

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 376 839**

51 Int. Cl.:

F01K 3/24 (2006.01)

F01K 13/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09736027 .5**

96 Fecha de presentación: **20.04.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2300691**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.03.2011**

54 Título: **Sistema de generación de vapor provisto de un generador principal y un generador auxiliar de vapor**

30 Prioridad:
22.04.2008 US 46948

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.03.2012

73 Titular/es:
**NEM Energy B.V.
800, Prinses Beatrixlaan
2595 BN 'S-Gravenhage, NL**

72 Inventor/es:
ROP, Peter Simon

74 Agente/Representante:
Morgades Manonelles, Juan Antonio

ES 2 376 839 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 generación de vapor provisto de un generador principal y un generador auxiliar de vapor

5 La presente invención se refiere a un sistema de generación de vapor que comprende un generador principal de vapor con una producción de vapor fluctuante y un generador de vapor de reserva para compensar las fluctuaciones en la producción de vapor de dicho generador principal de vapor.

10 El documento EP 1.077.312 da a conocer un aparato con el que resulta posible mantener dos flujos de vapor de agua procedentes de dos procesos de combustión independiente completamente separados hasta que el vapor se envía a una turbina de vapor. Dos conjuntos de medios de generación de calor se conectan de un modo fluido a un intercambiador de calor. El sobrecalentamiento de un flujo de vapor procedente de un primer proceso de combustión se realiza externamente con respecto a los dos procesos de combustión mediante el intercambiador de calor.

15 Un problema del que adolece dicho aparato es que requiere un sistema de generación de vapor de gran tamaño. El sistema de generación de vapor presenta una gran cantidad de medios de generación de vapor, por lo que resulta relativamente costoso construir el sistema de generación de vapor. Se pretende obtener un sistema de generación de vapor que presente una configuración mejorada en el que se reduzca la cantidad de medios de generación de vapor. Un problema adicional es que la instalación no está dispuesta para utilizarse con un generador de vapor de energía solar.

20 El documento DE 10144841 da a conocer una central energética que comprende una turbina de gas y una turbina de vapor. La central energética dispone de un generador de vapor para generar vapor que se dirige hacia la turbina de vapor. El generador de vapor presenta unos conductos de gas primero y segundo, que se disponen en paralelo. 25 Los gases de escape de la turbina de gas se dirigen hacia el generador de vapor y se distribuyen en los conductos de gas primero y segundo mediante un separador de gases. Cada conducto de gas del generador de vapor está provisto de una pluralidad de intercambiadores de calor. El primer conducto de gas comprende una disposición convencional de intercambiadores de calor, comprendiendo un recuperador, un evaporador y un recalentador para producir un flujo de vapor principal. El segundo conducto de gas comprende un recuperador, un campo solar como 30 evaporador y un recalentador. El campo solar se dispone en serie con el recuperador y el recalentador en el segundo conducto de gas.

35 Cuando se encuentra en funcionamiento, el campo solar puede contribuir a la generación de vapor. Habitualmente, la evaporación de vapor procedente del campo solar fluctúa, lo que se debe a las circunstancias meteorológicas variables y a las diferencias entre el día y la noche. Controlando el separador de gases para controlar la cantidad de gas que circula a través de los conductos primero y segundo y controlando un flujo de agua de alimentación que se suministra a los intercambiadores de calor en los conductos de gas primero y segundo, respectivamente, resulta posible utilizar la capacidad disponible de generación de vapor del campo solar. Es posible utilizar la capacidad de 40 generación de vapor del campo solar para generar vapor a una temperatura sustancialmente constante a fin de añadir un flujo de vapor generado por energía solar hacia el flujo de vapor principal que procede del primer conducto de gas.

45 La disposición se puede controlar para que suministre vapor a la turbina de vapor a una temperatura óptima de funcionamiento de $500\text{ °C} \pm 10\text{K}$. La temperatura se mantiene sustancialmente constante. La turbina de vapor convierte la energía térmica en electricidad y presenta una capacidad óptima que depende de la temperatura del vapor y asimismo del flujo másico de vapor. Un problema del que adolece la central energética descrita es que el generador de vapor genera un flujo másico de vapor variable. La turbina de gas se mantiene constante a una capacidad óptima para convertir la energía térmica en electricidad. Con ello, la turbina de gas genera un flujo constante de gas de los gases de escape, que se distribuyen y se dirigen a través de los conductos de gas primero y 50 segundo del generador de vapor. Cuando sustancialmente no se genera vapor en el campo solar, el flujo másico del vapor generado se reduce al flujo másico del flujo de vapor principal generado en el primer conducto de gas. Debido al flujo másico fluctuante, la turbina de vapor no se puede alimentar siempre con un flujo másico óptimo. Por lo tanto, la turbina de vapor no puede funcionar a una capacidad óptima. Ello reduce la eficiencia e implica, por ejemplo, que el capital invertido para construir la central energética presenta un retorno a más largo plazo.

55 Además, la central energética descrita adolece de la desventaja de que se trata de una planta relativamente costosa de construir y de mantener. De hecho, la central energética comprende dos generadores de vapor completos. Además, la central energética comprende componentes críticos. Un problema de la central energética descrita en el documento DE 10144841 es que comprende un separador de gases, que es susceptible de deteriorarse o 60 proporciona una fuga inaceptable de gases. No existen separadores de gases disponibles de la técnica anterior que eliminen dichos problemas. Un primer tipo de separador de gases de la técnica anterior se conoce como "Rauchklappe" y comprende una gran placa de guía. La placa de guía se puede disponer en dos posiciones extremas para guiar a los gases de escape a un primer o a un segundo conducto de gas. La placa de guía de gran tamaño no es apta para disponerse con precisión en una posición intermedia. La placa de guía de gran tamaño se 65 vería afectada por las vibraciones que deteriorarán el separador de gases y que sustancialmente reducirán su vida útil.

