

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 775 004**

51 Int. Cl.:

F01K 3/24	(2006.01)
F22B 1/00	(2006.01)
F22B 1/02	(2006.01)
F01K 3/20	(2006.01)
F01K 3/22	(2006.01)
F22B 35/00	(2006.01)
F22D 1/00	(2006.01)
F22G 5/04	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.03.2013 PCT/NL2013/050203**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **26.09.2013 WO13141704**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2013 E 13712386 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2020 EP 2834476**

54 Título: **Una planta de energía solar térmica y un método para operar una planta de energía solar térmica**

30 Prioridad:

19.03.2012 EP 12160187

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.07.2020

73 Titular/es:

STAMICARBON B.V. ACTING UNDER THE NAME OF MT INNOVATION CENTER (50.0%)
Mercator 3
6135 KW Sittard, NL y
ENEA - AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE (50.0%)

72 Inventor/es:

IAQUANIELLO, GAETANO;
CAPOFERRI, DANIELA;
BARSI, ADRIANO;
FABRIZI, FABRIZIO;
GAGGIOLI, WALTER;
GIACONIA, ALBERTO y
RINALDI, LUCA

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 775 004 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

Una planta de energía solar térmica y un método para operar una planta de energía solar térmica

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo de las plantas de energía solar térmica basadas en tecnología de sal fundida.

Antecedentes de la Invención

10

En medio de las preocupaciones sobre el calentamiento global y las previsiones de agotamiento del agua potable y las fuentes de energía no renovables, la energía solar se ha convertido en una opción viable. Al generar energía solar por medio de una planta de energía solar térmica, la energía puede producirse de manera respetuosa con el medio ambiente, la generación de energía es potencialmente ilimitada y la energía puede producirse de una manera sustancialmente simple.

15

Un tipo conocido de planta de energía solar térmica utiliza un "colector concentrador de radiación" que concentra la radiación solar al enfocar dicha radiación en un área más pequeña, por ejemplo mediante el uso de superficies espejadas. En un tipo tan conocido de planta de energía solar térmica, un reflector, que es típicamente parabólico, recibe y refleja (enfoca) la radiación solar entrante en un absorbente de radiación, que se forma como un tubo. El tubo absorbente de radiación puede estar rodeado convencionalmente por un tubo de vidrio tratado para limitar la pérdida de calor. El espacio entre el tubo absorbente de radiación y el tubo de vidrio puede ser un espacio de vacío.

20

El tubo absorbente de radiación puede estar hecho de metal con un recubrimiento que tiene un alto coeficiente de absorción de radiación solar para maximizar la transferencia de energía desde el reflector. Un fluido térmico, que constituye un medio de transferencia de calor, que típicamente es un líquido como el aceite, fluye dentro del tubo absorbente de radiación.

25

La energía térmica transportada por el fluido térmico se utiliza para generar vapor que a su vez se expande en una turbina, para generar electricidad de manera convencional, al acoplar el eje de la turbina a un generador. Luego, el vapor se condensa y se recicla de vuelta a un sistema de intercambiador de calor. El ciclo para transferir vapor a la electricidad puede ser más eficiente a altas temperaturas de vapor. Sin embargo, algunos medios de transferencia de calor pueden disociarse o volverse menos efectivos en la transferencia de calor si dichos medios de transferencia de calor funcionan a temperaturas muy altas. Debido a este comportamiento restrictivo, las plantas convencionales que generan energía solar térmica están típicamente limitadas para operar a aproximadamente 400 °C. A dicha temperatura, la eficiencia general del ciclo para transferir vapor a la electricidad puede limitarse a menos del 32%.

30

35

Por supuesto, una planta de energía solar térmica conocida también tiene un límite operativo debido a la ausencia ocasional de radiación solar.

40

Para extender el tiempo de operación de tales plantas solares, adicionalmente puede usarse un sistema de almacenamiento térmico conocido basado en una mezcla de sales fundidas. Tal sistema conocido puede comprender dos tanques de almacenamiento térmico, un tanque de almacenamiento de fluido frío y un tanque de almacenamiento de fluido caliente. Durante el funcionamiento normal, por lo tanto, cuando la radiación solar para calentar el medio de transferencia de calor está presente, puede usarse una fracción de la corriente del medio de transferencia de calor, como el aceite, para calentar la mezcla de sales fundidas que se suministra desde el tanque de almacenamiento en frío al almacenamiento en caliente. En caso de que no haya radiación solar disponible, se invierte el flujo de la mezcla de sales fundidas. Luego, la mezcla de sales fundidas calientes se usa para calentar el aceite y se suministra desde el tanque de almacenamiento en caliente al tanque de almacenamiento en frío. Un inconveniente de usar dicho sistema es que una parte sustancial de la inversión de capital de las plantas generadoras de energía solar térmica convencional se absorbe por el sistema de almacenamiento de sales fundidas, a pesar de que dicho sistema permite producir energía de acuerdo con las condiciones de demanda que mejora significativamente la economía general.

45

50

Otra planta de energía solar térmica conocida puede basarse en el uso de sales fundidas como fluido de transferencia de calor (HTF). Tal planta de energía solar térmica siempre necesita operar a una temperatura más alta que la temperatura de solidificación de las sales fundidas (alrededor de 240 °C para la mezcla de nitratos de Na/K). Calentadores o calderas auxiliares pueden usarse adicionalmente. Sin embargo, las plantas de energía solar térmica conocidas todavía pueden tener problemas de eficiencia.

