión cabal de la presente divulgación. Sin embargo, debe resultar evidente para el experto en la materia que la presente divulgación puede llevarse a la práctica sin estos detalles específicos. En otros casos, se muestran estructuras y dispositivos en forma únicamente de diagramas de bloque, para evitar oscurecer la divulgación. Una referencia en la presente memoria descriptiva a "una forma de realización", "otra forma de realización", "varias formas de realización", significa que un elemento, estructura o característica concreta descrita en conexión con la forma de realización, se incluye en al menos una forma de realización de la presente divulgación. La frase "en una forma de realización" en diversos lugares de la memoria descriptiva no se refiere en todo caso a la forma necesaria a la misma forma de realización, ni son formas de realización separadas o alternativas que sean exclusivas mutuamente de otras formas de realización. Además, se describen diversas características que pueden ser mostradas por algunas formas de realización y no por otras. De modo similar, se describen diversos requisitos que pueden ser requisitos para algunas formas de realización pero no pueden constituir un requisito de otra forma de realización.

Aunque la descripción subsecuente contiene muchos elementos específicos con finalidad ilustrativa, cualquier experto en la materia apreciará que muchas variantes y / o alteraciones de estos detalles se incluyen en el alcance de la presente invención definida por las reivindicaciones. De modo similar, aunque muchas de las características de la presente divulgación se describen en términos mutuos o en combinación mutua, el experto en la materia apreciará que muchas de estas características pueden adoptarse de manera independiente con respecto a otras características. Por consiguiente, esta descripción de la presente divulgación se ofrece sin pérdida alguna de generalidad respecto de la, y sin imponer limitaciones sobre, la presente divulgación. Así mismo, los términos relativos utilizados en la presente memoria no indican ningún orden, elevación o importancia, sino, antes bien, son utilizados para distinguir un elemento de otro. Así mismo, los términos "un", "uno", "una", y "pluralidad" en la presente memoria no indican una limitación de cantidad sino más bien indican la presencia de al menos un elemento referenciado.

Con referencia a la FIG. 1, en ella se muestra una ilustración esquemática ejemplar de un sistema 100 de potencia térmica solar de acuerdo con una forma de realización ejemplar de la presente divulgación. Este sistema 100 de potencia térmica solar (en adelante designado como "sistema 100") incluye un receptor 110 solar que puede estar situado sobre una torre 112 de considerable altura y rodeada por un gran campo de helióstatos 114. El receptor 110 solar recibe energía solar procedente de los helióstatos 114 destinados a ser calentados, está diseñado para dirigir la energía solar procedente del sol (S). El sistema 100 incluye además una disposición 120 de almacenamiento de energía térmica (en lo sucesivo designado como "disposición 120 de almacenamiento térmico") (líneas de puntos) que incorporan un fluido de almacenamiento de energía térmica (en lo sucesivo "fluido de almacenamiento térmico") destinado a ser puesto en circulación a través del receptor 110 solar para almacenar en su interior energía térmica. El fluido de almacenamiento térmico puede generalmente ser una sal fundida, una mezcla de Nitratos de Sodio y Potasio (NaNO₃ y KNO₃). Sin embargo, sin apartarse del alcance de la presente divulgación, cualquier otro fluido de almacenamiento térmico, por ejemplo, otra sal o composiciones de metal líquido puede ser utilizado como elemento

apropiado para dicha finalidad. La disposición 120 de almacenamiento térmico puede incluir unos tanques 122, 124 de almacenamiento caliente y frío. Durante las horas diurnas, cuando la energía solar está enfocada sobre el receptor 110 solar por los heliostatos 114, el fluido de almacenamiento térmico que fluye a su través es calentado. El fluido de almacenamiento térmico calentado procedente del receptor 110 solar es suministrado y almacenado en el tanque 122 de almacenamiento caliente o puede ser utilizado a partir de este. Mientras que por la noche, el fluido de almacenamiento térmico calentado almacenado en el tanque 122 de almacenamiento caliente es utilizado para generar energía eléctrica, y el fluido de almacenamiento térmico frío resultante puede ser suministrado para ser almacenado en el tanque 124 de almacenamiento frío. Así mismo, durante las horas diurnas, el fluido de almacenamiento térmico frío procedente del tanque 124 de almacenamiento frío es suministrado al receptor 110 solar para ser recalentado.

