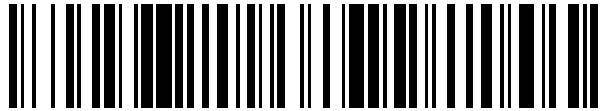


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 665 330**

21 Número de solicitud: 201890005

51 Int. Cl.:

**F03G 6/06**

(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

**10.08.2015**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**25.04.2018**

71 Solicitantes:

**GENERAL ELECTRIC TECHNOLOGY GMBH  
(100.0%)  
BROWN BOVERI STRASSE 7  
5400 BADEN CH**

72 Inventor/es:

**EHRSAM, Andreas y  
CONTE, Enrico**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

54 Título: **PROCEDIMIENTO PARA AJUSTAR LA PRESIÓN DE UN GENERADOR DE VAPOR EN UNA CENTRAL DE ENERGÍA SOLAR**

57 Resumen:

Procedimiento para ajustar la presión de un generador de vapor en una central de energía solar. Se proporciona un procedimiento para ajustar la presión de un generador de vapor. El procedimiento incluye calentar y almacenar fluido de almacenamiento de energía térmica. Además, el fluido almacenado se usa para producir vapor a partir de agua de alimentación, suministrada desde un suministro de agua de alimentación (116) en una disposición de generador de vapor (140). La disposición (140) incluye un economizador (142), un evaporador (144) y un supercalentador (148) configurados de forma comunicable para calentar el agua de alimentación hasta una temperatura saturada para definir la presión de la disposición de generador de vapor (140) y además producir vapor. Además, dependiendo de operaciones de carga completa/parcial, la presión en la disposición de generador de vapor (140) puede ajustarse recirculando el agua de alimentación calentada por la sección de economizador (142) alrededor de la sección de economizador (142) o derivando la sección de economizador (142) mientras que al mismo tiempo se mantienen las temperaturas del fluido en una entrada (144a) del evaporador (144) y en una salida (142b) del economizador (142).

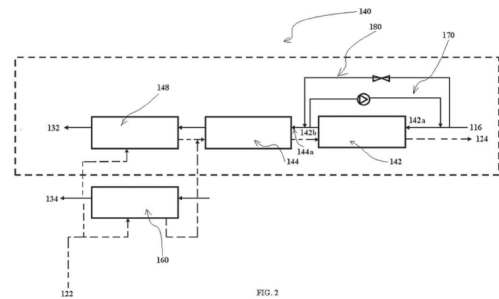


FIG. 2

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para ajustar la presión de un generador de vapor en una central de energía solar

5

### **Campo de esfuerzo**

La presente divulgación se refiere generalmente al campo de la energía solar concentrada, y más particularmente, a un procedimiento para mejorar la eficiencia de una central de energía térmica solar concentrada con un fluido de almacenamiento de energía térmica que usa energía solar concentrada para almacenar energía calorífica, y usar la energía calorífica almacenada para generar electricidad.

### **Breve descripción de la técnica relacionada**

15

Una central de energía térmica solar basada en el receptor central de vapor directo (DSCR) incluye un gran campo de helióstatos y un receptor solar colocado en una torre de altura considerable. Los helióstatos centralizan la luz solar directa en el receptor solar para producir vapor para usarse para hacer funcionar una turbina de vapor para producir electricidad. Normalmente, la central de energía térmica solar opera en un ciclo diario, durante las horas de luz solar despejadas, mientras que se cierra durante las noches o en temporadas nubladas. Sin embargo, si la central de energía térmica solar tiene que cumplir con la creciente demanda de electricidad, necesita ser operable independientemente de la disponibilidad de luz solar, es decir, durante las noches o en temporadas nubladas. Una realización de una central de energía térmica solar de este tipo genera un requisito de almacenar energía térmica solar durante las horas del día y usar la misma durante las noches o en temporadas nubladas. Para dicho requisito, generalmente se usa un receptor central que incluye un fluido de almacenamiento de energía solar, tal como sal fundida. El receptor central con sal fundida se conoce generalmente como receptor central de sal fundida (MSCR).

30

En un sistema de MSCR típico, se disponen un MSCR, tanques de almacenamiento en caliente y en frío y un ciclo de generador de vapor de sal fundida (MSSG) para usar la energía solar para producir electricidad. En dicha disposición, el fluido de sal fundida calentado en el MSCR se almacena en el tanque de almacenamiento en caliente, a una temperatura de aproximadamente 565 °C, y después de que la energía térmica del mismo

35

se está usando por el ciclo del MSSG, se almacena en el tanque de almacenamiento en frío, a una temperatura de aproximadamente 290 °C, desde donde se envía además al MSCR para recalentarse. El ciclo del MSSG incluye: una disposición de generador de vapor que generalmente tiene un economizador, un evaporador y un supercalentador configurados  
5 juntos; una turbina de recalentamiento y multietapa. La disposición de generador de vapor usa el calor de la sal fundida caliente y convierte el agua de alimentación de un tanque de agua de alimentación en vapor y lo envía a la turbina multietapa para la conversión de calor en electricidad a través de un generador. Además, el vapor puede recalentarse en el recalentador usando la sal fundida caliente para suministrar vapor recalentado para una  
10 etapa adicional de la turbina multietapa. Se pueden aplicar varias tecnologías de generador de vapor como tales para dicho fin. El economizador, el evaporador y el supercalentador se pueden separar en componentes dedicados o las tres secciones se pueden combinar en un único componente (conocido como generador de vapor de una sola pasada). En el caso de una disposición con componentes separados, el evaporador puede incluir un cuerpo (a menudo denominado hervidor de caldera) o dividirse en un evaporador y un tambor de vapor  
15 para la separación de vapor. Además, cada sección, como el economizador, evaporador y supercalentador se pueden dividir en múltiples cuerpos, en serie o en paralelo.