55

Por lo tanto, es un objeto de la presente invención proporcionar un sistema de caldera mejorado para una planta de energía solar térmica. Más en particular, un objeto de la invención es proporcionar un sistema de caldera para una planta de energía solar térmica que funciona con una mezcla de sales fundidas y que permite la generación eficiente de electricidad, preferentemente bajo cualquier condición climática y a un nivel bajo del sol, como durante la noche.

60

65

El documento US 2009/320828 describe un sistema integrado de generación de energía eléctrica de ciclo combinado solar. El documento EP 1331366 describe una planta combinada de turbina de gas. El documento US 5247907 describe

un horno de proceso que comprende una cámara de calentamiento radiante, una pata de sección de convección primaria y una pata de sección de convección secundaria dividida en dos o más canales de flujo paralelos, cada uno que aloja una o más bobinas de convección suplementarias y en comunicación fluida con la pata de sección de convección primaria para recibir gases de combustión de los mismos.

5

Resumen de la invención

10

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona una planta de energía solar térmica, en la que la planta de energía solar térmica comprende un sistema de caldera de respaldo para una planta de energía solar térmica para transferir energía solar a electricidad, dicho sistema de caldera de respaldo comprende una cámara de combustión y una sección de convección en conexión fluida con dicha cámara de combustión, en donde en la sección de convección se proporciona al menos un primer intercambiador de calor que está operativamente acoplado a un circuito de fluido de transferencia de calor que comprende una mezcla de sales fundidas de la planta de energía solar, y un segundo intercambiador de calor que está operativamente acoplado a un circuito de alimentación de agua que comprende agua de alimentación de caldera de la planta de energía solar, en donde el sistema de caldera de respaldo comprende unos medios de selección que se configuran para dirigir selectivamente el gas de combustión que proviene de la cámara de combustión a lo largo del primer intercambiador de calor, o a lo largo del segundo intercambiador de calor o a lo largo de ambos intercambiadores de calor, solo para proporcionar calor a la primera mezcla de sal fundida mediante el calentamiento del intercambiador de calor, o solo proporcionar calor al agua de alimentación de caldera, precalentar el segundo intercambiador de calor, o proporcionar calor a ambos intercambiadores de calor, preferentemente en dependencia de la disponibilidad de radiación solar y/o en dependencia de la demanda de generación de energía.

15

20

25

Proporcionar dicho sistema de caldera de respaldo en la planta de energía solar térmica de la invención permite la generación altamente eficiente de electricidad debido al uso de una mezcla de sales fundidas como fluido de transferencia de calor y como medio de almacenamiento de calor. Al usar un sistema auxiliar de caldera de respaldo, el tiempo de operación de la planta de energía solar térmica puede extenderse para tener una operación continua, pero también la temperatura del vapor sobrecalentado y la temperatura del agua de alimentación de caldera pueden controlarse con mayor precisión. En dependencia de la disponibilidad de radiación solar y de la demanda de generación de energía, el sistema de caldera de respaldo solo se puede usar para proporcionar calor al intercambiador de calor para calentar la mezcla de sales fundidas, solo para proporcionar calor al intercambiador de calor para calentar el agua de alimentación de caldera o para proporcionar calor a ambos intercambiadores de calor. Por lo tanto, el sistema de caldera de respaldo comprendido en la planta de acuerdo con la invención comprende unos medios de selección que se configuran para dirigir selectivamente el gas de combustión proveniente de la cámara de combustión a lo largo de al menos uno del primer intercambiador de calor y el segundo intercambiador de calor. También se puede proporcionar un medio de control que se configura para ajustar la temperatura del gas de combustión, por ejemplo, la temperatura del gas de combustión en el momento en que sale de la cámara de combustión o la temperatura del gas de combustión en al menos una ubicación dentro de la cámara de convección.

30

35

40

Por ejemplo, por la noche, la mezcla de sales fundidas debe mantenerse por encima de la temperatura de solidificación de aproximadamente 250 °C para mantenerla en forma líquida. Durante el día, cuando se requiere la generación de energía y la radiación solar está disponible, solo es necesario precalentar el agua de alimentación de caldera. En caso de que no haya disponible radiación solar o sea limitada durante el día, también se debe calentar la mezcla de sales fundidas. Debido a los medios de selección y/o los medios de control, es posible transferir selectivamente calor del gas de combustión a, al menos, uno de los medios de transferencia de calor, es decir, la mezcla de sales fundidas y el agua de alimentación de caldera.

45

50

Preferentemente, el sistema de caldera de respaldo se puede configurar para proporcionar otros servicios térmicos que dependen de la disponibilidad de radiación solar y la demanda de generación de energía, que se discutirá más adelante en la presente descripción de la invención.

55

60

La selección del modo de operación deseado del sistema de caldera de respaldo se puede proporcionar en base al ajuste del suministro de gas de combustión al intercambiador de calor respectivo y al control de temperatura adecuado del gas de combustión como se mencionó anteriormente. Por lo tanto, de acuerdo con una elaboración adicional de la invención, el sistema de caldera de respaldo puede comprender medios de válvula, preferentemente provistos dentro de la sección de la convención, configurados para proporcionar una derivación que permite que el gas de combustión que se suministra desde la cámara de combustión evite el segundo intercambiador de calor para precalentar el agua de alimentación de caldera. En caso de que no haya demanda de energía para generar electricidad, no hay necesidad de precalentar el agua de alimentación de caldera. Al configurar los medios de válvula del sistema de caldera de respaldo, el gas de combustión puede pasar por alto el intercambiador de calor para precalentar el agua de alimentación de caldera y suministrarse directamente al intercambiador de calor para calentar la mezcla de sales fundidas.