El sistema 100 incluye además una turbina de vapor / turbina 130 de vapor multietapa, y una disposición 140 de generador de vapor para utilizar el calor del fluido de almacenamiento térmico de la disposición 120 de almacenamiento térmico para accionar un generador 150 eléctrico para producir potencia eléctrica. La turbina 130 de vapor puede incluir una turbina 132 de vapor de alta presión, una turbina 134 de presión intermedia y una turbina 136 de baja presión, las cuales pueden ser adaptadas para poder operar sobre un vapor de presión variable generado por la disposición 140 de generador de vapor, utilizando el fluido de almacenamiento térmico procedente de la disposición 120 de almacenamiento térmico. La disposición 140 de generador de vapor puede recibir agua procedente de un suministro 116 de agua de alimentación para generar y suministrar vapor de presión constante / variable a la turbina 130 de vapor. Por lo que se refiere a la construcción y disposición del sistema 100, diversos elementos asociados pueden ser conocidos por los expertos en la materia, y no se considera necesario a los fines de adquirir una comprensión de la presente divulgación que se relacionen en la presente memoria todos los detalles constructivos y su análisis. Antes bien, se considera suficiente simplemente dejar constancia de que, como se muestra en las FIGS. 1 a 4B, en el sistema 100, solo se muestran aquellos componentes que son relevantes para la descripción de diversas formas de realización de la presente divulgación.

Con referencia a las FIGS. 2A y 2B, descritas en combinación con la FIG. 1, respectivamente ilustran, ilustraciones lineales simplificadas de la disposición 140 de generador de vapor y una representación gráfica cuando la producción real es mayor que las necesidades reales del fluido de almacenamiento de energía térmica caliente durante los periodos de tiempo diurnos. La disposición, según se describió anteriormente en la FIG. 1, es operable tanto durante el día como durante la noche, cuando el fluido de almacenamiento térmico es bombeado a partir del tanque 122 de almacenamiento caliente hasta la disposición 140 de generador de vapor para producir vapor, el cual es utilizado para hacer rotar la turbina 130 de vapor para producir electricidad. El sistema 100 puede incluir una disposición de bomba apropiada como una bomba 190, configurada para bombear el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente a partir del tanque 122 de almacenamiento caliente hasta la disposición 140 de generador de vapor. Durante la noche, dicho bombeo del fluido de almacenamiento térmico almacenado caliente procedente del tanque 122 de almacenamiento caliente puede ser eficaz, sin embargo, durante las horas diurnas, cuando tanto el receptor 110 solar como la disposición 140 de generador de vapor están trabajando al mismo tiempo, entonces la utilización del fluido de almacenamiento térmico almacenado caliente por la disposición 140 de generador de vapor a través del tanque 122 de almacenamiento caliente representa, de manera significativa, un aumento del consumo de potencia auxiliar y reduce la eficiencia global de la planta de potencia.

Esto se debe a que el fluido de almacenamiento térmico caliente que está fluyendo desde el receptor 110 solar es mantenido a la altura y presenta una presión suficiente para ser utilizado para generar potencia o ser utilizado para accionar un equipamiento auxiliar y reducir el consumo de potencia auxiliar. En concreto, el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente descendente procedente del receptor 110 solar incluye una energía potencial que es gastada, si queda estrangulada y almacenada en el tanque caliente en lugar de ser directamente utilizada por el sistema 100. Esto puede llevarse a cabo a partir de la FIG. 2B, cuando, durante las horas diurnas, la protección real es superior a la exigencia real del fluido de almacenamiento de energía térmica caliente del sistema 100.

