

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 531 703**

51 Int. Cl.:

**F03G 6/00** (2006.01)

**F03G 6/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.01.2013** **E 13151511 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.12.2014** **EP 2757259**

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

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**18.03.2015**

73 Titular/es:

**ALSTOM TECHNOLOGY LTD. (100.0%)**  
**Brown Boveri Strasse 7**  
**5400 Baden, CH**

72 Inventor/es:

**CONTE, ENRICO y**  
**MARCHAL, NICOLAS**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 531 703 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 energía térmica solar.

**Antecedentes**

Campo de investigación

- 5 La presente revelación se refiere en general al campo de la energía solar concentrada y, más particularmente, a una central de energía térmica solar concentrada con almacenamiento de calor por sal fundida que utiliza energía solar concentrada para almacenar energía térmica, y que utiliza la energía térmica almacenada para generar electricidad.

Breve descripción de la técnica relacionada

- 10 Una central de energía térmica solar basada en un receptor central de vapor directo (DSCR) incluye un campo grande de heliostatos y un receptor solar colocado en una torre de altura sustancial. Los heliostatos enfocan la luz solar directa sobre el receptor solar para producir vapor destinado a utilizarse en el funcionamiento de una turbina de vapor para producir electricidad. Típicamente, la central de energía térmica solar funciona, en un ciclo diario, durante las horas de luz solar clara, mientras que se para por las noches o en periodos nubosos. Sin embargo, si la central de energía térmica solar ha de satisfacer una demanda de electricidad creciente, necesita ser operativa con independencia de la disponibilidad de luz solar, es decir, por las noches o en periodos nubosos. Una materialización de tal central de energía térmica solar genera un requisito de almacenamiento de energía térmica solar durante las horas del día y la utilización de la misma por las noches o en periodos nubosos. Para tal requisito se utiliza generalmente un receptor central que incluye un fluido de almacenamiento de energía solar, tal como sal fundida. El receptor solar con sal fundida se conoce generalmente como receptor central de sal fundida (MSCR).

- 20 La solicitud de patente US número 2008/0034757, considerada como la técnica anterior más próxima, discute un método y un sistema de integrar calor solar en un ciclo de Rankine regenerativo. El sistema utiliza energía solar para calentar un fluido de transferencia térmica de una sola fase que puede hacerse circular en un sistema de calor solar. El sistema de calor solar incluye un calentador de fluido que trabaja en circuito cerrado, acoplado fluidicamente a los colectores de calor solar y que transfiere la energía térmica del fluido de transferencia térmica a un fluido de trabajo del sistema de generación de energía. Así, el fluido de trabajo es precalentado antes de que entre en la caldera del sistema de generación de energía. El calentador solar de fluido de trabajo puede conectarse en una porción del ciclo de Rankine aguas abajo de otros calentadores de fluido de trabajo o aguas arriba de al menos un calentador de fluido de trabajo.

- 30 La publicación de la solicitud de patente EP 1 820 964 discute otro método y otro dispositivo para aumentar la producción de energía en una central de energía térmica solar. El método implica producir energía en una parte de estación de energía solar, que se alimenta a una parte de estación de energía convencional mediante un intercambiador de calor, y energía térmica adicional que se alimenta a un circuito de vapor de agua de la parte de estación de energía convencional. La energía térmica adicional es puesta en paralelo con el intercambiador de calor.

- 35 Un sistema MSCR típico 10 es evidente en la figura 1. El sistema MSCR 10 incluye un MSCR 12, unos depósitos de almacenamiento frío y caliente 14, 16 y un ciclo 18 generador de vapor de sal fundida (MSSG). El fluido de sal fundida calentado en el MSCR 12 se almacena en el depósito de almacenamiento caliente 14, a una temperatura de aproximadamente 565°C, y después de que su energía térmica sea utilizada por el ciclo MSSG 18, dicho fluido se almacena en el depósito de almacenamiento frío 16, a una temperatura de aproximadamente 290°C, desde donde es enviado adicionalmente al MSCR 12 para que sea recalentado. El ciclo MSSG 18 incluye una disposición generadora de vapor 20, un recalentador 22 y una turbina 24. La disposición generadora de vapor 20 utiliza el calor de la sal fundida caliente y convierte agua de alimentación de un depósito 26 de agua de alimentación en vapor y lo envía a una entrada de turbina de alta presión de la turbina 24 para la conversión del calor en electricidad a través de un generador 'G'. Además, el vapor procedente de una salida de turbina de alta presión de la turbina 24 es recalentado por el recalentador 20 utilizando la sal fundida caliente. El vapor recalentado es suministrado a una entrada de turbina de presión intermedia de la turbina 24 para la conversión de calor en electricidad.