Se producirán problemas de fugas si se utiliza un segundo tipo de separadores de gases de la técnica anterior, comprendiendo los denominados elementos Louvre. El segundo tipo de separadores de gases presenta una pluralidad de placas de guía alargadas que se disponen en paralelo. Se proporciona insuflación de aire entre las placas de guía que se puede cerrar girando las placas guía alrededor de su eje longitudinal. Un problema del que adolece el segundo tipo de separadores de gases es que dicho tipo de separadores de gases no es apto para resistir un flujo caliente enérgico de los gases de escape procedentes de una turbina de gas. Las placas de guía alargadas se deformarán, lo que desactivará un cierre necesario. Se producirán fugas, lo que perjudicará al funcionamiento del separador de gases.

El documento DE 4300192 describe una instalación para producir vapor a partir de dos procesos de combustión que comprenden un proceso de combustión industrial que proporciona calor fluctuante como primer proceso. La instalación comprende una turbina de gas como segundo proceso de combustión estable. Un problema del que adolece la instalación es que la misma requiere dispositivos adicionales, tales como calderas de alta y baja presión, por lo que la instalación resulta relativamente costosa y compleja. Un problema adicional es que la instalación no se dispone para utilizarse con un generador de vapor de energía solar.

La patente US n.º 6.279.312 da a conocer un sistema de generación de vapor con un generador de vapor solar y una caldera de calor residual. El generador de vapor de energía solar comprende un campo solar y comprende unas placas solares con espejos que se disponen para captar las radiaciones solares y concentran las radiaciones en un sistema de tubo que funciona como intercambiador de calor. El agua suministrada al campo solar se evapora en forma de vapor recalentado y se utiliza a continuación para inyectar vapor. Habitualmente, la producción de vapor de los campos solares fluctúa como resultado de los cambios meteorológicos y de las diferencias entre el día y la noche. El carácter complejo de las fluctuaciones del calor irradiado y la gran variedad de temperaturas demandan una tecnología extraordinaria y flexible.

Para compensar las fluctuaciones de la producción de generación de vapor de los campos solares, el sistema conocido de generación de vapor presenta la caldera convencional de calor residual. Se utiliza la caldera convencional de calor residual con un intercambiador de calor y un colector de vapor como generador de vapor auxiliar. La caldera convencional comprende tres unidades de intercambio de calor distinguibles dispuestas en serie. En una primera etapa, se suministra agua a la primera unidad de intercambio de calor conocida como un recuperador, en la que el agua suministrada se calienta desde una temperatura de suministro de aproximadamente 50 °C y una temperatura de proceso económica justo inferior a la temperatura de saturación. Tras el recuperador, el agua se suministra a un evaporador y a la segunda unidad de intercambio de calor. En el evaporador se evapora el agua en forma de vapor. Por último, en una última etapa de generación de vapor, se suministra el vapor desde el evaporador hasta un recalentador para recalentar el vapor. Las tres unidades de intercambio de calor se disponen en un conducto común de gas de la caldera. El conducto de gas se dispone para guiar un flujo de gases de caldeo que se originan a partir de una turbina de gas como fuente principal de calor. Las tres unidades de intercambio de calor se calientan mediante el gas de caldeo que circula. Se suministra un equipo de combustión de reserva que comprende una cámara de combustión que se controla de tal modo que la suma de los flujos máxicos de vapor determinados para el vapor de proceso y el vapor de inyección corresponde con el flujo global especificado.

En el sistema conocido de generación de vapor, el campo solar se conecta en paralelo con el evaporador de la caldera. El evaporador de la caldera sirve como un evaporador de reserva. Debido a que el evaporador de la caldera se dispone en paralelo con el campo solar, resulta posible compensar las fluctuaciones en la producción de generación de vapor del campo solar. Al calentar el evaporador mediante la cámara de combustión controlada, aumenta la producción de generación de vapor del evaporador de reserva en la caldera de recuperación para compensar la reducción de la producción de generación de vapor del campo solar, por ejemplo durante la noche o en días nublados. Como resultado de un sistema de generación de vapor es siempre lo que puede proporcionar a un conducto de salida de la turbina de vapor de un flujo de vapor constante.

Un problema del que adolecen los sistemas de generación de vapor es que la reducción de la producción de generación de vapor del evaporador de reserva es limitada. El calentamiento del evaporador de reserva aumenta o se reduce mediante la cámara de combustión controlada para compensar las fluctuaciones en la producción de vapor del campo solar. En la caldera convencional, el evaporador de reserva se dispone aguas abajo con respecto al flujo de gases de caldeo que fluye desde el recalentador en el conducto de gas. Los gases de caldeo de la turbina de gas y la cámara de combustión controlada calientan juntas el evaporador, lo que tiene como resultado la generación de vapor. Durante el funcionamiento, se encuentran siempre presentes los gases de caldeo de la turbina de gas. Se puede minimizar el suministro de agua hacia el evaporador para reducir la generación de vapor, pero siempre debe existir un flujo mínimo de agua a través del evaporador para evitar el sobrecalentamiento de los elementos del evaporador, del mismo modo que los conductos y colectores. El sobrecalentamiento de los conductos puede provocar daños graves y el estancamiento del proceso de generación de vapor. Por lo tanto en los sistemas conocidos de generación de vapor, siempre se verifica que el evaporador dentro de la caldera genere una cantidad mínima de vapor a pesar de que el campo solar genera ya una cantidad suficiente de vapor. Como resultado de ello, resulta imposible adaptar con precisión la caldera convencional a la fluctuación en la producción de generación de vapor del campo solar.

Constituye un objetivo de la presente invención superar por lo menos en parte los problemas mencionados anteriormente o proporcionar por lo menos una alternativa apta. En particular, la presente invención tiene como objetivo proporcionar un sistema de generación de vapor en el que un generador principal de vapor se combina con un evaporador de reserva que presente un rendimiento mejorado. En particular, la presente invención tiene como objetivo proporcionar un sistema de generación de vapor, en el que el evaporador de reserva permita una compensación óptima de los cambios en la producción de generación de vapor de un campo solar como generador principal de vapor.