Independientemente de dichas tecnologías de generador de vapor variables, la presión de vapor en el ciclo del MSSG generalmente está limitada por la llamada limitación de estrechamiento en el ciclo del MSSG, normalmente a o menor que 115 bares. La limitación de estrechamiento en el MSSG está determinada por dos factores importantes. En primer lugar, la temperatura del agua de alimentación necesitará mantenerse por encima de un nivel mínimo, normalmente 240 °C, para eliminar el riesgo de congelación de la sal fundida  
20 dentro de un intercambiador de calor (economizador, evaporador, supercalentador (y si incluye recalentamiento), puede denominarse simplemente 'intercambio de calor'). En segundo lugar, la temperatura de la sal fundida que abandona el MSSG deberá mantenerse tan baja como sea posible para una operación segura de la sal, normalmente a 290°C. Un aumento de esta temperatura de salida disminuye la capacidad de almacenamiento térmico  
25 y, por tanto, requiere una cantidad adicional de sal para la misma cantidad de energía almacenada. Bajo estas dos condiciones, el agua se calienta en el economizador y comienza a evaporarse a una presión que está determinada por el equilibrio térmico del sistema, normalmente a 115 bares o menor. La limitación de la presión de vapor resultante de los factores mencionados anteriormente tiene un impacto negativo en la eficiencia de la  
30 central de energía.

## Sumario

La presente divulgación divulga un procedimiento que se presentará en el siguiente sumario  
5 simplificado para proporcionar una comprensión básica de uno o más aspectos de la  
divulgación que pretenden superar los inconvenientes discutidos, pero incluir todas las  
ventajas de los mismos, junto con proporcionar algunas ventajas adicionales. El sumario no  
es una visión general extensiva de la divulgación. No pretende identificar elementos clave o  
críticos de la divulgación, ni delinear el alcance de la presente divulgación. Más bien, el  
10 único fin de este sumario es presentar algunos conceptos de la divulgación, sus aspectos y  
ventajas de una forma simplificada como un prelude de la descripción más detallada que se  
presenta en lo sucesivo.

Un objetivo de la presente divulgación es describir un procedimiento que pueda poder  
15 aumentar o disminuir la presión de vapor en una disposición de generador de vapor mientras  
evita la congelación de la sal fundida mejorando la eficiencia del sistema de energía térmica  
solar.

En un aspecto de la presente divulgación, se describe un procedimiento para ajustar la  
20 presión de un generador de vapor de un sistema de energía térmica solar para lograr uno o  
más objetivos de la presente divulgación. El procedimiento incluye las siguientes etapas:  
calentar el fluido de almacenamiento de energía térmica en un receptor solar;  
almacenar el fluido de almacenamiento de energía térmica calentado en una disposición de  
almacenamiento de energía térmica;  
25 usar el calor del fluido de almacenamiento de energía térmica para producir vapor a partir  
del agua de alimentación suministrada desde un suministro de agua de alimentación en una  
disposición de generador de vapor para operar una turbina, en el que la disposición de  
generador de vapor comprende una sección de economizador para calentar el agua de  
alimentación hasta una temperatura saturada para definir la presión de la disposición de  
30 generador de vapor, una sección de evaporador para generar el vapor del agua de  
alimentación, y una sección de supercalentador para supercalentar el vapor del evaporador;  
ajustar la presión en la disposición de generador de vapor recirculando el agua de  
alimentación calentada por la sección de economizador alrededor de la sección de  
economizador o al menos derivando parcialmente la sección de economizador mientras  
35 se mantiene la temperatura del fluido de almacenamiento de energía térmica en una entrada  
de la sección de evaporador y en una salida de la sección de economizador.

En un modo de realización, la presión en la disposición de generador de vapor se ajusta para aumentar durante una operación de carga completa mediante la recirculación del agua de alimentación calentada por la sección de economizador alrededor de la sección de economizador. Dicha recirculación del agua calentada se proporciona a una entrada de la sección de economizador.

En un modo de realización de ejemplo, el agua calentada se puede recircular desde la salida de la sección de economizador hasta la entrada de la sección de economizador. En un modo de realización de ejemplo adicional, el agua calentada se puede recircular desde la sección de evaporador hasta la entrada de la sección de economizador. En otro modo de realización de ejemplo adicional, el agua calentada se puede recircular desde un tambor de vapor, configurado para la sección de evaporador, para la entrada de la sección de economizador.

En un modo de realización, la presión en la disposición de generador de vapor se ajusta para reducirse durante la operación de carga parcial derivando parcialmente la sección de economizador para suministrar el agua desde el suministro de agua de alimentación directamente a la sección de evaporador.

El procedimiento además puede incluir además una etapa de recalentar el vapor mediante un conjunto de recalentamiento configurado para la disposición de generador de vapor.

Estos junto con los otros aspectos de la presente divulgación, junto con las varias características de novedad que caracterizan la presente divulgación, se señalan con particularidad en la presente divulgación. Para una mejor comprensión de la presente divulgación, sus ventajas operativas, y sus usos, se debe hacer referencia a los dibujos adjuntos y materia descriptiva en los que se ilustran ejemplos de modos de realización de la presente divulgación.

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

Las ventajas y las características de la presente divulgación se entenderán mejor con referencia a la siguiente descripción detallada y reivindicaciones tomadas en combinación con los dibujos adjuntos, en el que los elementos similares se identifican con símbolos similares, y en los que:

la FIG. 1 ilustra una vista general de un sistema de energía térmica solar para operarse usando el procedimiento reivindicado, de acuerdo con un modo de realización a modo de ejemplo de la presente divulgación;

la FIG. 2 es una ilustración esquemática de un sistema de energía térmica solar para operarse usando el procedimiento reivindicado, de acuerdo con un modo de realización a modo de ejemplo de la presente divulgación;

la FIG. 3 es una ilustración esquemática de un sistema de energía térmica solar para operarse usando el procedimiento reivindicado, de acuerdo con otro modo de realización a modo de ejemplo de la presente divulgación;

la FIG. 4 es una ilustración esquemática de un sistema de energía térmica solar donde se incluye un tambor de vapor para operarse usando el procedimiento reivindicado, de acuerdo con otro modo de realización a modo de ejemplo de la presente divulgación; y

las FIGS. 5A y 5B respectivamente ilustran representaciones gráficas de mejora del presente sistema con respecto a un sistema convencional.

15

Números de referencia similares se refieren a partes similares a lo largo de la descripción de diversas vistas de los dibujos.