- 45 La temperatura y la presión del vapor en el ciclo MSSG 18 son en general limitadas, respectivamente, por la temperatura de la sal fundida caliente, típicamente a 545°C, y por una limitación de estricción en el ciclo MSSG 18, típicamente a 115 bares o a un valor más bajo. La limitación de estricción en el ciclo MSSG 18 depende de dos factores importantes. En primer lugar, la temperatura del agua de alimentación para ser convertida en vapor necesitará mantenerse por encima de 240°C a fin de evitar que se congele la sal fundida. En segundo lugar, después de que el vapor procedente de la salida de turbina de alta presión de la turbina 24 sea recalentado por el recalentador 20 utilizando la sal fundida caliente, la temperatura de tal sal fundida caliente usada está todavía por encima de la temperatura a la cual puede ser enviada al depósito de almacenamiento frío 14, es decir, por encima de 290°C. Una posible solución para evitar el envío de esa sal fundida caliente desde el recalentador 20 consiste en mezclarla en cualquier etapa de la disposición generadora de vapor 20, es decir, entre cualesquiera de dos elementos constituidos por el economizador, el supercalentador y el evaporador. Debido a estos dos requisitos de

limitación de estricción el resultado es, como se ha mencionado, una baja presión de vapor que tiene diversos impactos negativos sobre la eficiencia de la central de energía térmica solar, incluyendo, pero sin limitación, una menor eficiencia de la central energética, una formación de puntos fríos/estancamiento, dando a su vez como resultado una congelación de la sal fundida, un taponamiento y un daño del intercambiador de calor de la disposición generadora de vapor 20.

No es que no se hayan hecho hasta la fecha esfuerzos suficientes para resolver estos requisitos de limitación de estricción. Un esfuerzo particular puede ser evidente en la figura 2, en donde el recalentador 20, como se muestra en la figura 1, ha sido retirado, eliminando la necesidad de recalentar el vapor que sale de la salida de turbina de alta presión de la turbina 24. Tal disposición puede evitar que se mezcle sal fundida todavía caliente en cualquier etapa de la disposición generadora de vapor 20, excluyendo así el requisito de una limitación de estricción. Sin embargo, en este caso la presión de vapor proporcionada en una entrada de turbina de alta presión de la turbina 24 deberá incrementarse lo suficiente para compensar la eficiencia perdida por la no la realización del recalentamiento. Pero debido a la baja presión de vapor, esta disposición puede incurrir en una humedad muy alta en una salida de la turbina de vapor de baja presión, con un impacto negativo sobre la eficiencia y una erosión de los últimos álabes de la etapa.

### Sumario

La presente revelación describe un sistema de energía térmica solar que se presentará en el siguiente sumario simplificado para proporcionar una comprensión básica de uno o más aspectos de la revelación que están destinados a superar los inconvenientes discutidos, pero a incluir todas las ventajas de la misma, junto con la aportación de algunas ventajas adicionales. Este sumario no es una extensa visión general de la revelación. No se pretende identificar elementos claves o críticos de la descripción ni delinear el alcance de la presente revelación. Por el contrario, el único propósito de este sumario es presentar algunos conceptos de la revelación, sus aspectos y sus ventajas en una forma simplificada como un prelude de la descripción más detallada que se presenta más adelante.

Un objeto de la presente revelación es describir un sistema de energía térmica solar que pueda ser capaz de ser operativo sobre una variable libre de la limitación de estricción, particularmente la variable de limitación de estricción de tener la necesidad de mezclar debidamente sal fundida caliente liberada del recalentador hacia la tubería de alta presión en orden, y que todavía pueda ser capaz de obtener vapor de presión suficiente para enviarlo a una turbina de etapa de presión intermedia a fin de incrementar la eficiencia global de tal central.

Otro objeto de la presente revelación es revelar un sistema de energía térmica solar que pueda ser capaz de excluir el problema de la humedad en una salida de la turbina de vapor de baja presión.

En un aspecto de la presente revelación se describe un sistema de energía térmica solar para conseguir uno o más objetos de la presente revelación. Un sistema de energía térmica solar incluye un receptor solar, una disposición de almacenamiento de energía térmica, una turbina de vapor multietapa y unas disposiciones generadoras de vapor primaria y secundaria. La disposición de almacenamiento de energía térmica incluye un fluido de almacenamiento de energía térmica destinado a ser hecho circular por el receptor solar para almacenar energía térmica. Además, la turbina de vapor multietapa puede hacerse funcionar con una presión de vapor variable generada por el fluido de almacenamiento de energía térmica para accionar un generador eléctrico a fin de producir energía eléctrica. La turbina de vapor multietapa puede hacerse funcionar con el vapor de presión variable generado por las disposiciones generadoras de vapor primaria y secundaria. La disposición generadora de vapor primaria se utiliza para suministrar un vapor de alta presión a una presión deseada, producido a partir del fluido de almacenamiento de energía térmica, a una entrada de turbina de alta presión de la turbina de vapor multietapa. El vapor sale de una etapa de turbina de aguas abajo de una salida de turbina de alta presión. Además, la disposición generadora de vapor secundaria, que tiene un conjunto de recalentamiento, está adaptada para generar un vapor de presión intermedia producido a partir del fluido de almacenamiento de energía térmica recibido de la disposición de almacenamiento de energía térmica a través del conjunto de recalentamiento. El vapor de presión intermedia y el vapor que sale de la etapa de turbina aguas abajo de la salida de turbina de alta presión son ambos mezclados y suministrados al conjunto de recalentamiento para que sean recalentados y luego suministrados a una entrada de turbina de presión intermedia de la turbina de vapor multietapa.