Dicho objetivo se alcanza mediante un sistema de generación de vapor tal como se define en la reivindicación 1.

El sistema de generación de vapor según la presente invención comprende un generador principal de vapor y un generador de vapor de reserva, encontrándose ambos en comunicación fluida con un recalentador para recalentar el vapor generado. El recalentador comprende una fuente principal de calor para calentar un flujo de gas de caldeo. En su utilización, el gas de caldeo pasa por el recalentador para calentar del recalentador. Se proporciona un evaporador de reserva como generador de vapor de reserva para evaporar el agua suministrada en forma de vapor. El evaporador de reserva se conecta en paralelo con el generador principal de vapor. Se proporciona una fuente auxiliar de calor para calentar el evaporador de reserva. Además, se proporciona un sistema de control para controlar la fuente auxiliar de calor. Al controlar la fuente auxiliar de calor, resulta posible proporcionar más o menos energía térmica en el evaporador de reserva para compensar las fluctuaciones en la producción de vapor del generador principal de vapor.

El generador principal de vapor puede ser un campo solar, geotérmico y otro tipo de generador de vapor que presente una producción fluctuante de vapor. Dicho tipo de generador principal de vapor puede resultar ventajoso, ya que la generación de vapor es duradera y ecológica.

Preferentemente, se dispone un campo solar convencional que capta las radiaciones solares y concentra las radiaciones en un sistema de tubo. El agua circulante del sistema de tubo se puede evaporar directamente, pero es posible asimismo calentar un medio calorífero, por ejemplo petróleo, con energía solar y transferir la energía térmica absorbida mediante un intercambiador de calor al agua.

La presente invención se **caracteriza porque** el evaporador de reserva se dispone alejado de la corriente de gases de caldeo que procede de la fuente principal de calor. Con ello, ventajosamente el sistema de generación de vapor según la presente invención mejora la posibilidad de compensar las fluctuaciones habituales de la producción de vapor del generador principal de vapor. Debido a la posición de la fuente auxiliar de calor del evaporador de reserva, resulta posible controlar la producción de vapor generado por el evaporador de reserva con mayor precisión. El proceso de evaporación en el evaporador se expone poco o nada al calentamiento por parte de la fuente principal de calor. La fuente principal de calor está destinada a calentar los gases de caldeo que pasan por el recalentador y la fuente auxiliar de calor independiente está destinada a calentar los gases de caldeo que pasan a través del evaporador de reserva. Con ello, el calentamiento del evaporador de reserva se separa del calentamiento del recalentador, lo que permite un control más preciso del proceso de evaporación en el evaporador en prácticamente toda la amplitud de la producción de generación de vapor. Ventajosamente, el calentamiento del evaporador por la fuente principal de calor es limitado. Con ello, se evita el daño a los elementos del evaporador por el calentamiento de la fuente principal de calor en las circunstancias de una producción de vapor mínima del evaporador de reserva. Ventajosamente, se puede producir una mayor reducción en la producción de vapor del evaporador de reserva puede sin que influya negativamente en el rendimiento del recalentador.

Ventajosamente, ahora resulta incluso posible excluir el evaporador de reserva del sistema de generación de vapor cuando un generador principal de vapor genera un flujo de vapor suficiente. La producción de generación de vapor del evaporador de reserva se puede reducir completamente cuando un campo solar como generador principal de vapor funciona de un modo óptimo durante el día.

En una forma de realización particular, el evaporador de reserva está integrado en un intercambiador de calor de reserva. Preferentemente, el intercambiador de calor de reserva se dispone como una caldera con una cámara de combustión como fuente principal de calor. El intercambiador de calor de reserva comprende un conducto de gas para guiar un flujo de gas de caldeo desde la fuente principal de calor a lo largo del recalentador para recalentar el vapor suministrado. Ventajosamente, el evaporador de reserva se dispone en el exterior del flujo de gases de caldeo que procede de la fuente principal de calor. Con ello se reduce el calentamiento del evaporador de reserva por la fuente principal de calor. El evaporador de reserva se puede disponer en el exterior del flujo de gases de caldeo, proporcionando una derivación para el flujo de gases de caldeo en el conducto de gas. En una forma de realización alternativa del intercambiador de calor de reserva, el evaporador de reserva se puede disponer en el exterior del conducto de gas, en un conducto de gas independiente. Con ello se evitan daños a los elementos del evaporador por el calentamiento de la fuente principal de calor en caso de un flujo de vapor mínimo. Ventajosamente, se proporciona una mayor reducción en la producción de generación de vapor del evaporador de reserva.

En una forma de realización preferida, el evaporador de reserva se dispone en el conducto de gas junto con el recalentador. El evaporador de reserva se dispone aguas arriba del recalentador con respecto al flujo de gas de

caldeo a través del conducto de gas. La dirección del flujo de gas de caldeo que abandona la fuente principal de calor se encuentra en una dirección opuesta a la del evaporador de reserva para minimizar la transferencia de calor al evaporador. En una forma de realización particular del sistema de generación de vapor según la presente invención, el evaporador de reserva se dispone en un conducto de gas entre la fuente principal de calor y la fuente auxiliar de calor.

El evaporador de reserva presenta una propia fuente auxiliar de calor para calentar el evaporador. Preferentemente, la fuente auxiliar de calor es una cámara de combustión. Se proporciona un sistema de control para controlar la fuente auxiliar de calor y, por lo tanto, controlar la producción de vapor del evaporador.

Preferentemente, los gases de caldeo del evaporador se guían junto con los gases de caldeo de la fuente principal de caldeo a través del conducto de gas hacia una salida o chimenea del conducto común de gas. Ventajosamente, se puede instalar únicamente un ventilador para inyectar el gas de caldeo a través del conducto común de gas a lo largo tanto del evaporador como del recalentador. Con ello se proporciona un diseño simple y rentable, en el que el evaporador de reserva se integra junto con el recalentador en un conducto común de gas.