Como se muestra en la FIG. 2A, para potenciar al máximo el sistema 100, el sistema 100 está adaptado para incluir una línea 170 de derivación. La línea 170 de derivación está configurada para derivar el tanque 122 de almacenamiento caliente desde el receptor 110 solar hasta la disposición 140 de generador de vapor, durante las horas diurnas, cuando tanto el receptor 110 solar como la disposición 140 de generador de vapor están en modo operativo, recuperando con ello la energía potenciada almacenada disponible en el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente descendente procedente del receptor 110 solar para bombear el fluido a través del generador de vapor o de una sección diferente del mismo. El sistema 100, normalmente, incluye una línea 111 que conecta directamente el receptor 110 solar y el tanque 122 de almacenamiento caliente y puede ser regulado por una disposición 111a de válvula para hacer posible que el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente procedente del receptor 110 solar sea almacenado en el tanque 122 de almacenamiento caliente para ser utilizado para la producción de vapor, cuando la línea 170 de derivación no esté en operación o esté en operación parcial.

La FIG. 3 ilustra unos diagramas lineales detallados de una porción del sistema 100 que muestran la línea 170 de derivación. El fluido de almacenamiento de energía térmica caliente, procedente del receptor 110 solar, puede estar adaptado para ser transferido al interior de un recipiente 110a desde el cual puede ser transferido al emplazamiento requerido, esto es, o bien al tanque 122 de almacenamiento caliente para ser almacenado y utilizado según las

necesidad, o bien directamente a la disposición 140 de generador de vapor para ser utilizado simultáneamente. Como se muestra, la línea 170 de derivación incluye un mecanismo 180 de válvula configurado en la línea 170 de derivación para controlar la presión corriente abajo del fluido de almacenamiento de energía térmica caliente que fluye a través de la línea 170 de derivación. El mecanismo 180 de válvula y la bomba 190 pueden ser selectivamente operados dependiendo de la carga, esto es, de la carga total o de la carga parcial del sistema 100. Por ejemplo, en el estado de carga parcial del sistema 100, la disposición 190 de bomba está adaptada para ser activada y el mecanismo 180 de válvula está configurada para controlar el flujo del fluido de almacenamiento de energía térmica caliente en la línea 170 de derivación. Así mismo, según se requiera por el sistema 100, la disposición 190 de bomba puede estar adaptada para cerrar completamente y el mecanismo 180 de válvula es la única fuente de suministro y control del flujo del fluido de almacenamiento de energía térmica caliente en la línea 170 de derivación.

En otra forma de realización de la presente divulgación, la línea 170 de derivación puede estar configurada en diversos emplazamientos para obtener unos resultados posibles óptimos. Por ejemplo, las FIGS. 4A y 4B ilustran diversas formas de realización de la configuración de la línea 170 de derivación con la disposición 140 de generador de vapor y sus componentes.

Como se muestra en las FIGS. 4A y 4B, la disposición 140 de generador de vapor puede incluir una sección 142 de economizador, una sección 144 de evaporador y una sección 146 de sobrecalentador configuradas en comunicación para utilizar el calor del fluido de almacenamiento térmico caliente, recibido desde el tanque 122 de almacenamiento caliente o directamente desde el receptor 110 solar a través de la línea 170 de derivación para generar dicho vapor de alta presión procedente del agua recibida desde el suministro 116 de agua de alimentación. De acuerdo con otra forma de realización, la disposición 140 de generador de vapor puede también incluir una sección 160 de recalentamiento, como que la se muestra en las FIGS. 4A y 4B. De acuerdo con formas de realización, como se muestra en la FIG. 4, la línea 170 de derivación puede estar configurada entre el receptor 110 solar y las secciones 142, 160 de sobrecalentador y de recalentamiento de la disposición 140 de generador de vapor. El fluido de almacenamiento térmico caliente puede disponerse en una cantidad predeterminada dependiendo de las exigencias industriales, es dividido para ser suministrado parcialmente a la sección 142 de sobrecalentador y parcialmente a las secciones 160 de recalentamiento. De acuerdo con formas de realización, como se muestra en la FIG. 4B, la línea 170 de derivación puede directamente estar configurada entre el receptor 110 solar y la sección 160 de recalentamiento para suministrar el fluido de almacenamiento térmico caliente a la sección 160 de recalentamiento y desde ahí a la línea de suministro entre el sobrecalentador 146 y el evaporador 144 de la disposición 140 de generador de vapor.