En una realización de la presente revelación la disposición de almacenamiento de energía térmica del sistema de energía térmica solar incluye unos depósitos de almacenamiento primero y segundo. El primer depósito de almacenamiento está adaptado para almacenar el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente. El segundo depósito de almacenamiento está adaptado para almacenar el fluido de almacenamiento de energía térmica frío. La disposición de almacenamiento de energía térmica suministra el fluido de almacenamiento de energía térmica frío del segundo depósito de almacenamiento al receptor solar para que sea recalentado.

En una realización la disposición generadora de vapor primaria está adaptada para recibir el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente proveniente del primer depósito de almacenamiento para generar el vapor de alta presión a la presión deseada a fin de que sea suministrado a la entrada de turbina de alta presión de la

5 turbina de vapor multietapa. El fluido de almacenamiento de energía térmica caliente da como resultado un fluido de almacenamiento de energía térmica frío al ser utilizado su calor por la disposición generadora de vapor primaria para generar el vapor de alta presión. Este fluido de almacenamiento de energía térmica frío resultante es suministrado directamente al segundo depósito de almacenamiento desde la disposición generadora de vapor primaria. En una forma tomada como ejemplo la disposición generadora de vapor primaria puede incluir un economizador de alta presión, un evaporador de alta presión y un supercalentador configurados de manera comunicable para utilizar el calor del fluido de almacenamiento de energía térmica caliente recibido del primer depósito de almacenamiento a fin de generar el vapor de alta presión a la presión deseada.

10 En una realización la disposición generadora de vapor secundaria está adaptada para recibir el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente proveniente del primer depósito de almacenamiento a través del conjunto de recalentamiento para generar un vapor de presión intermedia. El fluido de almacenamiento de energía térmica caliente da como resultado un fluido de almacenamiento de energía térmica frío al ser utilizado su calor por la disposición generadora de vapor secundaria para generar el vapor de presión intermedia. Este fluido de almacenamiento de energía térmica frío resultante es suministrado directamente al segundo depósito de almacenamiento desde la disposición generadora de vapor secundaria. En una forma tomada como ejemplo la disposición generadora de vapor secundaria puede incluir también un economizador de presión intermedia, un evaporador de presión intermedia y un supercalentador configurado de manera comunicable para utilizar el calor del fluido de almacenamiento de energía térmica caliente recibido del primer depósito de almacenamiento a través del conjunto de recalentamiento a fin de generar el vapor de presión intermedia.

20 En una realización el vapor procedente de una salida de turbina de presión intermedia se suministra a una entrada de turbina de baja presión de la turbina de vapor multietapa.

25 En una realización el sistema de energía térmica solar puede incluir, además, una disposición de acondicionamiento para acondicionar el vapor que sale de la turbina de vapor multietapa. La disposición de acondicionamiento puede incluir un condensador, unas disposiciones calentadoras de baja y alta presión y un suministro de agua de alimentación. El condensador está adaptado para condensar el vapor que sale de la turbina multietapa a fin de obtener agua. Además, las disposiciones calentadoras de baja y alta presión están configuradas para calentar el agua recibida del condensador. Por otra parte, el suministro de agua de alimentación está configurado para suministrar agua de alimentación de alta presión a las disposiciones generadoras de vapor primaria y secundaria.

30 Las disposiciones generadoras de vapor primaria y secundaria excluyen la necesidad de mezclar sal fundida caliente liberada del recalentador a fin de obtener vapor vivo de alta presión o de una presión deseada para incrementar la eficiencia global de tal central. Estas disposiciones generadoras de vapor primaria y secundaria pueden permitir también que el sistema de energía térmica solar pueda hacerse funcionar con al menos una variable libre de limitación de restricción. Además, debido a que se recalienta por el conjunto de recalentamiento el vapor que sale de la etapa de turbina aguas abajo de la salida de turbina de alta presión para suministrarlo a la entrada de turbina de presión intermedia, se excluye el problema de la humedad en una salida de la turbina de vapor de baja presión.

35 Estos aspectos unidos a los demás aspectos de la presente revelación, junto con las diversas características de novedad que caracterizan la presente revelación, se señalan con particularidad en la presente revelación. Para una mejor comprensión de la presente revelación, sus ventajas de funcionamiento y sus usos se hará referencia a los dibujos que se acompañan y a la materia descriptiva, en donde se ilustran ejemplos de realización de la presente revelación.