65

Para poder al menos controlar la temperatura del gas de combustión para el calentamiento de la mezcla de sales fundidas y/o precalentar el agua de alimentación de caldera, la temperatura del gas de combustión puede modificarse dentro de la cámara de combustión. Por lo tanto, la cámara de combustión puede comprender, junto a una entrada de combustible y una entrada de aire primaria para la combustión, un control de temperatura para controlar la temperatura del gas de combustión al menos al salir de la cámara de combustión. Preferentemente, el control de temperatura puede comprender

una entrada de aire secundaria para suministrar aire a la cámara de combustión para disminuir la temperatura del gas de combustión, por ejemplo proporcionar aire relativamente frío a la cámara de combustión. Para poder controlar también la temperatura en la sección de convección de la sección de la caldera de respaldo, la sección de convección también puede comprender un control de temperatura para controlar la temperatura del gas de combustión dentro de la sección de convección. Este control adicional de temperatura puede ser una entrada de aire de enfriamiento rápido para proporcionar aire relativamente frío al gas de combustión dentro de la sección de la convección para enfriar el gas de combustión.

Preferentemente, los medios de válvula y ambos controles de temperatura se configuran para cooperar para calentar la mezcla de sales fundidas preferentemente de 280 °C a 550 °C y preferentemente para calentar el agua de alimentación de caldera preferentemente hasta aproximadamente 250 °C.

Como se mencionó anteriormente, el sistema de caldera de respaldo comprendido en la planta de energía solar térmica de acuerdo con la invención se puede configurar para servicios térmicos adicionales. Por ejemplo, el sistema de caldera de respaldo puede comprender al menos uno de los intercambiadores de calor para la generación de vapor o sobrecalentamiento de vapor preferentemente a una temperatura de hasta 530 °C, un intercambiador de calor para la generación de vapor a baja presión y un intercambiador de calor para precalentar el agua desmineralizada, preferentemente hasta 90 °C.

Al proporcionar a la sección de convección al menos uno de un intercambiador de calor para la generación de vapor o sobrecalentamiento de vapor, un intercambiador de calor para la generación de vapor a baja presión y un intercambiador de calor para precalentar agua desmineralizada, la sección de convección del sistema de caldera de respaldo se puede configurar para transferir calor del gas de combustión a través de los diferentes intercambiadores de calor a los fluidos respectivos para proporcionar los servicios térmicos adicionales mencionados anteriormente. Con dicha configuración del sistema de caldera de respaldo, por lo tanto, con una configuración deseada de bobinas en la sección de convección del sistema de caldera, la planta de energía solar térmica de acuerdo con la invención puede cumplir con las condiciones de arranque (es decir, minimizar el tiempo de arranque y los problemas de arranque del sistema de generación con energía solar), condiciones de operación diarias (por ejemplo, cuando el sol está presente), noche o ausencia de sol y condiciones de funcionamiento (lo que proporciona así condiciones de respaldo completo para poder continuar la generación de electricidad) y el calentamiento de la mezcla de sales fundidas cuando el sol esté ausente. Además, en caso de que la planta de energía solar térmica esté provista de una unidad de desalinización, dicho sistema de caldera de respaldo asegura la generación continua de vapor a baja presión para el funcionamiento de dicha unidad de desalinización. Además, con un sistema de caldera de respaldo de este tipo, la planta de energía solar térmica funcionará con una temperatura más estable del vapor en la turbina de vapor, por lo que en general tendrá una operación más estable y tendrá un corto período de arranque.

Si las condiciones de funcionamiento específicas lo requieren, el sistema de caldera de respaldo puede, de acuerdo con un aspecto adicional de la invención, comprender un medio de válvula que se configura para proporcionar una desviación de vapor que permita que el gas de combustión evite el intercambiador de calor para generar vapor a baja presión. En una modalidad diferente de la invención, el sistema de caldera de respaldo puede comprender uno o más medios de válvula que se configuran para proporcionar una desviación que permita que el gas de combustión de la cámara de combustión evite al menos uno de los intercambiadores de calor, por ejemplo, unos medios de válvula para solo evitar el segundo intercambiador de calor para precalentar el agua de alimentación de caldera o unos medios de válvula para evitar el intercambiador de calor para precalentar el agua de alimentación de caldera y evitar el intercambiador de calor para generar vapor o sobrecalentar el vapor. O, por ejemplo, dos medios de válvula para evitar el intercambiador de calor para precalentar el agua de alimentación de caldera y el intercambiador de calor para calentar la mezcla de sales fundidas, respectivamente. También pueden ser posibles otras configuraciones en dependencia de las condiciones específicas de funcionamiento.