Estas referidas disposiciones de las líneas 170 de derivación de las FIGS. 2A, 3, 4A y 4B permiten la optimización del sistema 100 mediante el suministro directo del fluido de almacenamiento de energía térmica caliente desde el receptor 110 solar hasta la disposición 140 de generador de vapor, durante las horas diurnas, cuanto tanto el receptor 110 solar como la disposición 140 de generador de vapor estén en modo operativo, recuperando con ello la energía potencial almacenada en el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente descendente procedente del receptor 110 solar.

La presente divulgación también incluye un procedimiento de operación del sistema 100. El procedimiento incluye el recalentamiento del fluido de almacenamiento de energía térmica en el receptor 110 solar. Así mismo, el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente está adaptado para ser almacenado en el tanque 122 de almacenamiento caliente de la disposición 120 de almacenamiento de energía térmica, según se describió anteriormente. Así mismo, el calor del fluido de almacenamiento de energía térmica caliente procedente del tanque 122 de almacenamiento caliente es utilizado para generar y suministrar vapor de presión variable a la turbina 130 de vapor multietapa. Además, durante las horas diurnas, cuando el receptor 110 solar y la disposición 140 de generador de vapor estén ambas en modo operativo, el tanque 122 de almacenamiento caliente está adaptado para ser derivado de la disposición 140 de generador de vapor por medio de la línea 170 de derivación para suministrar el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente desde el receptor 110 solar directamente hasta la disposición 140 de generador de vapor, recuperando así la energía potencial almacenada en el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente descendente, procedente del receptor 110 solar. Las diversas disposiciones de la línea 170 de derivación son configuradas y descritas en las líneas anteriores y excluidas de la presente memoria en aras de la brevedad.

Según se analizó anteriormente, en una forma de realización, el procedimiento incluye además el bombeo del fluido de almacenamiento de energía térmica caliente desde el tanque 122 de almacenamiento caliente hasta la disposición 140 de generador de vapor utilizando la disposición 190 de bomba. Así mismo, el procedimiento incluye el control de la presión corriente abajo del fluido de almacenamiento de energía térmica caliente que fluye a través de la línea 170 de derivación mediante el mecanismo 180 de válvula. Como se analizó anteriormente, la selección del cierre o de la apertura de la disposición 190 de la bomba puede efectuarse dependiendo del estado de la carga, esto es, de la carga parcial o total del sistema 100.

El sistema 100 de la presente divulgación es ventajoso en diversos aspectos según se describió anteriormente. El sistema es capaz de utilizar la sal fundida que está fluyendo desde el MSCR mantenido en altura y que presenta una presión suficiente para generar potencia o para accionar un equipamiento auxiliar y reducir el consumo de potencia auxiliar para incrementar la presión de vapor en una disposición de generador de vapor. La presente invención es

también capaz de ser aplicada a tecnologías y formas de realización de generador de vapor que incluyan los supuestos en los que las secciones de economizador, evaporador y sobrecalentador estén separadas en componentes individualizados, ensamblados en serie o en paralelo, o en las que las tres secciones estén combinadas en un único componente.