**Breve descripción de los dibujos.**

Las ventajas y características de la presente revelación se comprenderán mejor con referencia a la siguiente descripción detallada y a las reivindicaciones tomadas en unión de los dibujos que se acompañan, en los que los elementos iguales se identifican con símbolos iguales y en los que:

45 La figura 1 es una ilustración diagramática de un sistema de energía térmica solar conocido;

La figura 2 es una ilustración diagramática de otro sistema de energía térmica solar conocido; y

La figura 3 es una ilustración diagramática de un sistema de energía térmica solar de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente revelación.

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

**Descripción detallada de ejemplos de realización**

Para una comprensión profunda de la presente revelación se ha de hacer referencia a la siguiente descripción detallada, incluidas las reivindicaciones anexas, en relación con los dibujos anteriormente descritos. En ciertos

casos, se muestran estructura y dispositivos solamente en forma de diagramas de bloques para evitar que se oscurezca la revelación. La referencia en esta memoria a “una realización”, “otra realización”, “diversas realizaciones” significa que un rasgo, estructura o característica particular descrito en relación con la realización está incluido en al menos una realización de la presente revelación.

- 5 Además, los términos relativos, tales como “primario”, “secundario”, “primero”, “segundo” y similares, no denotan aquí ningún orden, elevación o importancia, sino que más bien se utilizan para distinguir un elemento de otro. Además, los términos “un”, “uno” y “pluralidad” no denotan aquí una limitación de cantidad, sino que más bien denotan la presencia de al menos uno de los componentes referenciados.

10 Haciendo referencia a la figura 3, se ofrece un ejemplo de ilustración diagramática de un sistema de energía térmica solar 100 de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente revelación. Un sistema de energía térmica solar 100 (denominado seguidamente ‘sistema 100’) incluye un receptor solar 110 que puede estar colocado en una torre de altura sustancial y rodeado por un campo grande de heliostatos. El receptor solar 110 recibe energía solar de los heliostatos para que sea calentado. El sistema 100 incluye, además, una disposición 120 de almacenamiento de energía térmica (denominada seguidamente ‘disposición de almacenamiento térmico 120’) (líneas de trazos) que  
 15 tiene un fluido de almacenamiento de energía térmica (seguidamente ‘fluido de almacenamiento térmico’) destinado a ser hecho circular por el receptor solar 110 para almacenar energía térmica en el mismo. El fluido de almacenamiento térmico puede ser en general una sal fundida, una mezcla de nitratos de sodio y potasio ( $\text{NaNO}_3$  y  $\text{KNO}_3$ ). Sin embargo, sin apartarse del alcance de la presente revelación, se puede utilizar para dicho propósito cualquier otro fluido de almacenamiento térmico que se encuentre adecuado. La disposición de almacenamiento  
 20 térmico 120 puede incluir unos depósitos de almacenamiento primero y segundo 122, 124. Durante las horas diurnas, cuando la energía solar incide sobre el receptor solar 110 por medio de los heliostatos, se calienta el fluido de almacenamiento térmico que circula a su través. El fluido calentado de almacenamiento térmico calentado procedente del receptor solar 110 puede ser almacenado en el primer depósito de almacenamiento 122. Durante las  
 25 noches, el fluido de almacenamiento térmico calentado almacenado en el primer depósito de almacenamiento 122 se utiliza para generar energía eléctrica y el fluido de almacenamiento térmico frío resultante puede ser almacenado en el segundo depósito de almacenamiento 124. Durante las demás horas, el fluido de almacenamiento térmico frío proveniente del segundo depósito de almacenamiento 124 es suministrado al receptor solar 110 para que sea recalentado.

30 El sistema 100 incluye una turbina de vapor multietapa 130 y unas disposiciones generadoras de vapor primaria y secundaria 140, 150 para utilizar calor del fluido de almacenamiento térmico de la disposición de almacenamiento térmico 120 para accionar un generador eléctrico 150 a fin de producir energía eléctrica. La turbina de vapor multietapa 130 incluye una turbina de vapor de alta presión 132, una turbina de presión intermedia 134 y una turbina de baja presión 136 que están adaptadas para poder operar sobre un vapor de presión variable generado por las  
 35 disposiciones generadoras de vapor primaria y secundaria 140, 150 utilizando el fluido de almacenamiento térmico proveniente de la disposición de almacenamiento térmico 120.

La disposición generadora de vapor primaria 140 (denominada seguidamente ‘disposición primaria 140’) está adaptada para recibir agua de alimentación de un suministro de agua de alimentación 170 a través de una bomba a alta presión. El agua de alimentación de alta presión se convierte en vapor de alta presión a una presión deseada, preferiblemente de 170 bares, y una temperatura de 545°C, por efecto del fluido de almacenamiento térmico  
 40 proveniente de la disposición de almacenamiento térmico 120. En un ejemplo la disposición primaria 140 incluye un economizador de alta presión 142, un evaporador de alta presión 144 y un supercalentador 146 configurados de manera comunicable para utilizar el calor del fluido de almacenamiento térmico caliente recibido del primer depósito de almacenamiento 122 a fin de generar dicho vapor de alta presión. El fluido de almacenamiento térmico caliente da como resultado un fluido de almacenamiento térmico frío al ser utilizado su calor por la disposición primaria 140, y  
 45 el fluido de almacenamiento de energía térmica frío resultante es suministrado directamente al segundo depósito de almacenamiento 124 desde la disposición primaria 140 para que sea almacenado en el mismo.