En otra forma de realización preferida del sistema de generación de vapor según la presente invención, el sistema de control utiliza una señal de entrada que se basa en una medición del flujo de vapor o la presión de vapor en un conducto que se extiende desde el recalentador hasta la turbina de vapor. Con ello el sistema de control se basa en una medición al final del proceso de generación de vapor. La medición del flujo de vapor o de la presión de vapor se compara con un valor de referencia y se retroalimenta al sistema de control. La medición del flujo de vapor o de la presión de vapor indica un aumento o una reducción de la producción de generación de vapor del generador principal de vapor y sirve como dato de entrada para reducir o aumentar, respectivamente, el suministro de agua al evaporador de reserva y para controlar la fuente auxiliar de calor.

En una forma de realización particular, el sistema de generación de vapor según la presente invención puede presentar además un sistema de control de alimentación directa. Este sistema de control de alimentación directa utiliza una señal de entrada que se basa en una medición del flujo de agua en un conducto que se extiende hacia el evaporador de reserva o el generador principal de vapor. Ventajosamente, ello tiene como resultado un control más preciso del sistema de generación de vapor completo, ya que un flujo de agua se puede medir con mayor precisión que un flujo de vapor.

En otra forma de realización preferida del sistema de generación de vapor según la presente invención, se proporciona un recuperador para calentar el agua a partir de una temperatura de suministro, por ejemplo la temperatura ambiente, hasta una temperatura económica para iniciar el proceso de generación de vapor. Preferentemente, el recuperador se integra junto con el recalentador en el conducto de gas del intercambiador de calor de reserva. Con ello, la energía térmica se puede transferir óptimamente desde los gases de caldeo hacia el agua y el vapor en el intercambiador de calor de reserva. Mediante la integración de un recuperador en el conducto de gas resulta posible reducir la temperatura de los gases de caldeo de la fuente principal de calor de 350 °C a 90 °C a la salida del conducto, limitando de este modo las pérdidas de calor hacia el medio ambiente.

La presente invención se refiere además a un intercambiador de calor de reserva para una disposición complementaria a un intercambiador principal de calor tal como un campo solar. El intercambiador de calor de reserva comprende un conducto de gas para guiar un flujo de gas de caldeo desde una fuente principal de calor a lo largo de un recalentador para recalentar el vapor. Además, el intercambiador de calor de reserva comprende un evaporador de reserva para evaporar el agua en forma de vapor. El intercambiador de calor de reserva presenta una fuente auxiliar de calor para calentar el evaporador de reserva y un sistema de control para controlar la fuente auxiliar de calor. Con ello, el intercambiador de calor de reserva se dispone para compensar la producción fluctuante de la generación de vapor de un intercambiador principal de calor tal como un campo solar.

El intercambiador de calor de reserva según la presente invención se **caracteriza porque** el evaporador de reserva se dispone alejado de la corriente de gas de caldeo que abandona la fuente principal de calor. Debido a la disposición del evaporador con respecto al recalentador, el evaporador se calienta poco o nada mediante el gas de caldeo que circula desde la fuente principal de calor. Ventajosamente, se puede compensar fácilmente una reducción de la producción de vapor o un aumento de la producción de vapor del intercambiador principal de calor calentando o enfriando, respectivamente, el evaporador de reserva del intercambiador de calor de reserva, sin que se produzca una alteración sustancial del rendimiento del recalentador. Se puede reducir mucho la producción de vapor en el evaporador. El evaporador se expone poco o nada a la fuente principal de calor, lo que reduce el riesgo de sobrecalentamiento del evaporador en una situación de carga reducida.

Preferentemente, el intercambiador de calor de reserva comprende unos puntos de conexión para conectar el intercambiador principal de calor en paralelo con el evaporador de reserva y con una entrada del recalentador.

En una forma de realización preferida del intercambiador de calor de reserva según la presente invención, tanto el evaporador de reserva como el recalentador se disponen en un conducto de gas. El conducto de gas se dispone para guiar el gas de caldeo a lo largo de las unidades de intercambio de calor del evaporador y el recalentador.

Ventajosamente, se puede disponer únicamente un ventilador para inyectar gas de caldeo a través del conducto de gas. El recalentador se dispone con una fuente principal de calor para calentar el recalentador a fin de producir vapor recalentado en el recalentador. El evaporador de reserva se dispone alejado de la fuente principal de calor de tal modo que el evaporador de reserva es poco o nada en absoluto calentado por la fuente principal de calor. El evaporador de reserva se dispone alejado del flujo de gases de caldeo procedente de la fuente principal de calor. El evaporador de reserva presenta una fuente de calor independiente auxiliar para calentar el evaporador de reserva.

La presente invención se refiere a una central energética para generar electricidad a partir de vapor que comprende una turbina de vapor para generar electricidad a partir de vapor y un sistema de generación de vapor según la presente invención.

Otras formas de realización preferidas se definen en las reivindicaciones subordinadas.

La presente invención se describirá más detalladamente haciendo referencia a los dibujos adjuntos que ilustran una forma de realización práctica de la presente invención, que no debe considerarse como limitativa y en la que:

La figura 1A representa una vista esquemática de un sistema de vapor de última generación de la técnica anterior; la figura 1B representa una vista esquemática de una caldera convencional utilizada en las centrales energéticas de la técnica anterior;

la figura 2 representa una vista esquemática de un sistema de generación de vapor según la presente invención; la figura 3A representa una vista esquemática de un sistema de generación de vapor que comprende un generador principal de vapor y un intercambiador de calor de reserva según la presente invención en una situación de carga reducida, y

la figura 3B representa una vista esquemática de un sistema de generación de vapor que comprende un generador principal de vapor y un intercambiador de calor de reserva según la presente invención en una situación de carga elevada.