Para poder controlar con precisión las temperaturas de los diferentes fluidos en la planta de energía solar térmica de acuerdo con la invención, dicho sistema puede comprender además una unidad de control para controlar el sistema de caldera de respaldo basado en al menos la temperatura de la mezcla de sales fundidas, la temperatura del agua de alimentación de caldera y/o la temperatura del vapor a baja presión. Por lo tanto, de acuerdo con un aspecto adicional de la invención, la unidad de control puede estar operativamente acoplada a las entradas de aire primarias y/o secundarias y/o la entrada de aire de enfriamiento rápido y a los medios de válvula. Por lo tanto, la unidad de control puede, de acuerdo con una elaboración adicional de la invención, configurarse para controlar la cantidad de aire que ingresa a la cámara de combustión a través de la entrada de aire primaria y/o secundaria y/o la cantidad de aire que ingresa a la sección de convección a través de la entrada de aire de enfriamiento rápido para controlar la temperatura del gas de combustión en la sección de convección que se usa para la transferencia de calor. La unidad de control también puede usarse para controlar los medios de válvula para obtener la transferencia de calor deseada a al menos uno de los primero y segundo intercambiadores de calor.

La planta de energía solar térmica se configura para transferir energía solar a electricidad y comprende un sistema de caldera de respaldo como se describió anteriormente. La planta de energía solar térmica ofrece ventajas similares a las descritas en relación con el sistema de caldera de respaldo.

En una modalidad adicional de la planta de energía solar térmica de acuerdo con la invención, la planta de energía también puede comprender una unidad de desalinización térmica integrada. Con tal configuración de la planta de energía solar térmica, el vapor de baja presión que proviene de la turbina de vapor puede usarse para desalinizar el agua del mar para beber. Por la noche, el sistema de respaldo genera el vapor a baja presión para permitir el funcionamiento continuo de la unidad de desalinización. Debido a la construcción de la planta de energía solar térmica de acuerdo con la invención, el uso de la unidad de desalinización también puede ser relativamente eficiente. Se sabe comúnmente que una unidad de desalinización térmica se opera preferentemente de manera continua ya que el apagado de dicha unidad y el arranque de la unidad nuevamente resulta en una unidad de desalinización difícil de operar. Dado que la planta de energía solar térmica de acuerdo con la invención funciona con un tiempo de inactividad mínimo, la unidad de desalinización también puede funcionar de manera sustancialmente continua. En consecuencia, no hay necesidad de usar una unidad de desalinización del tipo de ósmosis inversa, lo que minimiza el uso de electricidad para operar dicha unidad de desalinización, de esta manera se maximiza la capacidad de electricidad para la venta.

Finalmente, la invención también se refiere a un método para operar la planta de energía solar térmica. Tal método proporciona ventajas similares a las descritas con la unidad de caldera de respaldo.

Las características y ventajas mencionadas anteriormente y otras de la invención se entenderán más completamente a partir de la siguiente descripción detallada de ciertas modalidades de la invención, tomadas junto con los dibujos adjuntos, que tienen la intención de ilustrar y no limitar la invención.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra un diagrama esquemático de una planta solar térmica de la técnica anterior que funciona con tecnología convencional basada en aceite;

la Figura 2 muestra un diagrama esquemático de otra planta de energía solar térmica de la técnica anterior que funciona con tecnología convencional basada en aceite que comprende un sistema de almacenamiento de sales fundidas;

la Figura 3 muestra un diagrama esquemático de una planta de energía solar térmica de acuerdo con una modalidad de la invención;

la Figura 4 muestra un diagrama esquemático de la geometría general del sistema de caldera de respaldo de acuerdo con una modalidad de la invención;

la Figura 5 muestra un diagrama esquemático de una configuración de la sección de convección del sistema de caldera de respaldo de acuerdo con una modalidad de la invención;

la Figura 6 muestra un diagrama esquemático de una configuración de la sección de convección del sistema de respaldo de acuerdo con otra modalidad de la invención;

la Figura 7 muestra un diagrama esquemático de una configuración de la sección de convección del sistema de respaldo de acuerdo con una tercera modalidad de la invención; y

la Figura 8 muestra un diagrama esquemático de una configuración de la sección de convección del sistema de respaldo de acuerdo con una cuarta modalidad de la invención.

Se debe notar que los elementos idénticos o correspondientes en los dibujos diferentes se indican con números de referencia idénticos o correspondientes.

Descripción detallada

En la Figura 1, se muestra un ejemplo de una planta de energía solar térmica 1 de la técnica anterior. La planta de energía solar térmica 1 comprende un sistema de recolección solar 10. El sistema de recolección solar 10 comprende uno o más tubos absorbentes de radiación y una pluralidad de colectores pasantes, tales como reflectores parabólicos de eje único. Alternativamente, el sistema de recolección solar 10 puede estar provisto de cualquier medio adecuado para concentrar la radiación solar, tal como colectores Fresnel. Los tubos absorbentes de radiación contienen un fluido térmico que se usa como fluido de transferencia de calor, como los aceites diatérmicos que están disponibles comercialmente, por ejemplo disponibles comercialmente con el nombre comercial Terminal® VP1. En las plantas de energía solar térmica conocidas de la técnica anterior, aunque menos utilizadas, el fluido de transferencia de calor también puede ser uno de vapor/agua, mezcla de sales fundidas, dióxido de carbono y helio. Al fluir dentro de los tubos absorbentes de radiación, el fluido de transferencia de calor se calienta por la exposición a la radiación solar concentrada. El fluido de transferencia de calor puede calentarse a una temperatura límite superior que debe elegirse como la temperatura de trabajo segura más alta para el fluido de transferencia de calor en sí mismo, es decir, en donde el fluido térmico permanece sustancialmente estable y no se disocia ni tiene sus propiedades térmicas ofendidas negativamente por la alta temperatura. La temperatura límite superior puede ser de alrededor de 400 °C para el aceite diatérmico Terminal® VP-1. El sistema de recolección solar descrito de este tipo es provisto, entre otros, por Siemens Solar Systems.