El citado vapor de alta presión se suministra a una entrada de turbina de alta presión 132a de la turbina de alta presión 132 de la turbina de vapor multietapa 130 para el accionamiento de la misma. Después de suministrar su energía, el vapor se libera de una etapa de turbina aguas abajo de una salida de turbina de alta presión 132b.

50 Además, la disposición generadora de vapor secundaria 150 (denominada seguidamente ‘disposición secundaria 150’) trabaja simultáneamente con la disposición primaria 140. La disposición secundaria 150 está adaptada también para recibir agua de alimentación del suministro de agua de alimentación 170 a través de la bomba. La disposición secundaria 150 puede incluir un conjunto de reducción de presión 180 para reducir la presión del agua calentada de alta presión suministrada desde el suministro de agua de alimentación 170. El agua de alimentación calentada se  
 55 convierte entonces en el vapor de presión intermedia por efecto del fluido de almacenamiento térmico proveniente de la disposición de almacenamiento térmico 120. En un ejemplo la disposición secundaria 150 incluye un economizador de alta presión 152, un evaporador de alta presión 154 y un supercalentador 156 configurados de manera comunicable para utilizar el calor del fluido de almacenamiento térmico caliente recibido del primer depósito de almacenamiento 122 a fin de generar dicho vapor de presión intermedia. El fluido de almacenamiento térmico

caliente da como resultado un fluido de almacenamiento térmico frío al ser utilizado su calor por la disposición secundaria 150, y el fluido de almacenamiento de energía térmica frío resultante es suministrado directamente al segundo depósito de almacenamiento 124 desde la disposición secundaria 150.

5 La disposición secundaria 150 incluye un conjunto de recalentamiento 158. El fluido de almacenamiento térmico caliente proveniente del primer depósito de almacenamiento 122 es suministrado a la disposición secundaria 150, a través del conjunto de recalentamiento 158, para generar dicho vapor de presión intermedia. El vapor de presión intermedia generado por la disposición secundaria 150 y el vapor que se libera de la etapa de turbina aguas abajo de la salida de turbina de alta presión 132b se mezclan ambos y se suministran al conjunto de recalentamiento 158 para que sean recalentados. El vapor mezclado y recalentado se suministra después a una entrada de turbina de presión intermedia 134a. Además, el vapor proveniente de una salida de turbina de presión intermedia 134b es suministrado a una entrada de turbina de baja presión 136a para accionar la turbina de vapor multietapa 130. El vapor liberado de una etapa de turbina aguas abajo de una salida de turbina de alta presión 136b puede ser acondicionado en una disposición de acondicionamiento 190.

15 La disposición de acondicionamiento 190 está configurada para acondicionar el vapor liberado de la turbina de vapor multietapa 130, y para hacer esto dicha disposición incluye un condensador 192, una disposición calentadora de baja y alta presión 194, 196 y el suministro de agua de alimentación 170. El condensador 192 está adaptado para condensar el vapor liberado de la turbina de vapor multietapa 130 a fin de obtener agua. Además, las disposiciones calentadoras de baja y alta presión 194, 196 están configuradas para calentar el agua recibida del condensador 192, según sea requerido. Por otra parte, el suministro de agua de alimentación 170, según se ha mencionado anteriormente, está configurado para suministrar agua de alimentación de alta presión a las disposiciones primaria y secundaria 140, 150.

25 Un sistema 100 de la presente revelación es ventajoso en diversos ámbitos. Las disposiciones generadoras de vapor primaria y secundaria del sistema de energía térmica solar excluyen la necesidad de mezclar sal fundida caliente liberada del recalentador a fin de obtener vapor vivo de alta presión o de una presión deseada para aumentar la eficiencia global de tal central. Tales disposiciones generadoras de vapor primaria y secundaria pueden permitir también que el sistema de energía térmica solar pueda hacerse funcionar sobre al menos una variable libre de limitación de estrictión. Además, debido a que se recalienta por el conjunto de recalentamiento el vapor que sale de la etapa de turbina aguas abajo de la salida de turbina de alta presión para suministrarlo a la entrada de turbina de presión intermedia, se excluye el problema de la humedad en una salida de la turbina de vapor de baja presión.