5 Las descripciones precedentes de formas de realización específicas de la presente divulgación han sido presentadas con fines ilustrativos y descriptivos. No están concebidas para ser exhaustivas o para limitar la presente divulgación a las formas precisas divulgadas y, evidentemente, son posibles muchas modificaciones y variantes a la luz de las enseñanzas ofrecidas. Las formas de realización se han elegido y descrito para explicar de forma óptima los principios de la presente divulgación y su aplicación práctica, para de esta manera posibilitar que otros expertos en la materia utilicen de forma óptima la presente divulgación y las distintas formas de realización con diversas modificaciones en cuanto estén indicadas para el uso concreto contemplado. Se entiende que se contemplan diversas omisiones y sustituciones de equivalentes que puedan venir exigidas por las circunstancias o resulten convenientes, pero todos estos elementos pretenden amparar la aplicación o puesta en práctica sin apartarse del alcance de las reivindicaciones de la presente divulgación.

15

REIVINDICACIONES

1.- Un sistema (100) de potencia térmica solar, que comprende:

un receptor (110) solar configurado para calentar un fluido de almacenamiento de energía térmica;

una disposición (120) de almacenamiento de energía térmica que comprende

5 un tanque (122) de almacenamiento caliente configurado para recibir y almacenar el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente procedente de receptor (110) solar y un tanque (124) de almacenamiento frío configurado para recibir y suministrar el fluido de almacenamiento de energía térmica frío al receptor (110) solar para ser recalentado; y

10 una disposición (140) de generador de vapor que comprende al menos una sección (142) de economizador, una sección (144) de evaporador, una sección (146) de sobrecalentador y una sección (160) de recalentamiento configuradas en comunicación para utilizar el calor del fluido de almacenamiento de energía térmica caliente procedente del tanque (122) de almacenamiento caliente para generar y suministrar el vapor a una turbina (130) de vapor;

caracterizado por

15 una línea (170) de derivación configurada para derivar el tanque (122) de almacenamiento caliente y para suministrar el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente directamente desde el receptor (110) solar hasta la disposición (140) de generador de vapor, durante las horas diurnas, cuando el receptor (110) solar y la disposición (140) de generador de vapor están ambas en modo operativo, recuperando con ello la energía potencial almacenada disponible en el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente descendente procedente del receptor (110) solar.

2.- El sistema (100) de potencia térmica solar de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la línea (170) de derivación está configurada entre el receptor (110) solar y las secciones de sobrecalentador (146) y de recalentamiento (160) de la disposición (140) de generador de vapor.

25 3.- El sistema (100) de potencia térmica solar de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la línea (170) de derivación está configurada entre el receptor (110) solar y las secciones (160) de recalentamiento de la disposición (140) de generador de vapor, para suministrar el fluido de almacenamiento térmico caliente a la sección (160) de recalentamiento y desde allí a una línea de suministro entre el sobrecalentador (146) y el evaporador (144).

30 4.- El sistema (100) de potencia térmica solar de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un mecanismo (180) de válvula configurado en la línea de derivación para controlar la presión corriente abajo del fluido de energía térmica caliente que fluye a través de la línea de derivación.

5.- El sistema (100) de potencia térmica solar de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además una disposición (190) de bomba configurada para bombear el fluido de almacenamiento térmico caliente procedente del tanque (122) de almacenamiento caliente para suplementar las necesidades de la disposición (140) de generador de vapor.

35 6.- Un procedimiento de operación de un sistema (100) de potencia térmica solar, comprendiendo el procedimiento:

el calentamiento de fluido de almacenamiento de energía térmica en un receptor (110) solar;

40 el almacenamiento del fluido de almacenamiento de energía térmica caliente en una disposición (120) de almacenamiento de energía térmica, comprendiendo la disposición (120) de almacenamiento de energía térmica unos tanques de almacenamiento caliente (122) y frío (124), respectivamente, para almacenar el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente recibido del receptor (110) solar, y almacenar el fluido de almacenamiento de energía térmica frío para enviarlo al receptor (110) solar; y