El fluido de transferencia de calor circula, mediante bombas adecuadas (no mostradas) para proporcionar una fuente de calor para producir el vapor de la planta de energía eléctrica.

El aceite caliente fluye (flecha 100) desde el sistema de recolección solar 10 a una temperatura de alrededor de 400 °C y entra al primer intercambiador de calor 20, donde el vapor saturado se sobrecalienta a 385-388 °C a una presión que puede variar de 6,0- a 11,0 MPa. El aceite caliente parcialmente enfriado fluye (flecha 104) luego hacia el sistema

intercambiador de calor 21, que constituye una generación de vapor/tren de agua de alimentación de caldera y un tren de precalentamiento y comprende dos o más intercambiadores de calor.

El aceite frío a una temperatura de 300 °C se recicla nuevamente al sistema de recolección solar 10 (flecha 102).

5 El vapor sobrecalentado (flecha 110) fluye desde el primer intercambiador de calor 20 a la turbina de vapor 30. En la turbina de vapor 30, la energía P se extrae del vapor expandiéndolo en serie en al menos tres etapas de turbina. Antes de la etapa de la última expansión, el vapor puede recalentarse aún más. El vapor de la potencia de escape (flecha 111), se condensa en el condensador de vapor, 31, y luego se mueve (flecha 112) al desgasificador 32 para eliminar cualquier rastro de oxígeno u otros contaminantes; desde allí, el agua de alimentación de caldera (flecha 113) se recicla de nuevo al sistema de intercambiador de calor 21.

La unidad 50 consta de uno o más calentadores para calentar el aceite durante la falta de sol al quemar gas natural.

15 La Figura 2 muestra otra planta de energía solar térmica 1 de la técnica anterior que comprende un sistema de almacenamiento de sales fundidas. Las partes con números de referencia similares a los mostrados y descritos en la Figura 1 no se describen en detalle. Para la explicación de dichas características, se hace referencia a la descripción anterior de una primera planta de energía solar térmica conocida de la técnica anterior.

20 La planta de energía solar térmica 1 comprende al lado de un circuito de fluido de transferencia de calor 2 y un circuito de agua de alimentación de caldera 3 también un circuito de medio de almacenamiento de calor 4.

25 En la planta de energía solar térmica 1, en uso, parte de la corriente de aceite caliente (flecha 120) del circuito de fluido de transferencia de calor 2 fluye al tren intercambiador de calor 40, para precalentar la mezcla fría de sales fundidas almacenadas en el tanque de almacenamiento de la mezcla de sales fundidas 41. La mezcla de sales fundidas calientes se acumula durante el día desde el primer tanque de almacenamiento 41 a través del tren intercambiador de calor hasta el segundo tanque de almacenamiento 42. El circuito del medio de almacenamiento de calor 4 comprende además una unidad de calentamiento 50. La unidad 50 comprende un calentador que se configura para calentar la sal fundida fría que viene del tanque de almacenamiento 41 en caso de que no sea calentada por el tren intercambiador de calor 40, por ejemplo, de noche o con condiciones climáticas adversas que provoquen poca radiación solar. Posteriormente, la sal fundida calentada se bombea al tanque 42. Durante la noche o durante la falta de sol, la sal fundida caliente fluye de regreso al tren del intercambiador de calor (no se muestran las bombas) para calentar el aceite en el circuito de fluido de transferencia de calor 2. A su vez, el aceite eleva el vapor en el primer intercambiador de calor 20 y el sistema del intercambiador de calor 21 de manera que se pueda generar electricidad P en la turbina de vapor 30 incluso durante periodos de falta mínima o total de radiación solar.

35 En la Figura 3, se muestra esquemáticamente una primera modalidad de la planta de energía solar térmica 201 de acuerdo con la invención. Los números de referencia que son similares a los números de referencia que indican características en las plantas de energía solar térmica de la técnica anterior 1 como se muestra en las Figuras 1 y 2, se refieren a características similares que funcionan de manera similar. La planta de energía solar térmica 201 de acuerdo con la invención comprende un sistema de recolección solar 10 para calentar la mezcla de sales fundidas en el circuito de fluido de transferencia de calor 2 a una temperatura de aproximadamente 550 °C por la radiación solar concentrada emitida sobre el sistema de recolección solar 10. La mezcla de sales fundidas típicamente consiste en una mezcla de KNO_3 y NaNO_3 . Estas sales se pueden usar a temperaturas de operación de hasta 550 °C y estas sales no son tóxicas. Debido a una temperatura de funcionamiento tan alta, el uso de la mezcla de sales fundidas como fluido de transferencia de calor da como resultado un ciclo de vapor más eficiente, por ejemplo, en comparación con el uso de aceite como fluido de transferencia de calor.

40 En el circuito de fluido de transferencia de calor 2 se proporciona un tanque de almacenamiento de mezcla de sales fundidas calentadas 12 para almacenar la mezcla de sales fundidas que se calienta por la radiación solar (flecha 101). También se proporciona una sección de generación de vapor 20 acoplada operativamente al tanque de almacenamiento 12, que comprende un intercambiador de calor para transferir calor desde la mezcla de sales fundidas calentadas al agua de alimentación de caldera en el circuito de agua de alimentación de caldera 3 para generar vapor.