### **Descripción detallada de modos de realización a modo de ejemplo**

20

Para una comprensión completa de la presente divulgación, se debe hacer referencia a la siguiente descripción detallada, incluyendo las reivindicaciones adjuntas, en conexión con los dibujos descritos anteriormente. En la siguiente descripción, con fines de explicación, se exponen numerosos detalles específicos a fin de proporcionar una comprensión exhaustiva

25

de la presente divulgación. Sin embargo, será evidente para un experto en la técnica que puede practicarse la presente divulgación sin estos detalles específicos. En otros casos, las estructuras y dispositivos se muestran solo en forma de diagramas de bloques, a fin de evitar oscurecer la divulgación. La referencia en esta memoria descriptiva a "un modo de realización", "otro modo de realización", "varios modos de realización" significa que un

30

rasgo, estructura o característica particular descrita en conexión con el modo de realización se incluye en al menos un modo de realización de la presente divulgación. El aspecto de la frase "en un modo de realización" en varios lugares en la memoria descriptiva no necesariamente se refiere al mismo modo de realización, ni los modos de realización separados o alternativos excluyen mutuamente otros modos de realización. Es más, se

35

describen varias características que pueden exhibirse por algunos modos de realización y no por otros. Del mismo modo, se describen varios requisitos que pueden ser requisitos para

algunos modos de realización pero pueden no ser requisitos de otro modo de realización.

Aunque la siguiente descripción contiene muchas especificidades con fines de ilustración, cualquier experto en la técnica apreciará que muchas variaciones y/o alteraciones de estos  
5 detalles están dentro del alcance de la presente divulgación. Del mismo modo, aunque muchas de las características de la presente divulgación se describen en términos de la otra, o en combinación entre sí, un experto en la técnica apreciará que muchas de estas características se pueden proporcionar independientemente de otras características. En consecuencia, esta descripción de la presente divulgación se expone sin pérdida de  
10 generalidad a, y sin imponer limitaciones sobre, la presente divulgación. Además, los términos relativos, tales como "primero", "segundo" y similares, en el presente documento no denotan ningún orden, elevación o importancia, sino que más bien se usan para distinguir un elemento de otro. Además, los términos "un", "una" y "pluralidad" en el presente documento no denotan una limitación de cantidad, sino que más bien denotan la presencia de al menos  
15 uno del artículo de referencia.

Con referencia a la FIG. 1, se plasma una ilustración esquemática de ejemplo de un sistema de energía térmica solar 100 de acuerdo con un modo de realización a modo de ejemplo de la presente divulgación para operarse usando el procedimiento reivindicado. El sistema de  
20 energía térmica solar 100 (en lo sucesivo denominado 'sistema 100') incluye un receptor solar 110 que puede colocarse en una torre 112 de altura sustancial y rodearse por un gran campo de helióstatos 114. El receptor solar 110 recibe energía solar de los helióstatos 114 para calentarse, que está designado para dirigir la energía solar del sol 'S'. El sistema 100 incluye además una disposición de almacenamiento de energía térmica 120 (en lo sucesivo denominada 'disposición de almacenamiento térmico 120') (líneas de puntos) que tiene un fluido de almacenamiento de energía térmica (en lo sucesivo 'fluido de almacenamiento  
25 térmico') para circularse a través del receptor solar 110 para almacenar energía térmica en el mismo. El fluido de almacenamiento térmico puede ser generalmente 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 divulgación, se puede usar cualquier otro fluido de almacenamiento  
30 térmico, tal como otras composiciones de sal o metal líquido, según se encuentre adecuado para dicho fin. La disposición de almacenamiento térmico 120 puede incluir un primer y segundo tanques de almacenamiento 122, 124. Durante las horas del día, cuando la energía solar incide en el receptor solar 110 mediante los helióstatos 114, el fluido de  
35 almacenamiento térmico que fluye a su través se calienta. El fluido de almacenamiento térmico calentado puede, desde el receptor solar 110, suministrarse y almacenarse en el

primer tanque de almacenamiento 122. Mientras que en las noches, el fluido de almacenamiento térmico calentado almacenado en el primer tanque de almacenamiento 122 se usa para generar energía eléctrica, y el fluido de almacenamiento térmico frío resultante puede suministrarse para almacenarse en el segundo tanque de almacenamiento 124.

5 Además durante tiempos, el fluido de almacenamiento térmico frío del segundo tanque de almacenamiento 124 se suministra al receptor solar 110 para recalentarse.

El sistema 100 incluye además una turbina de vapor 130 que puede ser una turbina multietapa, y una disposición de generador de vapor 140 para usar calor del fluido de almacenamiento térmico de la disposición de almacenamiento térmico 120 para accionar un generador eléctrico 150 para producir energía eléctrica. La turbina de vapor 130 puede incluir una turbina de vapor de presión alta 132, una turbina de presión intermedia 134 y una turbina de presión baja 136, que pueden adaptarse para ser operables en un vapor o vapor de presión variable generado por la disposición de generador de vapor 140, usando el fluido de almacenamiento térmico de la disposición de almacenamiento térmico 120. La disposición de generador de vapor 140 puede recibir agua de un suministro de agua de alimentación 116 a través de una bomba a presión alta para generar y suministrar el vapor a la turbina de vapor 130. Específicamente, el agua de alimentación a presión alta se convierte principalmente en vapor a presión alta de presión deseada, preferentemente de 170 bares, y temperatura de 545 °C, mediante el fluido de almacenamiento térmico de la disposición de almacenamiento térmico 120. En la medida en que la construcción y disposición del sistema 100, varios elementos asociados pueden ser bien conocidos por los expertos en la técnica, no se considera necesario con fines de adquirir una comprensión de la presente divulgación que se reciten en el presente documento todos los detalles constructivos y la explicación de los mismos. Más bien, se considera suficiente simplemente observar que como se muestra en las FIGS. 1 a 5B, en el sistema 100, solo se muestran aquellos componentes que son relevantes para la descripción de varios modos de realización de la presente divulgación.