45 la utilización del calor del fluido de almacenamiento de energía térmica caliente procedente del tanque (122) de almacenamiento caliente para generar y suministrar el vapor de presión variable a la turbina (130) de vapor multietapa, comprendiendo la disposición (140) de generador de vapor al menos una sección (142) de economizador, una sección (144) de evaporador, una sección (146) de sobrecalentador y una sección (160) de recalentamiento configuradas en comunicación entre sí;

caracterizado por

50 la derivación del tanque (122) de almacenamiento caliente a partir de la disposición (140) de generador de vapor por medio de una línea de derivación para suministrar el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente desde el receptor (110) solar directamente hasta la disposición (140) de generador de vapor, durante las horas diurnas, cuando el receptor (110) solar y la disposición (140) de generador de vapor están ambas en modo operativo, recuperando con ello la energía potencial almacenada disponible en el fluido de

almacenamiento de energía térmica caliente descendente procedente del receptor (110) solar para bombear el fluido de almacenamiento de energía térmica a través de la disposición (140) de generador de vapor.

5 7.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende además el bombeo del fluido de almacenamiento de energía térmica caliente desde el tanque (122) de almacenamiento caliente hasta la disposición (140) de generador de vapor mediante una disposición (190) de bomba para suplementar las necesidades.

8.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende además el control de la presión corriente abajo del fluido de almacenamiento de energía térmica caliente que fluye a través de la línea de derivación mediante un mecanismo (180) de válvula.

10 9.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que en un estado de carga parcial del sistema (100) de potencia térmica solar, la disposición (190) de bomba está adaptada para ser activada y el mecanismo (180) de válvula está configurado para controlar el flujo del fluido de energía térmica caliente en la línea de derivación.

15 10.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la disposición (190) de bomba está configurada para proporcionar el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente directamente a las secciones (146) de sobrecalentador, mientras la línea de derivación está configurada para suministrar directamente el fluido de almacenamiento de energía térmica a la sección (160) de recalentamiento configurada con la disposición (140) de generador de vapor para recalentar el vapor.