55 La planta de energía solar térmica 201 comprende además un sistema de caldera de respaldo 25 que se configura para calentar al menos la mezcla de sales fundidas, en caso de que la mezcla de sales fundidas no se pueda calentar por radiación solar, a una temperatura de 280- 550 °C y para precalentar el agua de alimentación de caldera antes de que llegue a la sección de generación de vapor. Dado que la mezcla de sales fundidas solo está en estado líquido cuando tiene una temperatura relativamente alta, típicamente por encima de 250 °C, el agua de alimentación de caldera debe precalentarse a una temperatura de aproximadamente 200-250 °C (es decir, es un vapor a 250 °C) también para evitar que las sales fundidas se congelen al estar en contacto térmico con el agua de alimentación de caldera para evitar obstrucciones en el intercambiador de calor 20.

60 El sistema de caldera de respaldo 25 evita así la congelación de la mezcla de sales fundidas durante los periodos de ausencia de radiación solar. La caldera de respaldo 25 también se configura para sobrecalentar el flujo de vapor saturado

o parcialmente sobrecalentado que se suministra a la turbina de vapor 30 a una temperatura final de 450-550 °C (flechas 104, 105) para generar electricidad P.

5 Además, el sistema de caldera de respaldo se configura para proporcionar servicios térmicos adicionales, como el calentamiento del agua desmineralizada entre 70-90 °C y la generación de vapor a baja presión para el funcionamiento continuo de una unidad de desalinización integrada (no mostrada) para desalinizar el agua de mar para beber. Se da una descripción detallada adicional del sistema de caldera de respaldo 25 con referencia a las Figuras 4, 5 y 6.

10 La planta de energía solar térmica 201 de acuerdo con la modalidad de la invención comprende además una unidad de condensación 31, en la cual se condensa el vapor de la turbina de vapor 30. Aguas abajo de la unidad de condensación 31 se proporciona un desgasificador 32 para recibir el vapor condensado y suministrar agua de alimentación de caldera al intercambiador de calor de la sección de generación de vapor 20 y al sistema de caldera de respaldo 25.

15 La planta de energía solar térmica 201 de acuerdo con la modalidad de la invención funciona como sigue:
La planta de energía solar térmica 201 puede usarse para dos modos diferentes de operación, uno en el que se produce electricidad y otro en el que no se produce electricidad. Además, la disponibilidad de radiación solar es importante para la forma de operación de la planta de energía solar térmica 201. Durante el día, en caso de que exista radiación solar, la mezcla de sales fundidas calentadas que proviene del sistema de recolección solar 10 se bombea al tanque de almacenamiento de mezclas de sales fundidas 12 (flecha 101) en el que se genera vapor a una presión dentro del rango de 5,0-11,0 MPa por medio de la sección de generación de vapor 20. Al mismo tiempo, la mezcla de sales fundidas enfriadas presente en el área inferior del tanque de almacenamiento 12 se bombea nuevamente al sistema de recolección solar 10 (flecha 102) por medio de bombas adecuadas (no mostradas). En la sección 20 de generación de vapor, el agua de alimentación de caldera suministrada desde el desgasificador 32 (flecha 103) se precalienta para generar vapor saturado (flecha 104).

25 El sistema de caldera de respaldo 25 se configura para operar en tres modos diferentes: en una condición de arranque, en condiciones diurnas y en la noche o con falta de sol. Con referencia a las Figuras 4, 5 y 6, se describirán en detalle ejemplos de una modalidad del sistema de caldera de respaldo 25 para la planta de acuerdo con la invención. El sistema de caldera de respaldo 25 comprende una cámara de combustión 70 y una sección de convección 80 (véase Figura 4).
30 Entre la cámara de combustión 70 y la sección de convección 80 se proporciona un suministro de gas de combustión 82 para suministrar gas de combustión desde la cámara de combustión 70 a la sección de convección 80. En la modalidad mostrada del sistema de caldera de respaldo 25, la cámara de combustión comprende una entrada de combustible 72 para proporcionar biocombustible o combustible auxiliar a la cámara de combustión 70 y una entrada de aire primaria 74 necesaria para la combustión. Además, se proporciona una entrada de aire secundaria 76 para el control de la temperatura del gas de combustión al salir de la cámara de combustión 70. La cámara de convección 80 comprende una entrada de aire de enfriamiento rápido 84. El sistema de caldera de respaldo 25 comprende además un desvío de gases de combustión 86 que se configura para desviar al menos parte de la sección de convección 80. Aguas abajo de la sección de convección 80 y aguas abajo del desviador de gases de combustión 86, se proporciona un escape de gases de combustión 88 para expulsar los gases de combustión al aire exterior.