30 Con referencia a las FIGS. 2, 3 y 4, descritas en combinación con la FIG. 1, las ilustraciones de líneas detalladas de la disposición de generador de vapor 140 se plasman de acuerdo con varios modos de realización de la presente divulgación. Como se muestra en las FIGS. 2 y 3, la disposición de generador de vapor 140 (frontera mediante líneas de puntos) puede incluir una sección de economizador 142, una sección de evaporador 144 y una sección de supercalentador 148 configuradas de forma comunicable para usar el calor del fluido de almacenamiento térmico caliente, en una entrada de la sección de evaporador 144, recibido



del primer tanque de almacenamiento 122 para generar dicho vapor a presión alta del agua recibida del suministro de agua de alimentación 116. La sección de economizador 142 está configurada para calentar el agua de alimentación hasta una temperatura saturada para definir la presión de la disposición de generador de vapor 140. Además, la sección de evaporador 144 genera un vapor del agua de alimentación, y la sección de supercalentador 148 está configurada para supercalentar el vapor recibido de la sección de evaporador (144). En las FIGS. 2 y 3, la línea de suministro de agua y vapor se plasma como líneas continuas, mientras que la línea de suministro de fluido de almacenamiento térmico caliente se plasma como líneas de puntos, en dirección de flecha opuesta a las líneas continuas, en aras de un reconocimiento fácil. El fluido de almacenamiento térmico caliente da como resultado fluido de almacenamiento térmico frío cuando el generador de vapor 140 usa su calor, y el fluido de almacenamiento térmico frío resultante se suministra directamente al segundo tanque de almacenamiento 124, desde la disposición de generador de vapor 140 para almacenarse en el mismo. Dicho vapor de presión alta se suministra a la sección de supercalentador 148 y además a la turbina de presión alta 132 de la turbina de vapor 130 para accionarla. Después de suministrar su energía, el vapor puede liberarse desde una etapa de turbina corriente abajo de la turbina de presión alta 132.

La disposición de generador de vapor 140 también puede incluir un conjunto de recalentamiento 160. El fluido de almacenamiento térmico caliente del primer tanque de almacenamiento 122 también se puede suministrar a la disposición de generador de vapor 140, a través del conjunto de recalentamiento 160, para generar vapor de presión, por ejemplo vapor de presión intermedia, para suministrar a la turbina de presión intermedia 134. El conjunto de recalentamiento 160 también se puede usar para recalentar el vapor de presión recibido desde la etapa de turbina corriente abajo de la turbina de presión alta 132 mediante el fluido de almacenamiento térmico caliente. El vapor de la turbina de presión intermedia 134 se suministra a la turbina de presión baja 136 para accionar la turbina de vapor 130.

En la totalidad de la descripción anterior sobre generación del vapor para un trabajo suave y económico del sistema 100, sin congelación del fluido de almacenamiento térmico y sin aumento de la temperatura de salida de la sal, la presión de vapor está limitada por el equilibrio térmico del sistema 100. Esto se debe a que después de que el agua se calienta hasta la temperatura de saturación en la sección de economizador 142 de la disposición de generador de vapor 140, se inicia la evaporación, estableciendo de este modo naturalmente la presión de evaporación. La presión de vapor tiene un impacto directo en la eficiencia del

ciclo de vapor.

Para mejorar la eficiencia, el sistema 100 puede estar configurado de tal forma que la presión de vapor en la disposición de generador de vapor 140 se pueda ajustar, es decir  
5 aumentar o disminuir, dependiendo de las operaciones de carga completa o parcial de la misma, mientras se mantiene la temperatura del agua que entra en la sección de economizador 142 por encima de la temperatura de congelación de la sal, y la temperatura de la sal que abandona el MSSG en el nivel más bajo posible para una operación segura por encima de la congelación. A tal efecto, durante la operación a carga completa del sistema  
10 100, el sistema 100 incluye una línea de recirculación 170. La línea de recirculación 170 está configurada alrededor de la sección de economizador 142 para recircular el agua calentada hasta una entrada 142a de la sección de economizador 142. La recirculación del agua calentada en la línea de recirculación 170 puede hacerse mediante una bomba de capacidad adecuada. De esta manera, la temperatura del agua de alimentación se puede  
15 disminuir, pero la temperatura de entrada a la sección de economizador 142 se puede mantener al nivel deseado para evitar el riesgo de congelación de la sal, estableciendo apropiadamente la cantidad de agua recirculada. El resultado es un aumento neto de la carga térmica en la sección de economizador 142. En un modo de realización, como se muestran en la FIG. 2, la línea de recirculación 170 está configurada desde una salida 142b  
20 de la sección de economizador 142 hasta la entrada 142a de la sección de economizador 142. En otro modo de realización, como se muestra en la FIG. 3, la línea de recirculación 170 está configurada desde la sección de evaporador 144 hasta la entrada 142a de la sección de economizador 142. En otro modo de realización más, como se muestra en la FIG. 4, la sección de evaporador 144 también puede incluir un tambor de vapor 146 y en ese  
25 modo de realización la línea de recirculación 170 puede estar configurada desde el tambor de vapor 146 hasta la entrada 142a de la sección de economizador 142.

Estas dichas disposiciones de las líneas de recirculación 170 de las FIGS. 2, 3 y 4 permiten aumentar el nivel de presión de vapor en la disposición de generador de vapor 140,  
30 aumentando a su vez la eficiencia del ciclo de vapor mientras se mantiene la temperatura del fluido de almacenamiento de energía térmica en una entrada 144a de la sección de evaporador 144 y en la salida 142b de la sección de economizador 142, y la temperatura del agua de alimentación a la sección de economizador 142 en valores deseados. Las FIGS. 5A y 5B, respectivamente, plasman representaciones gráficas de un diagrama T-Q que ilustra la  
35 mejora de la presente invención (FIG. 5A) con respecto a la convencional (FIG. 5B). Aumentar el agua calentada recirculada mientras se disminuye la temperatura del agua de

alimentación a la sección de economizador 142 reduce la pendiente de la línea de calentamiento de agua, esto estrecha la línea de fluido de almacenamiento térmico (sal fundida) en un punto correspondiente a una presión de evaporación mayor.