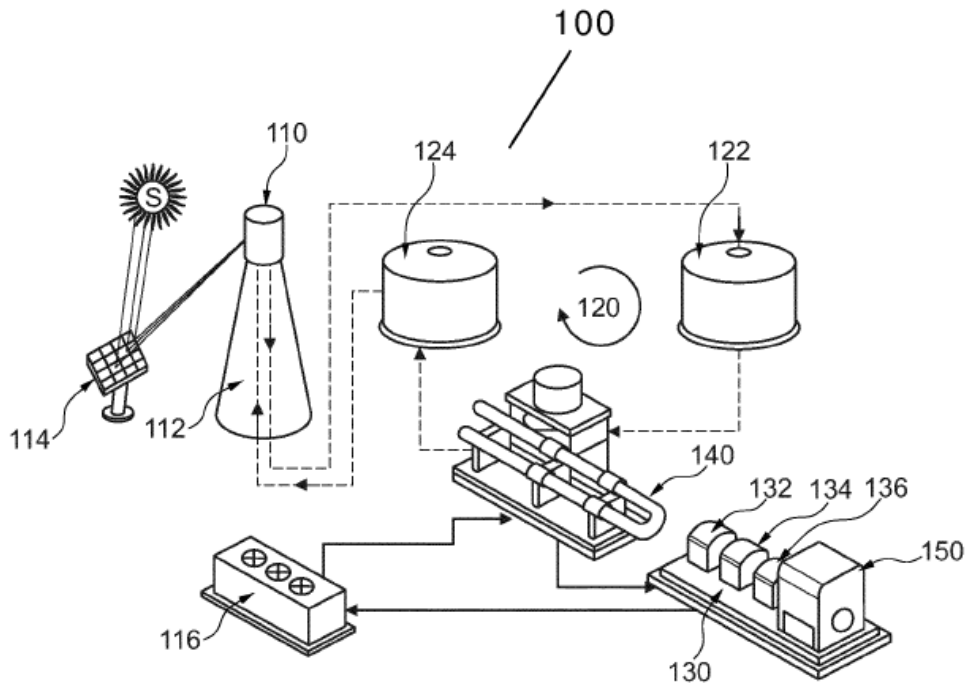


Fig. 1

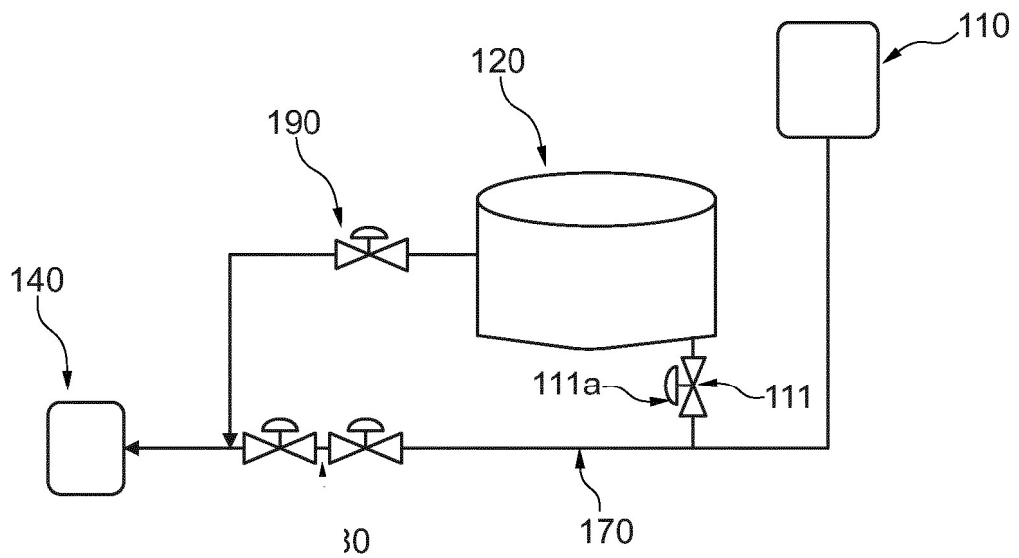


Fig. 2A

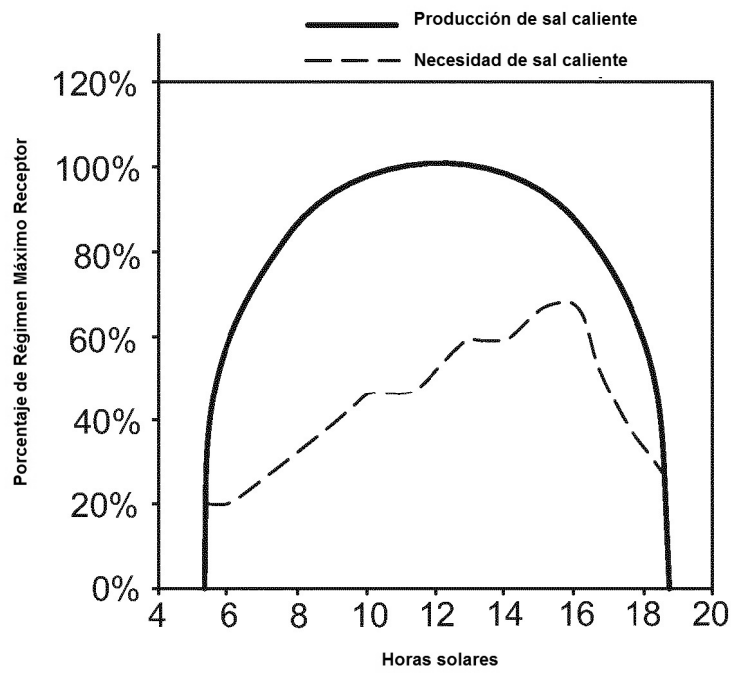


Fig. 2B