40 En una primera modalidad del sistema de caldera de respaldo 25, la sección de convección 80 comprende (véase la Figura 5) un intercambiador de calor 90 para precalentar el agua de alimentación de caldera. El intercambiador de calor 90 para precalentar el agua de alimentación de caldera está acoplado operativamente a, y en conexión fluida con el circuito de agua de alimentación de caldera 3. La sección de convección 80 también comprende el intercambiador de calor de la mezcla de sales fundidas 92 para calentar la mezcla de sales fundidas durante la ausencia de radiación solar. Dicho intercambiador de calor 92 está acoplado operativamente a, y en conexión fluida con el circuito de medio de transferencia de calor 2. Además, también se puede proporcionar un intercambiador de calor 94 para generar vapor o sobrecalentar el vapor. Dicho intercambiador de calor 94 se proporciona en conexión fluida con la turbina de vapor 30. La sección de convección 80 comprende además un intercambiador de calor de generación de vapor a baja presión 96 y un intercambiador de calor precalentador de agua desmineralizada 98.

55 La sección de convección 80 comprende medios de válvula 81, para proporcionar posibilidades de desviación para permitir que el gas de combustión evite el intercambiador de calor para precalentar el agua de alimentación de caldera. En otra modalidad de la invención, también se puede proporcionar un medio de válvula para evitar el intercambiador de calor y para generar vapor a baja presión.

Debido a la configuración descrita anteriormente del sistema de caldera de respaldo 25, el sistema de caldera de respaldo permite:

- 60 • precalentar el agua de alimentación de caldera durante el arranque a una temperatura superior al punto de solidificación de las sales fundidas;
 - calentar las sales fundidas hasta una temperatura de aproximadamente 550 °C durante las condiciones nocturnas, para mantener la generación de energía hasta el nivel deseado o cualquier otra condición operativa requerida;
 - para controlar la temperatura final del vapor sobrecalentado bajo cualquier conjunto operativo o para proporcionar el recalentamiento de vapor del vapor entre los distintos pasos de la turbina, lo que resulta en la maximización de la
- 65 eficiencia energética global de la planta de energía solar térmica 201.

La planta de energía solar térmica 201 comprende una unidad de control (no mostrada) para controlar el sistema de caldera de respaldo 25 basado en al menos la temperatura de la mezcla de sales fundidas en las diferentes partes del circuito de fluido de transferencia de calor 2, la temperatura del agua de alimentación de caldera y/o la temperatura del vapor en el circuito de agua de alimentación de caldera 3. Además, la unidad de control se puede configurar para controlar la cantidad de aire que ingresa a la cámara de combustión a través de las entradas de aire primaria y/o secundaria 74, 76 y/o la cantidad de aire que ingresa a la sección de convección 80 a través de la entrada de aire de enfriamiento rápido 84. La unidad de control también se puede configurar para controlar los medios de válvula 81 para determinar la dirección del gas de combustión dentro de la cámara de convección 80 después de que el gas de combustión se suministre desde la cámara de combustión 70.

Con una configuración de este tipo del sistema de caldera de respaldo 25 y para hacer frente a las diferentes condiciones de operación descritas anteriormente, el sistema de caldera de respaldo 25 puede producir gases de combustión a diferentes temperaturas y es capaz de excluir algunos de los servicios térmicos mediante el control de los medios de válvula adecuados para evitar los intercambiadores de calor predeterminados en la sección de convección 80. Las variaciones deseadas en la temperatura del gas de combustión pueden obtenerse al controlar el aire de combustión primario y secundario en la sección de combustión de la caldera a través de las respectivas entradas de aire 74, 76, y mediante un uso adecuado de las corrientes de aire de enfriamiento a través de la entrada de aire de enfriamiento rápido 84. Por ejemplo, en un día soleado, el agua de alimentación de caldera debe precalentarse, por lo que el sistema de caldera de respaldo proporcionará su función mediante el control de la entrada de aire secundaria 76 de manera que la temperatura del gas de combustión pueda transferir calor al intercambiador de calor para que el agua de alimentación de caldera caliente el agua de alimentación de caldera hasta aproximadamente 250 °C. Dado que la mezcla de sales fundidas se calienta por medio del sistema de recolección solar 10, el sistema de caldera de respaldo 25 no necesita calentar la mezcla de sales fundidas. Para obtener esto, los medios de válvula 81 están posicionados de manera que el gas de combustión pase a través del intercambiador de calor 90 para calentar el agua de alimentación de caldera. Como no es necesario calentar más, la entrada de aire de enfriamiento rápido 84 suministrará aire enfriado a la cámara de convección 80, aguas abajo del intercambiador de calor 90 para calentar el agua de alimentación de caldera, de manera que el gas de combustión se enfríe de manera que no se intercambie calor por los intercambiadores de calor adicionales 92, 96, 98. Además, no hay necesidad de producir vapor a baja presión mediante el sistema de caldera de respaldo ya que el vapor a baja presión para la unidad de desalinización será proporcionado por el vapor de escape procedente de la turbina de vapor 30.

Durante la noche, por ejemplo, no habrá demanda de generación de energía. Por lo tanto, no hay necesidad de precalentar el agua de alimentación de caldera. En ese caso, los medios de válvula 81 rotarán sustancialmente 90 grados de manera que no habrá desviación del intercambiador de calor 90 para el agua de alimentación de caldera. Pero es necesario mantener caliente la mezcla de sales fundidas, así como generar vapor a baja presión para mantener en operación la unidad de desalinización. Por lo tanto, el gas de combustión se calentará para tener una temperatura adecuada para calentar la mezcla de sales fundidas. Después de pasar el intercambiador de calor 92 para calentar las sales fundidas, el gas de combustión pasará el intercambiador de calor 96 para generar vapor a baja presión para la unidad de desalinización.