- 5 Un efecto adicional de dicha línea de recirculación 170 alrededor de la sección de economizador 142 es que el agua que entra en la sección de economizador 142 se puede mantener al nivel deseado, es decir, 240 °C, en una operación a carga completa del sistema 100, mezclando el agua con una cantidad apropiada de agua caliente recirculada.
- 10 En un modo de realización adicional de la presente divulgación, aparte de la línea de recirculación 170, el sistema 100 puede incluir además una línea de derivación 180. La línea de derivación 180 está configurada para derivar la sección de economizador 142 para suministrar el agua desde el suministro de agua de alimentación 116 directamente a la sección de evaporador 144, como se muestra en las FIGS. 2, 3 y 4. Las condiciones de trabajo para las líneas de recirculación y derivación 170 y 180 pueden explicarse en combinación con otras FIGS. 1 y 5A-B además de las FIGS. 2, 3 y 4. Dependiendo de las condiciones de carga operativas (cargas completas y parciales), las líneas de recirculación y derivación 170 y 180 se pueden seleccionar para operación.
- 15
- 20 Por ejemplo, la línea de derivación 180 puede ser importante durante la condición de carga parcial. En un modo de realización, durante la carga parcial del sistema 100, la línea de recirculación 170 se puede desactivar y la línea de derivación 180 se activa. Generalmente, en una condición de carga completa, la temperatura del fluido de almacenamiento térmico (sal fundida) que sale de la sección de economizador 142 corresponde a la temperatura del
- 25 segundo tanque de almacenamiento 124 (tanque frío) de aproximadamente 290°C. Por lo tanto, en una condición de carga parcial, la temperatura del fluido de almacenamiento térmico (sal fundida) generalmente puede tender a disminuir por debajo de 290°C. La línea de recirculación 170 se puede ajustar para aumentar la temperatura de entrada de agua a la sección de economizador 142 a por encima de 240°C, controlando por tanto la temperatura
- 30 de salida del fluido de almacenamiento térmico (sal fundida) a 290°C. Sin embargo, el flujo de recirculación requerido puede aumentar y puede estar limitado pronto por la capacidad máxima de la línea de recirculación 170, normalmente limitada por la capacidad de la bomba en la línea de recirculación 170. Cuando se alcanza este punto, puede que se requiera que la temperatura de salida del fluido de almacenamiento térmico (sal fundida) se deslice por
- 35 debajo de 290°C. En una condición de carga parcial menor, si la temperatura del fluido de almacenamiento térmico (sal fundida) alcanza un nivel, por debajo del cual existe un riesgo

de congelación, puede ser necesario realizar provisiones para superarlo. Instalando la línea de derivación 180, parte del agua del suministro de agua de alimentación 116 se puede enviar directamente a la sección de evaporador 144, en lugar de enviarse a la sección de economizador 142, reduciendo la carga térmica en la sección de economizador 142 y evitando que el almacenamiento térmico fluido (sal fundida) se enfríe demasiado frío mientras se envía al segundo tanque de almacenamiento 124 para almacenarse. Esto permite una eficiencia mayor del sistema 100 en la condición de carga parcial.

Además de lo anterior, las líneas de recirculación y derivación 170, 180 también pueden permitir extender el "nivel de presión deslizante" de la disposición de generador de vapor 140. 'Presión deslizante' significa que cuando el flujo de agua disminuye, la presión de vapor se disminuye proporcionalmente. Bajar la presión también tiene el efecto de bajar la temperatura de salida del fluido de almacenamiento térmico (sal fundida), ya que baja la temperatura de evaporación en la sección de evaporador 144 y por ende conduce a una temperatura de entrada de agua menor en la entrada 142a de la sección de economizador 142. La línea de derivación 180 se puede usar para mantener alta la temperatura de salida del fluido de almacenamiento térmico (sal fundida) y permite la operación en la "presión deslizante" a cargas mucho menores que sin línea de derivación 180, mientras se evita un descenso de la temperatura de salida del fluido de almacenamiento térmico (sal fundida) desde su valor de diseño (generalmente, alrededor de 290°C). Cuando se opera la disposición de generador de vapor 140 en presión deslizante para la condición de carga parcial, la turbina de vapor 130 se puede operar con una válvula abierta de par en par (la turbina es una máquina volumétrica que sigue características de presión deslizante). Esto aumenta significativamente la eficiencia del ciclo de la turbina, en comparación con una operación donde la turbina necesita mantener una presión mayor en la disposición de generador de vapor y por lo tanto necesita estrangular la presión con la válvula de entrada de turbina.

El procedimiento tal como se reivindica y describe en el presente documento en combinación con el sistema 100 es ventajoso en varios ámbitos tales como los descritos anteriormente. Aparte de las características ventajosas anteriores descritas en la divulgación en varios modos de realización con respecto a la capacidad de la presente invención de aumentar la presión de vapor en una disposición de generador de vapor mientras se evita la congelación de la sal fundida mejora la eficiencia del sistema de energía térmica solar. La presente invención también se puede aplicar a tecnologías y modos de realización de generadores de vapor, incluyendo donde las secciones de economizador, evaporador y

supercalentador estén separadas en componentes dedicados, montadas en serie o paralelo, o todas las tres secciones combinadas en un único componente.

Las descripciones anteriores de modos de realización específicos de la presente divulgación se han presentado con fines de ilustración y descripción. No pretenden ser exhaustivas o limitar la presente divulgación a las formas precisas divulgadas, y obviamente son posibles muchas modificaciones y variaciones a la luz de la enseñanza anterior. Los modos de realización se escogieron y describieron a fin de explicar de la mejor manera los principios de la presente divulgación y su aplicación práctica, para permitir de este modo a otros expertos en la técnica usar de la mejor manera la presente divulgación y varios modos de realización con varias modificaciones, según se adapten al uso específico contemplado. Se entiende que se contemplan varias omisiones y sustituciones de equivalentes según las circunstancias pueden sugerir o hacer conveniente, pero tales pretenden cubrir la aplicación o implementación sin apartarse del espíritu o alcance de las reivindicaciones de la presente divulgación.