30 **Lista de números de referencia**

Referencia a las figuras de la técnica anterior (figuras 1 y 2)

- 10 Sistema MSCR típico
- 12 MSCR
- 14, 16 Depósitos de almacenamiento caliente y frío
- 35 18 Ciclo generador de vapor de sal fundida (MSSG)
- 20 Disposición generadora de vapor
- 22 Recalentador
- 24 Turbina
- 26 Depósito de agua de alimentación
- 40 G Generador

Referencia a la figura de la invención (figura 3)

- 100 Sistema de energía térmica solar; sistema
- 110 Receptor solar
- 120 Disposición de almacenamiento de energía térmica; disposición de almacenamiento térmico
- 45 122,124 Depósitos de almacenamiento primero y segundo
- 130 Turbina de vapor multietapa
- 132 Turbina de vapor de alta presión
- 132a Entrada de turbina de alta presión
- 132b Salida de turbina de alta presión
- 50 134 Turbina de presión intermedia
- 134a Entrada de turbina de presión intermedia
- 134b Salida de turbina de presión intermedia
- 136 Turbina de baja presión
- 136a Entrada de turbina de baja presión
- 55 136b Salida de turbina de baja presión
- 140 Disposición generadora de vapor primaria
- 142 Economizador de alta presión
- 144 Evaporador de alta presión
- 146 Supercalentador

## ES 2 531 703 T3

	150	Disposición generadora de vapor secundaria
	152	Economizador de alta presión
	154	Evaporador de alta presión
	156	Supercalentador
5	158	Conjunto de recalentamiento
	160	Generador eléctrico
	170	Suministro de agua de alimentación
	180	Conjunto de reducción de presión
	190	Disposición de acondicionamiento
10	192	Condensador
	194, 196	Disposición calentadora de baja y alta presión

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de energía térmica solar (100) que comprende:  
un receptor solar (110);  
5 una disposición de almacenamiento de energía térmica (120) que incluye un fluido de almacenamiento de energía térmica destinado a ser hecho circular por el receptor solar (110) para almacenar energía térmica;  
una turbina de vapor multietapa (130) que puede funcionar con un vapor de presión variable generado por el fluido de almacenamiento de energía térmica para accionar un generador eléctrico (150) a fin de producir energía eléctrica, en donde la turbina de vapor multietapa (130) puede funcionar con el vapor de presión variable generado por  
10 una disposición generadora de vapor primaria (140) para suministrar un vapor de alta presión a una presión deseada, producido a partir del fluido de almacenamiento de energía térmica, a una entrada de turbina de alta presión (132a) de la turbina de vapor multietapa (130), saliendo el vapor de una etapa de turbina aguas abajo de una salida de turbina de alta presión (132b); y  
una disposición generadora de vapor secundaria (150) que tiene un conjunto de recalentamiento (158),  
15 **caracterizado** por que la disposición generadora de vapor secundaria (150) está adaptada para suministrar un vapor de presión intermedia, producido a partir del fluido de almacenamiento de energía térmica recibido de la disposición de almacenamiento de energía térmica (120) a través del conjunto de recalentamiento (158), y por que la disposición generadora de vapor secundaria está configurada y dispuesta de tal manera que el vapor de presión intermedia y el vapor que sale de la etapa de turbina aguas abajo de la salida de turbina de alta presión (132b) se mezclan y suministran ambos al conjunto de recalentamiento (158) para ser recalentados y suministrados a una  
20 entrada de turbina de presión intermedia (134) de la turbina de vapor multietapa (130).
2. El sistema de energía térmica solar (100) según la reivindicación 1, en el que la disposición de almacenamiento de energía térmica (120) comprende:  
un primer depósito de almacenamiento (122) para almacenar el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente; y  
25 un segundo depósito de almacenamiento (124) para almacenar el fluido de almacenamiento de energía térmica frío, suministrando la disposición de almacenamiento de energía térmica (120) el fluido de almacenamiento de energía térmica frío proveniente del segundo depósito de almacenamiento (124) al receptor solar (110) para que sea recalentado.
3. El sistema de energía térmica solar (100) según las reivindicaciones 1 y 2, en el que la disposición generadora de vapor primaria (140) está adaptada para recibir el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente proveniente del primer depósito de almacenamiento (122) a fin de generar el vapor de alta presión a la presión deseada destinado a ser suministrado a la entrada de turbina de alta presión (132a) de la turbina de vapor multietapa (130).
- 30 4. El sistema de energía térmica solar (100) según las reivindicaciones 1 y 2, en el que la disposición generadora de vapor secundaria (150) está adaptada para recibir el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente proveniente del primer depósito de almacenamiento (122) a través del conjunto de recalentamiento (158) a fin de generar un vapor de presión intermedia.
- 35 5. El sistema de energía térmica solar (100) según las reivindicaciones 1 y 2, en el que el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente da como resultado un fluido de almacenamiento de energía térmica frío al ser utilizado su calor por la disposición generadora de vapor primaria (140) para generar el vapor de alta presión, y en el que el fluido de almacenamiento de energía térmica frío resultante es suministrado directamente al segundo depósito de almacenamiento (124) desde la disposición generadora de vapor primaria (140).
- 40 6. El sistema de energía térmica solar (100) según las reivindicaciones 1 y 2, en el que el fluido de almacenamiento de energía térmica caliente da como resultado un fluido de almacenamiento de energía térmica frío al ser utilizado su calor por la disposición generadora de vapor secundaria (150) para generar el vapor de presión intermedia, y el fluido de almacenamiento de energía térmica frío resultante es suministrado directamente al segundo depósito de almacenamiento (124) desde la disposición generadora de vapor secundaria (150).
- 45 7. El sistema de energía térmica solar (100) según las reivindicaciones 1 y 2, en el que la disposición generadora de vapor primaria (140) comprende un economizador de alta presión (142, 152), un evaporador de alta presión (144, 154) y un supercalentador (146, 156) configurados de manera comunicable para utilizar el calor del fluido de almacenamiento de energía térmica caliente recibido del primer depósito de almacenamiento (122) a fin de generar el vapor de alta presión a la presión deseada.
- 50 8. El sistema de energía térmica solar (100) según las reivindicaciones 1 y 2, en el que la disposición generadora de