La figura 1A representa una vista esquemática de una disposición de un sistema de generación de vapor para generar electricidad según la técnica anterior. El sistema de generación de vapor conocido comprende una caldera convencional 90, un campo solar 20 como intercambiador principal de calor y una turbina de vapor 98. La caldera convencional 90 comprende tres etapas distintas de caldeo. En la primera etapa, el agua suministrada W se calienta a una temperatura económica mediante un recuperador 91. El agua suministrada W se calienta desde aproximadamente 50 °C hasta aproximadamente 330 °C mediante el recuperador 91. Tras pasar el recuperador, el flujo de agua se divide en un evaporador 92 y el campo solar 20. Con ello, el campo solar 20 se dispone en paralelo con el evaporador 92. Tanto el campo solar 20 como el evaporador 92 actúan de intercambiadores de calor para evaporar el agua en forma de vapor. La temperatura del vapor tras pasar por el evaporador 92 o el campo solar 20 es de aproximadamente 330 °C. En la práctica, el campo solar comprende un sistema de tubo que presenta un revestimiento especial para una absorción óptima de las radiaciones solares. Debido a su resistencia limitada al calor, el revestimiento del campo solar produce vapor a una temperatura de aproximadamente 330 °C. Antes de alimentar el vapor de una turbina de vapor, se puede recalentar mediante el recalentador hasta una temperatura de aproximadamente 570 °C. El flujo de vapor del campo solar 20 y del evaporador 92 se alimenta a un recalentador 93 en una última fase de calentamiento. En el recalentador 93, la temperatura del vapor aumenta hasta 565 °C. Se proporciona una cámara de combustión principal 96 en un extremo de un conducto de gas de la caldera 90. La cámara de combustión principal 96 proporciona la energía de caldeo que se necesita para calentar el recalentador 93, el evaporador 92 y el recuperador 91. Los gases de caldeo de la cámara de combustión 96 se inyectan a través del conducto de gas mediante un ventilador 97 a lo largo de los tres intercambiadores de calor 93, 92, 91 hasta un extremo abierto del recuperador 91. A lo largo de los conductos de gas, la temperatura de los gases de caldeo disminuye desde 1600 °C en la cámara de combustión 96 hasta aproximadamente 100 °C en el extremo abierto del conducto de gas. El vapor recalentado abandona el recalentador 93 y se alimenta a una turbina de vapor 98 para generar energía P.

La figura 1B representa una vista esquemática en una caldera convencional. La caldera convencional comprende un conducto de gas para guiar los gases de caldeo desde una cámara de combustión principal 96. Se proporciona la cámara de combustión 96 en un extremo del conducto de gas. La cámara de combustión 96 actúa de fuente principal de calor. Los gases de caldeo generados mediante la cámara de combustión 96 se ven obligados a pasar a través del conducto de gas mediante un ventilador 97. Los gases de caldeo pasan una pluralidad de unidades de intercambio de calor 93, 92, 91 a lo largo de su camino a través del conducto de gas. Una flecha indica la dirección aguas abajo de los gases de caldeo a través del conducto de gas. Las tres unidades de intercambio de calor se disponen en el conducto de gas. El agua se suministra a la primera unidad de intercambio de calor 91 que constituye un recuperador. La temperatura del agua se aumenta mediante el recuperador y se alimenta a un colector de vapor 94 para amortiguar la separación entre el agua y el vapor. El agua se alimenta desde el colector de vapor 94 hasta un evaporador 92. El evaporador 92 genera una mezcla de vapor y agua, alimentándose la mezcla de nuevo al colector de vapor 94. En el colector de vapor 94, el vapor se separa del agua y se alimenta a un recalentador 93. El recalentador 93 recalienta el vapor suministrado. El vapor recalentado se alimenta a la salida de la cámara de combustión convencional. El recalentador 93 se dispone en una posición próxima a la fuente principal de calor 96. El evaporador 92 y el recuperador 91 se disponen al lado del recalentador 93 en una dirección aguas abajo de los

gases de caldeo. Los tres intercambiadores de calor se someten a los gases de caldeo de la cámara de combustión principal 96. Una sección adicional del evaporador 95 puede servir de cubierta para proteger el recalentador 93.

La figura 2 representa una vista esquemática del sistema de generación de vapor según la presente invención. Un campo solar 20 se integra en un circuito del sistema de generación de vapor. El sistema de generación de vapor comprende, además, un recuperador 1, que se conecta a un evaporador de reserva 2 y a un recalentador 3. El campo solar 20 se conecta en paralelo con el evaporador de reserva 2. Una entrada del campo solar 20 se encuentra en comunicación fluida con una salida del recuperador 1 y una salida del campo solar 20 se encuentra en comunicación fluida con el recalentador 3. El vapor recalentado del recalentador 3 se alimenta a una turbina de vapor 8 para generar energía P.

El recalentador 3 y el recuperador 1 se calientan mediante una cámara de combustión principal 6. La cámara de combustión 6 sirve de fuente principal de calor. Una corriente principal de gases de caldeo se ve obligada a pasar a lo largo del recalentador 3 y del recuperador 1 mediante un ventilador 7. El evaporador de reserva 2 se dispone fuera de dicha corriente principal de gases de caldeo. El evaporador de reserva 2 se somete poco o nada a los gases de caldeo procedentes de la fuente principal de calor. Se transfiere poco o nada de calor de los gases de caldeo de la corriente principal al evaporador de reserva 2. Se proporciona una fuente auxiliar de calor 9 para calentar el evaporador de reserva 2. Los gases de caldeo procedentes de la fuente de calor 9 pasan a lo largo de las unidades de intercambio de calor del evaporador de reserva 2 y calientan el evaporador de reserva 2.