**Lista de números de referencia**

	100	Sistema de energía térmica solar; sistema
20	110	Receptor solar
	112	Torre
	114	Helióstatos
	116	Suministro de agua de alimentación
25	120	Disposición de almacenamiento de energía térmica; disposición de almacenamiento térmico
	122, 124	Primer y segundo tanques de almacenamiento
	130	Turbina de vapor multietapa, turbina de vapor
	132	Turbina de vapor de presión alta
	134	Turbina de presión intermedia
30	136	Turbina de presión baja
	140	Disposición de generador de vapor
	142	Sección de economizador
	142a	Entrada del economizador
	142b	Salida del economizador
35	144	Sección de evaporador
	144a	Entrada de sección de evaporador

	146	Tambor de vapor
	148	Sección de supercalentador
	150	Generador eléctrico
	160	Conjunto de recalentamiento
5	170	Línea de recirculación
	180	Línea de derivación

## REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para ajustar la presión de un generador de vapor en una central de energía solar, comprendiendo el procedimiento:
- 5 calentar el fluido de almacenamiento de energía térmica en un receptor solar (110);  
almacenar el fluido de almacenamiento de energía térmica calentado en una disposición de almacenamiento de energía térmica (120);  
usar el calor del fluido de almacenamiento de energía térmica para producir el vapor a partir del agua de alimentación suministrada desde un suministro de agua de alimentación (116)
- 10 en una disposición de generador de vapor (140) para operar una turbina (130), en donde la disposición de generador de vapor (140) comprende una sección de economizador (142) para calentar el agua de alimentación hasta una temperatura saturada para definir la presión de la disposición de generador de vapor (140), una sección de evaporador (144) para generar el vapor del agua de alimentación y una sección de supercalentador (148) para
- 15 supercalentar el vapor de la sección de evaporador (144);  
ajustar la presión en la disposición de generador de vapor (140) recirculando agua de alimentación calentada por la sección de economizador (142) alrededor de la sección de economizador (142) o al menos derivando parcialmente la sección de economizador (142) mientras
- 20 se mantiene la temperatura del fluido de almacenamiento de energía térmica en una entrada (144a) de la sección de evaporador (144) y en una salida (142b) de la sección de economizador (142).
2. Un procedimiento según se reivindica en la reivindicación 1, en el que recircular agua
- 25 calentada comprende:  
recircular el agua calentada hasta una entrada (142a) de la sección de economizador (142).
3. El procedimiento según se reivindica en la reivindicación 2, en el que recircular agua
- 30 calentada comprende:  
recircular el agua calentada desde la salida (142b) de la sección de economizador (142) hasta la entrada (142a) de la sección de economizador (142).
4. El procedimiento según se reivindica en la reivindicación 1, en el que recircular agua
- 35 calentada comprende:  
recircular agua calentada desde la sección de evaporador (144) hasta la entrada (142a) de la sección de economizador (142).

5. El procedimiento según se reivindica en la reivindicación 1, en el que recircular agua calentada comprende:  
recircular agua calentada desde un tambor de vapor (146), configurado para la sección de evaporador 144, hasta la entrada 142a de la sección de economizador (142).
6. Un procedimiento según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la presión en la disposición de generador de vapor (140) se incrementa mediante la recirculación del agua de alimentación calentada por la sección de economizador (142) alrededor de la sección de economizador (142) durante una operación de carga completa.
7. Un procedimiento según se reivindica en la reivindicación 1, en el que derivar al menos parcialmente la sección de economizador 142 comprende:  
derivar al menos parcialmente la sección de economizador 142 para suministrar directamente el agua desde el suministro de agua de alimentación 116 a la sección de evaporador (144) para reducir la presión en la disposición de generador de vapor (140).
8. Un procedimiento según se reivindica en las reivindicaciones 1 o 7, en el que la presión en la disposición de generador de vapor (140) se reduce derivando parcialmente la sección de economizador 142 durante una operación de carga parcial.
9. El procedimiento según se reivindica en la reivindicación 1, que comprende además:  
recalentar el vapor mediante un conjunto de recalentamiento (160) configurado para la disposición de generador de vapor (140).