vapor secundaria (150) comprende un economizador de presión intermedia, un evaporador de presión intermedia y un supercalentador (146, 156) configurados de manera comunicable para utilizar el calor del fluido de almacenamiento de energía térmica caliente recibido del primer depósito de almacenamiento (122) a través del conjunto de recalentamiento (158) a fin de generar el vapor de presión intermedia.

5 9. El sistema de energía térmica solar (100) según la reivindicación 1, en el que el vapor proveniente de una salida de turbina de presión intermedia (134) es suministrado a una entrada de turbina de baja presión (136) de la turbina de vapor multietapa (130).

10 10. El sistema de energía térmica solar (100) según la reivindicación 1, que comprende, además, una disposición de acondicionamiento (190) para acondicionar el vapor que sale de la turbina de vapor multietapa (130), en donde la disposición de acondicionamiento (190) comprende:

un condensador (192) para condensar el vapor que sale de la turbina multietapa (24) a fin de obtener agua;

unas disposiciones calentadoras de baja y alta presión (196) configuradas para calentar el agua recibida del condensador (192); y

15 un suministro de agua de alimentación (170) configurado para suministrar agua de alimentación de alta presión a las disposiciones generadoras de vapor primaria y secundaria (150).

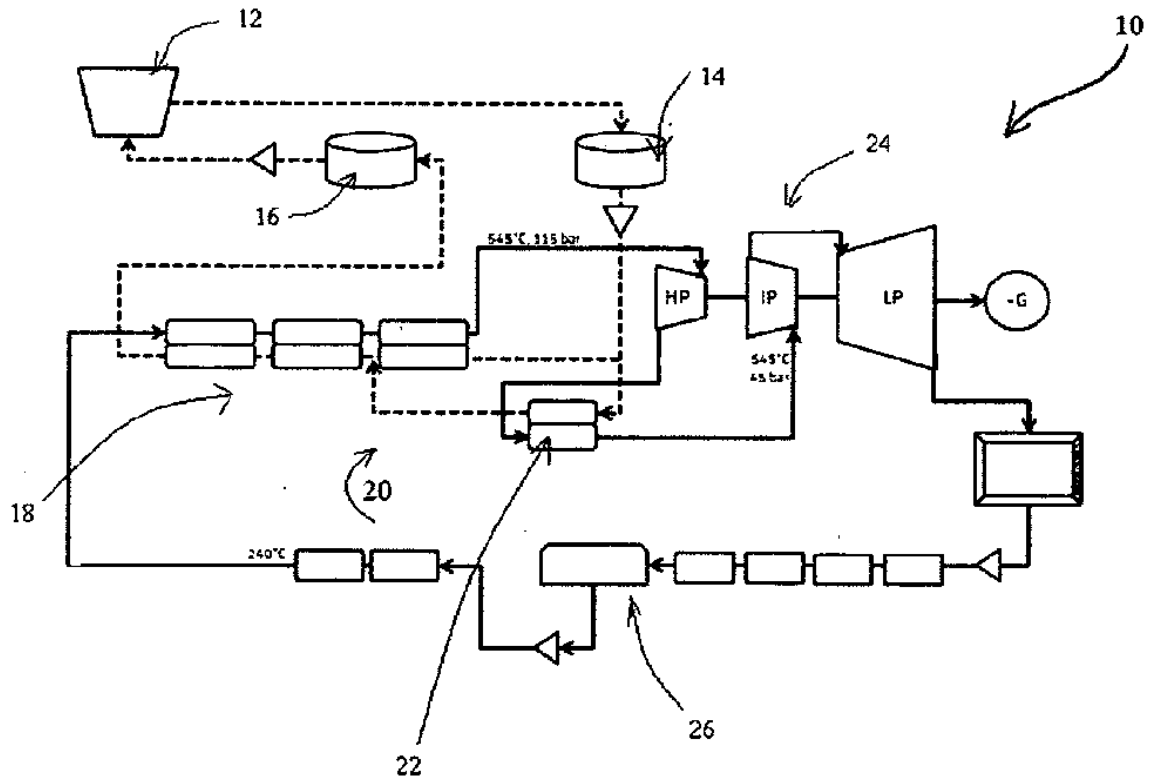


FIGURA 1 DE LA TÉCNICA ANTERIOR

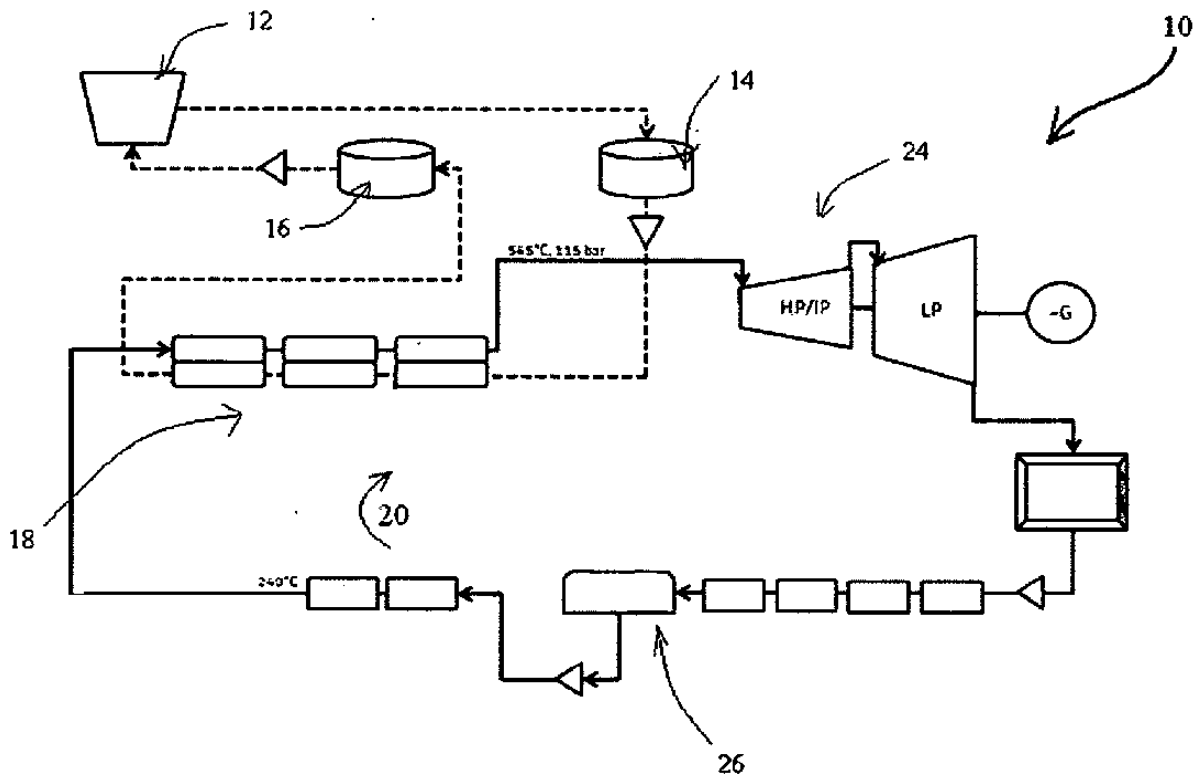


FIGURA 2 DE LA TÉCNICA ANTERIOR

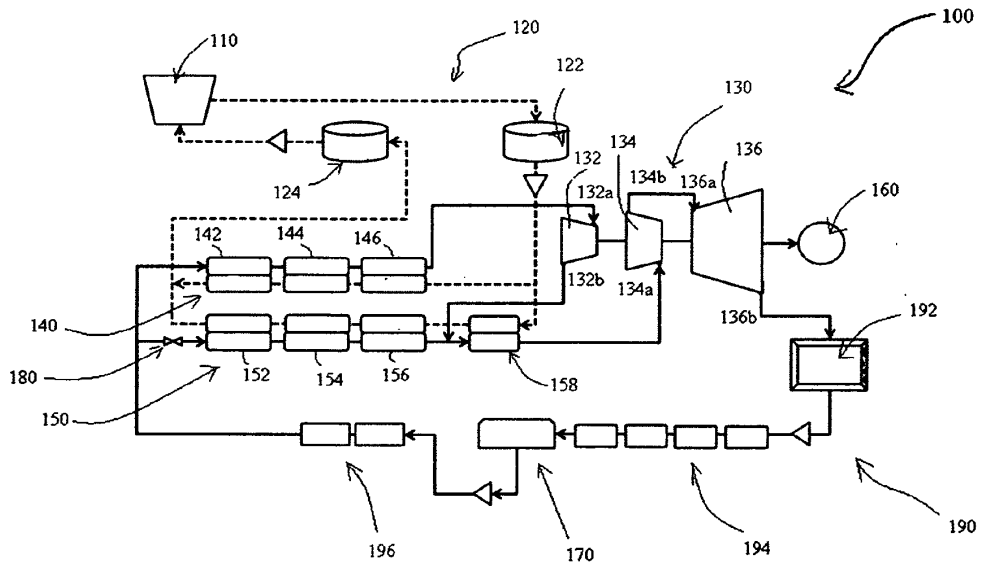


FIG. 3