La producción de generación de vapor en el campo solar 20 como generador de vapor principal no suele ser constante. Las fluctuaciones en la producción de generación de vapor están provocadas por cambios meteorológicos y las diferencias entre el día y la noche. El evaporador de reserva 2 según la presente invención está diseñado para compensar dichas fluctuaciones en la producción de generación de vapor. El evaporador de reserva 2 presenta una fuente de calor separada 9 y un sistema de control 11. El sistema de control 11 controla la cantidad de calor proporcionado por la fuente de calor 9. Cuando la producción de generación de vapor del campo solar 20 disminuye, la producción de generación de vapor del evaporador de reserva 2 aumenta al incrementar los gases de caldeo generados por la fuente de calor 9. Cuando, por ejemplo, durante el día con un cielo azul despejado, la producción de la generación de calor del campo solar se encuentra en un nivel máximo y la producción de la generación de calor del evaporador de reserva 2 se reduce hasta un nivel mínimo. Ventajosamente, el evaporador de reserva 2 se dispone fuera de la corriente principal de los gases de caldeo de la fuente principal de calor 6, lo que permite reducir la producción de la generación de calor del evaporador de reserva 2 hasta un nivel mínimo.

La figura 3A representa una vista esquemática de una disposición preferida de los tres intercambiadores de calor tal como se representa en la figura 2. Los tres intercambiadores de calor se disponen en un conducto de gas 12. El conducto de gas 12 puede presentar un extremo abierto, pasando los gases de caldeo desde el conducto de gas 12 al aire libre o a una chimenea. Se proporcionan una fuente principal de calor 6 y una fuente auxiliar de calor controlable 9 en el conducto de gas 12. Un evaporador 2 se dispone entre la fuente principal de calor 6 y la fuente auxiliar de calor 9. Los gases de caldeo procedentes de las fuentes de calor se envían en una dirección hacia el extremo abierto del conducto de gas. Con ello, el evaporador 2 se calienta sustancialmente mediante los gases de caldeo procedentes de la fuente auxiliar de calor 9. Los gases de caldeo calentados por la fuente principal 6 circulan en una dirección alejándose del evaporador 2. Con ello, el evaporador 2 se expone poco o nada al calentamiento por la fuente principal de calor, mientras que el rendimiento del recalentamiento se continúa manteniendo. Controlando los gases de caldeo de la fuente auxiliar de calor 9, resulta posible controlar la producción de vapor del evaporador 2.

En la figura 3A, las cámaras auxiliares de combustión 9 se representan en una situación de carga reducida. La energía térmica generada por la combustión de las cámaras auxiliares de combustión 9 resulta suficiente para mantener el evaporador en un modo en espera caliente. Con ello, el evaporador puede responder con rapidez cuando se necesita un aumento de la producción de vapor. Con respecto a los gases de caldeo, se disponen un recalentador 3 y un recuperador 1 aguas abajo del evaporador 2. Tal como se representa en la figura 2, un campo solar 20 se conecta en paralelo con el evaporador de reserva 2. En el extremo del circuito, se alimenta el vapor recalentado hacia una turbina de vapor 8 para generar energía P.

La figura 3B representa el intercambiador de calor de reserva de la figura 3A en una situación de carga elevada. En los casos en los que el generador principal de calor 20 no proporciona un flujo de vapor suficiente, el evaporador de reserva 2 tiene que compensar dicha reducción del flujo de vapor. Ello supone un aumento de la temperatura de los gases de caldeo producidos por la fuente auxiliar de calor 6. Un aumento de la producción de calor tendrá como resultado una mayor producción de vapor del evaporador 2 que compensa la reducción del flujo de vapor procedente del generador principal de calor 20. Controlando los gases de la calefacción se puede obtener un flujo de vapor constante al final del sistema de generación de vapor.

Junto a las formas de realización ilustradas del sistema de generación de vapor según la presente invención, son posibles diversas variaciones sin apartarse del alcance de protección definido en el conjunto de reclamaciones adjuntas. Por ejemplo, los gases de caldeo se pueden producir mediante una turbina de gas como fuente principal

de calor. En una forma de realización alternativa de la presente invención, el generador principal de vapor puede estar constituido por un generador de vapor geotérmico en lugar de un campo solar.

- 5 De este modo, el sistema de generación de vapor según la presente invención proporciona un sistema más eficiente. La presente invención proporciona un sistema de generación de vapor que se ha mejorado en su capacidad para compensar la fluctuación de la producción de vapor de un generador principal de vapor.

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 La presente lista de referencias citadas por el solicitante se presenta únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de patente europea. Aunque la recopilación de las referencias se ha realizado muy cuidadosamente, no se pueden descartar errores u omisiones y la Oficina Europea de Patentes declina toda responsabilidad en este sentido.

Documentos de patente citados en la descripción

- 10
- EP 1077312 A
 - DE 10144841
 - DE 4300192
 - US 6279312 B

REIVINDICACIONES

1. Sistema de generación de vapor que comprende

- 5 • un generador principal de vapor (20) que presenta una producción de vapor fluctuante;
- un recalentador (3) que comprende una fuente principal de calor (6) para calentar el recalentador (3) mediante una corriente principal de gases de caldeo, en el que la corriente principal de gases de caldeo se guía mediante un conducto de gas (12) y se extiende desde la fuente principal de calor (6) a lo largo del recalentador (3) con un extremo abierto del conducto de gas; y
- 10 • un evaporador de reserva (2) para evaporar el agua suministrada en forma de vapor para compensar las fluctuaciones en la producción de vapor de dicho generador principal de vapor (20), estando dicho evaporador de reserva (2) conectado en paralelo con el generador principal de vapor (20), encontrándose tanto dicho generador principal de vapor (20) y dicho evaporador de reserva (2) en comunicación fluida con dicho recalentador (3) para recalentar el vapor generado,
- 15 en el que se proporciona una fuente auxiliar de calor independiente (9) para calentar el evaporador de reserva (2) mediante una corriente auxiliar de gases de caldeo y un sistema de control para controlar la fuente auxiliar de calor (9), disponiéndose el evaporador de reserva (2) fuera de la corriente principal de gases de caldeo.