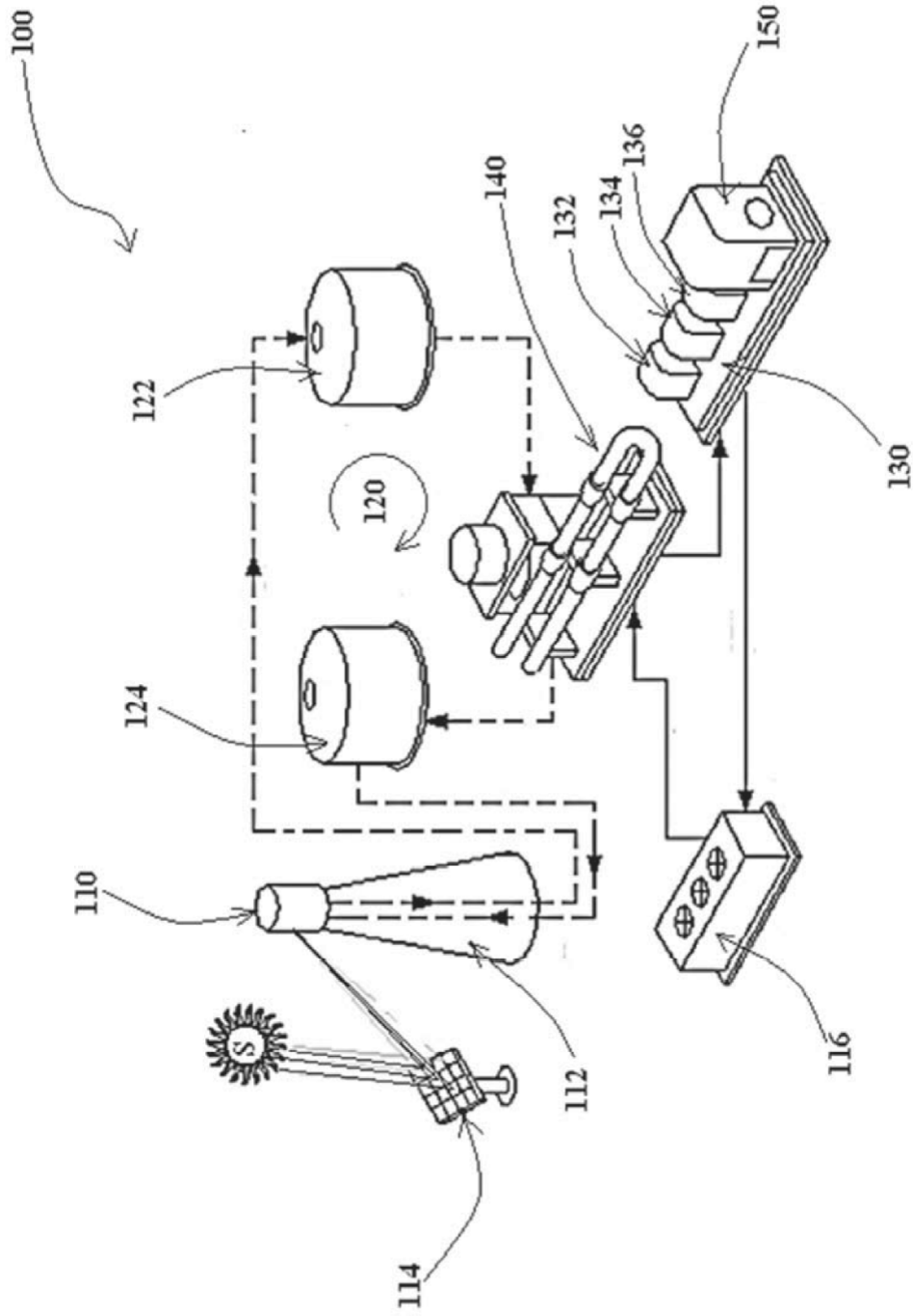


FIG. 1

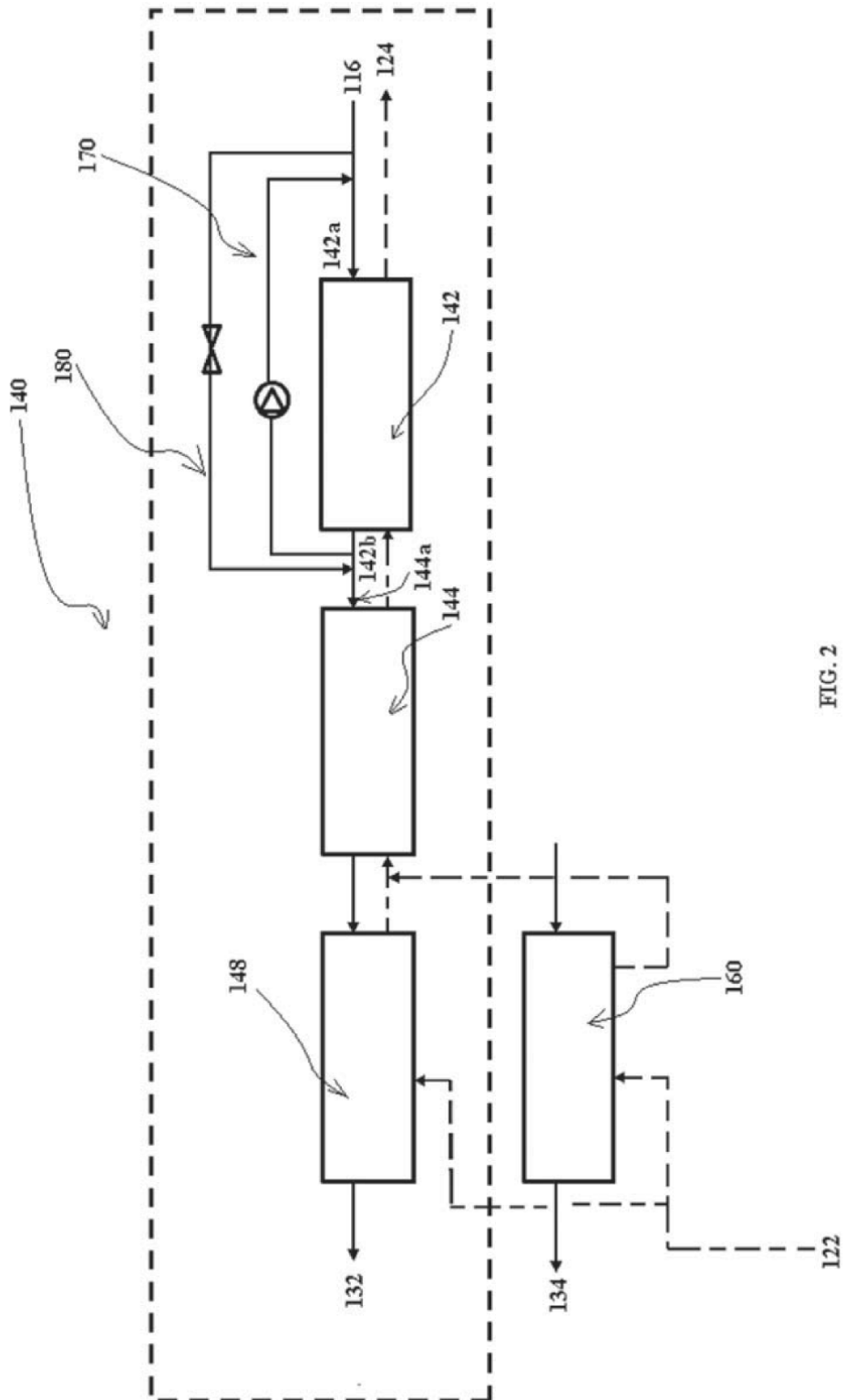


FIG. 2

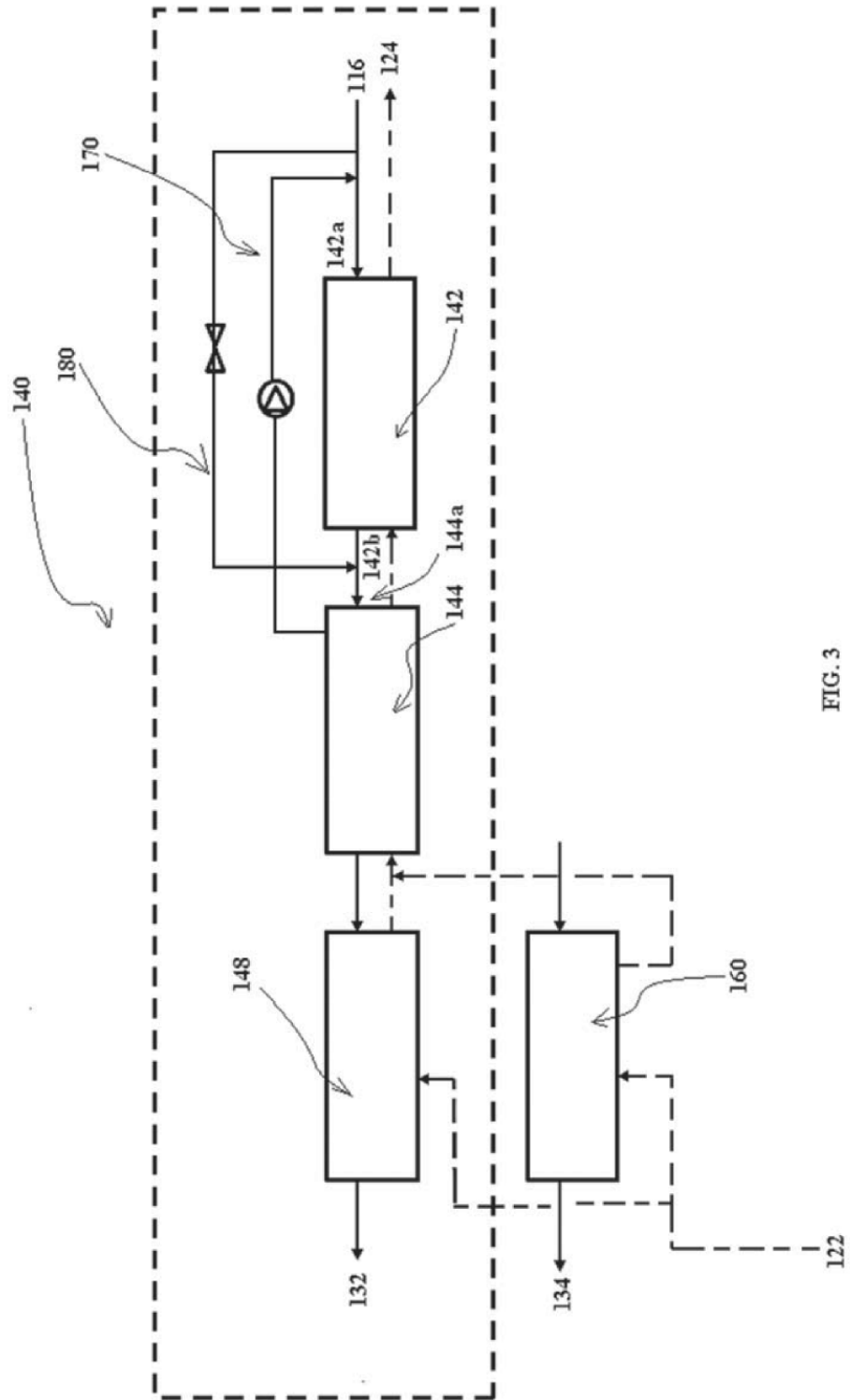