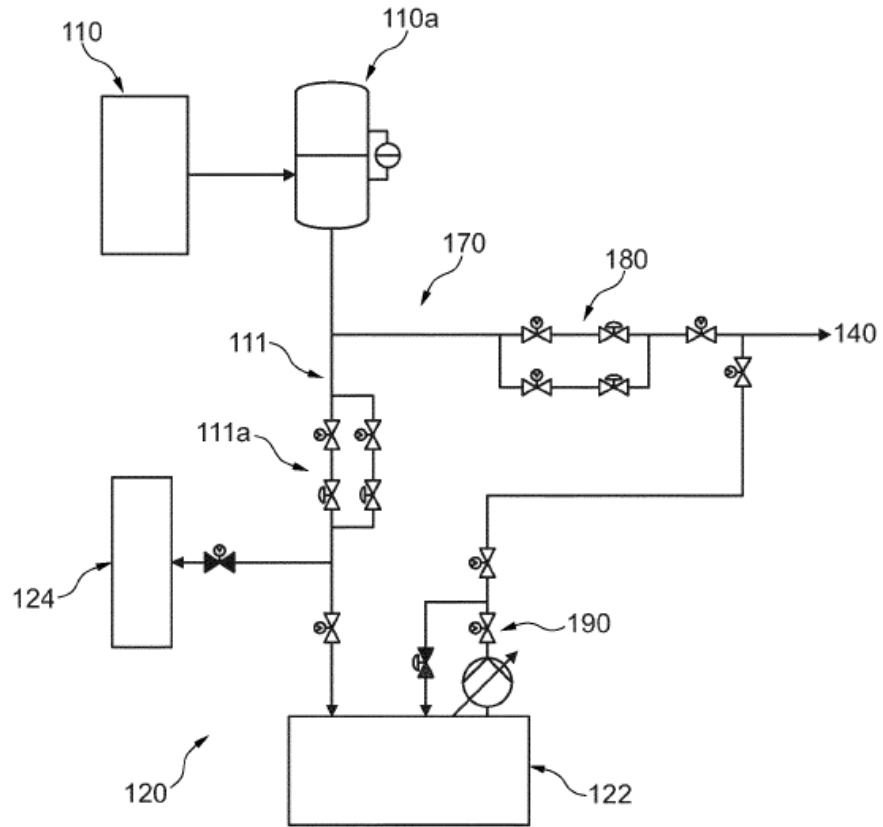


Fig. 3

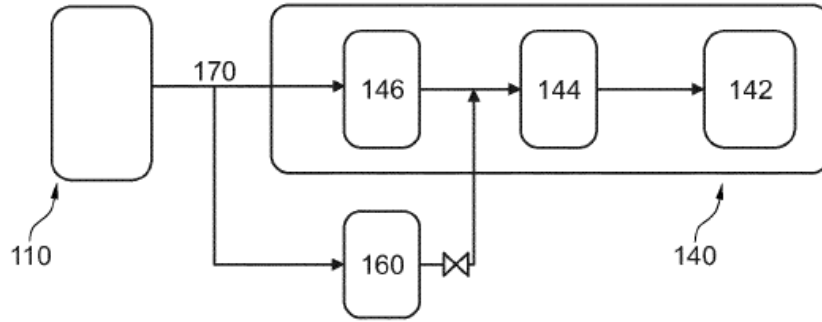


Fig. 4A

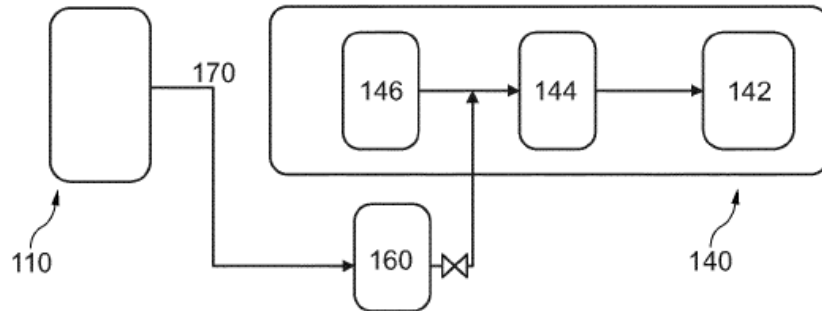


Fig. 4B