20 2. Sistema de generación de vapor según la reivindicación 1, de tal modo que el evaporador de reserva (2), durante su utilización, se calienta únicamente mediante la fuente auxiliar de calor (9).

3. Sistema de generación de vapor según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el generador principal de vapor (20) es un campo solar.

25 4. Sistema de generación de vapor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fuente principal de calor (6) es una cámara de combustión principal.

5. Sistema de generación de vapor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fuente auxiliar de calor (9) es una cámara de combustión auxiliar.

30 6. Sistema de generación de vapor según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el evaporador de reserva (2) y la fuente auxiliar de calor (9) se disponen fuera del conducto de gas (12).

35 7. Sistema de generación de vapor, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que se disponen tanto el evaporador de reserva (2) y la fuente auxiliar de calor (9) como el recalentador (3) y la fuente principal de calor (6) en un conducto de gas (12), disponiéndose el evaporador de reserva (2) en el conducto de gas (12) aguas arriba de la fuente principal de calor (9) con respecto a la dirección del flujo de los gases de caldeo principales a través del conducto de gas (12) desde la fuente principal de calor (6) a lo largo del recalentador (3) hacia el extremo abierto.

40 8. Sistema de generación de vapor según la reivindicación 7, en el que el evaporador de reserva (2) se dispone en el conducto de gas (12) entre la fuente principal de calor (6) y la fuente auxiliar de calor (9).

45 9. Sistema de generación de vapor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de control (11) utiliza una señal de entrada que se basa en una medición del flujo de vapor o de la presión de vapor en un conducto que se extiende desde el recalentador hasta la turbina de vapor.

50 10. Sistema de generación de vapor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de control (11) utiliza una señal de entrada que se basa en una medición del flujo de agua en un conducto que se extiende hacia el evaporador de reserva.

11. Sistema de generación de vapor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de generación de vapor comprende un recuperador (1) para calentar el agua suministrada y asimismo enfriar los gases de caldeo.

55 12. Sistema de generación de vapor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el recuperador (1) se integra en el evaporador de reserva (2).

13. Planta energética para generar electricidad a partir de vapor que comprende una turbina de vapor para generar electricidad a partir de vapor y un sistema de generación de vapor según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

60 14. Utilización del sistema de generación de vapor según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 para compensar los cambios en la producción de generación de vapor de un campo solar.

65 15. Procedimiento para generar vapor que comprende las etapas de:
 • accionar un generador principal de vapor (20) que presenta una producción de vapor fluctuante;

- accionar un evaporador de reserva (2) para evaporar el agua suministrada en forma de vapor para compensar las fluctuaciones en la producción de vapor de dicho generador principal de vapor (20), conectándose el evaporador de reserva (2) en paralelo con el generador principal de vapor (20);
 - accionar una fuente principal de calor (6) para calentar un recalentador (3) mediante una corriente principal de gases de caldeo, encontrándose tanto dicho generador principal de vapor (20) como dicho evaporador de reserva (2) en comunicación fluida con dicho recalentador (3) para obtener el vapor generado recalentado;
 - accionar una fuente auxiliar de calor (9) para calentar el evaporador de reserva (2);
 - controlar un sistema de control para controlar la fuente auxiliar de calor (9); y
- en el que la corriente principal de los gases de caldeo se guía a lo largo del recalentador (3) en una dirección que se aleja del evaporador de reserva (2).