FIG. 3



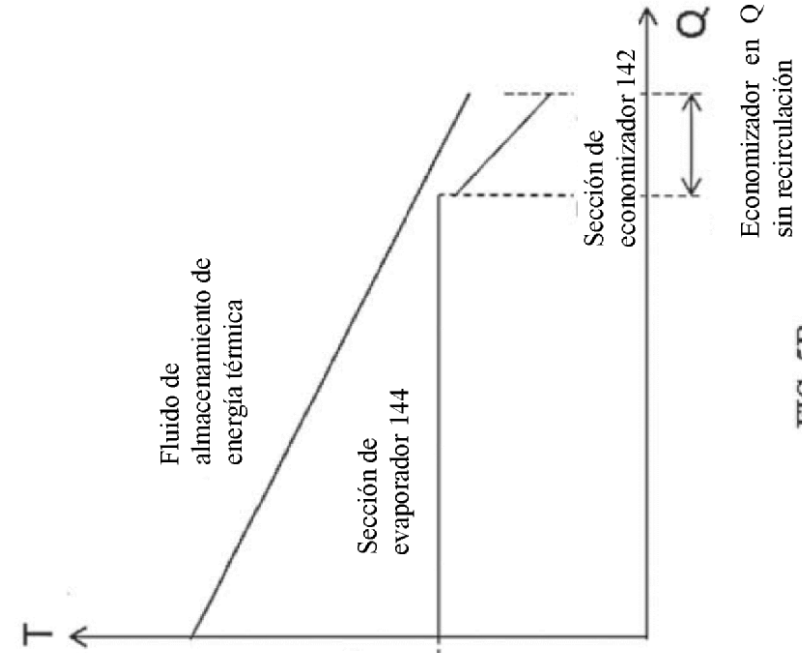


FIG. 5A

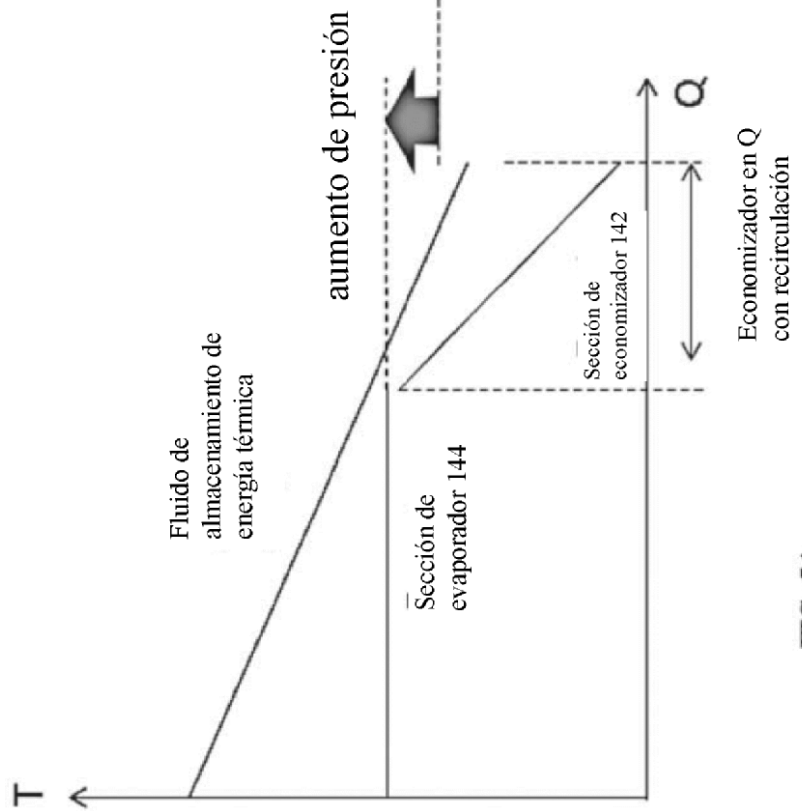


FIG. 5B