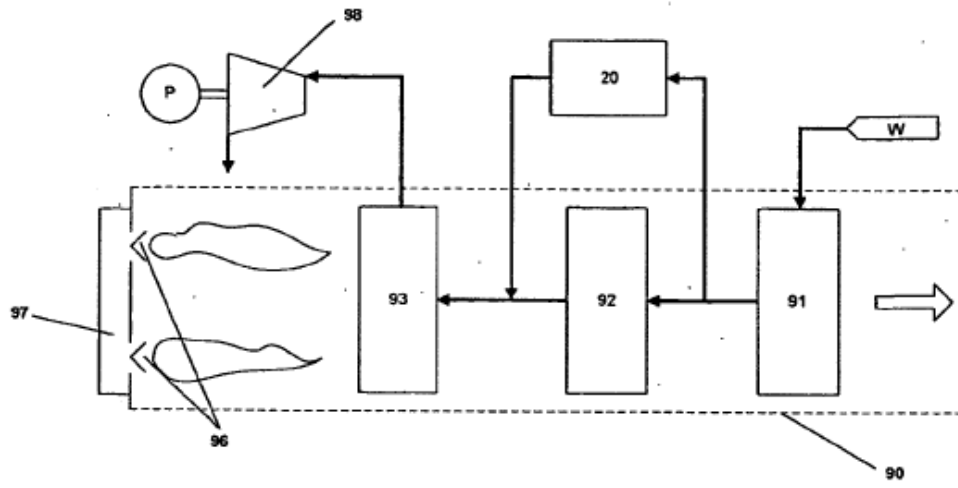


Fig. 1A

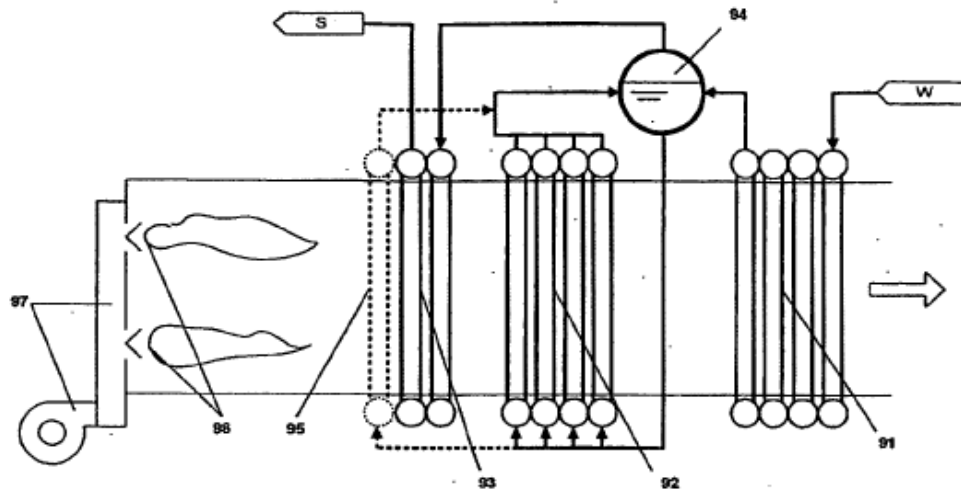


Fig. 1B

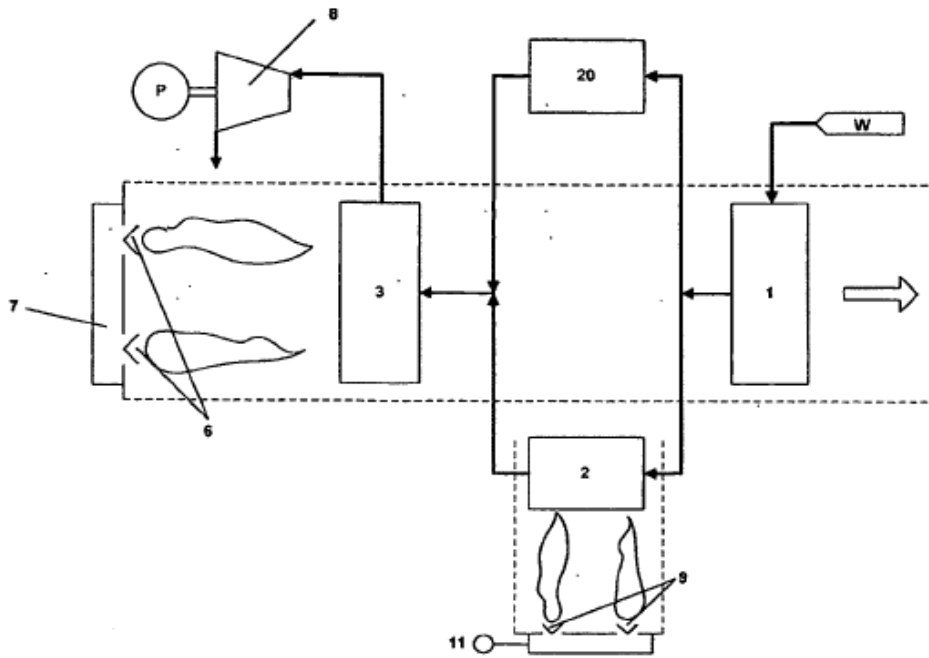


Fig. 2

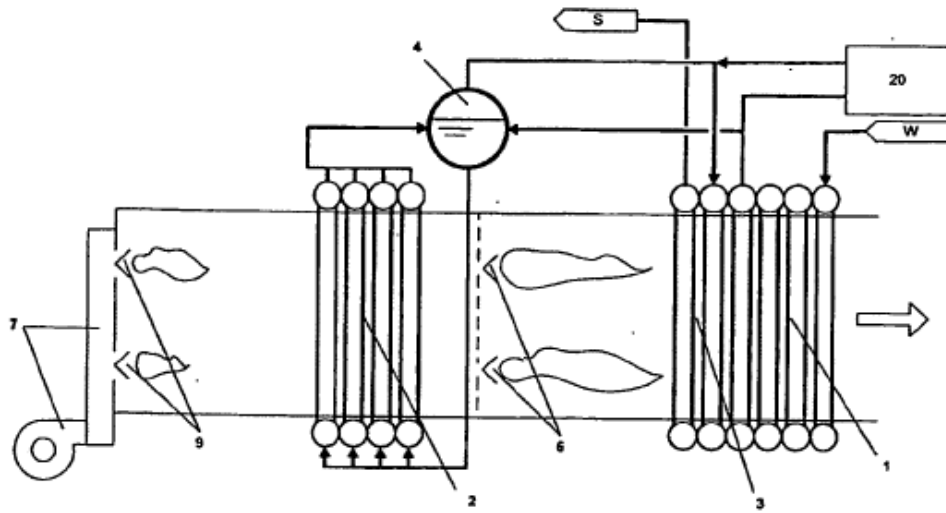


Fig. 3A

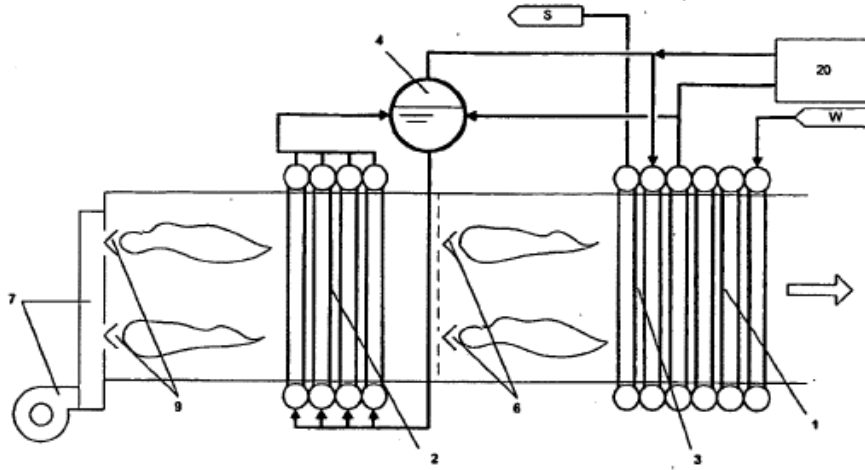


Fig. 3B