En un día nublado, por lo tanto, en caso de falta de radiación solar, la generación de energía seguirá siendo posible. En ese caso, el sistema de caldera de respaldo 25 necesita precalentar el agua de alimentación de caldera. Debido a la falta de radiación solar, también puede ser necesario calentar la mezcla de sales fundidas. La turbina de vapor 30 suministrará la generación de baja presión necesaria para la unidad de desalinización.

Además, existe la posibilidad de ejecutar el sistema de caldera de respaldo 25 en 'modo de día extendido'. Esto significa que después de la puesta del sol, cuando todavía hay demanda de generación de energía, pero a un nivel inferior, el calor almacenado en el almacenamiento de sal fundida 12 se usa para generar energía. Esto requiere agua calentada de alimentación de caldera y también algo de calentamiento de la mezcla de sales fundidas, pero ambas con un trabajo algo menor. La turbina de vapor 30 proporcionará vapor a baja presión, pero también a un nivel más bajo que conduce a una menor producción de agua desalinizada.

En la Figura 6 se muestra una modalidad adicional del sistema de caldera de respaldo 25 para la planta de acuerdo con la invención. Esta modalidad difiere de la modalidad en la Figura 5 en que el intercambiador de calor 92 para calentar la mezcla de sales fundidas se proporciona aguas arriba del intercambiador de calor 90 para precalentar el agua de alimentación de caldera en lugar de aguas abajo del mismo como se muestra en la Figura 5. Además, no se proporciona ningún intercambiador de calor 94 para generar vapor o sobrecalentar el vapor. Para la operación del sistema de respaldo 25 de acuerdo con la Figura 6, se hace referencia a la descripción de la modalidad como se muestra en la Figura 5.

En la Figura 7 se muestra una tercera modalidad del sistema de caldera de respaldo 25 para la planta de acuerdo con la invención. Esta modalidad difiere de la modalidad mostrada en la Figura 6 en que la sección de convección 80 está acoplada directamente a la cámara de combustión 70. No se proporciona suministro de gas de combustión 82 entre la cámara de combustión 70 y la sección de convección 80. Además, la entrada de aire de enfriamiento rápido 84 se proporciona aguas abajo de los medios de válvula 81 para suministrar aire de enfriamiento rápido al espacio interior de la sección de convección aguas abajo del intercambiador de calor 90 para precalentar el agua de alimentación de caldera.

Para una explicación de las otras características y operación del sistema de caldera de respaldo 25 como se muestra en la Figura 7, se hace referencia a la descripción relacionada con las Figuras 5 y 6.

5 En la cuarta modalidad del sistema de caldera de respaldo 25 como se muestra en la Figura 8, las diferencias con respecto a la modalidad de la Figura 7 radican en el hecho de que se proporciona un intercambiador de calor 94 para la generación de vapor o sobrecalentamiento del vapor aguas arriba del intercambiador de calor 92 para precalentar la mezcla de sales fundidas. Además, se proporciona un segundo medio de válvula 83, para proporcionar posibilidades de desviación para permitir que el gas de combustión evite el intercambiador de calor 92 para precalentar la mezcla de sales fundidas. También se proporciona una segunda entrada de aire de enfriamiento rápido 87 aguas abajo de los segundos medios de válvula 83 y aguas arriba de los primeros medios de válvula 81, para suministrar aire de enfriamiento rápido al espacio interior de la sección de convección 80 de manera que el aire pase por cualquier intercambiador de calor, 90, 96, 98 aguas abajo del mismo y se ha enfriado antes de pasar cualquiera de dichos intercambiadores de calor 90, 96, 98. Después de pasar el intercambiador de calor 90 para precalentar el agua de alimentación de caldera, la primera entrada de aire de enfriamiento rápido 84 suministra aire de enfriamiento al espacio interior de la sección de convección 80 de manera que el aire que contacta con el intercambiador de calor 96 para la generación de vapor a baja presión o el intercambiador de calor 98 para precalentar el agua desmineralizada, intercambiará calor de un gas de combustión algo enfriado. Para una explicación de las otras características y operación del sistema de caldera de respaldo 25 como se muestra en la Figura 8, se hace referencia a la descripción relacionada con las Figuras 5, 6 y 7.

20 Aunque se han descrito anteriormente modalidades ilustrativas de la presente invención, en parte con referencia a los dibujos adjuntos, debe entenderse que la invención no se limita a estas realizaciones. Variaciones a las modalidades descritas pueden entenderse y efectuarse por los expertos en la técnica en la práctica de la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, la descripción, y las reivindicaciones adjuntas. Será claro, por ejemplo, que el sistema de caldera de respaldo puede tener una configuración diferente con una cámara de combustión y una sección de convección de diferentes configuraciones que comprenden diferentes intercambiadores de calor para diversos servicios térmicos.

30 La referencia a lo largo de esta descripción a "una modalidad" o "una modalidad" significa que una característica, estructura o característica particular descrita en relación con la modalidad está incluida en al menos una modalidad en la presente invención. Así, la aparición de la frase "en una modalidad" en varios lugares a lo largo de esta descripción no se refieren necesariamente todas a la misma modalidad. Además, se observa que las características, estructuras o características particulares de una o más modalidades pueden combinarse de cualquier manera adecuada para formar modalidades nuevas, no descritas explícitamente.

REIVINDICACIONES

1. Una planta de energía solar térmica (201) para convertir energía solar a electricidad, que comprende:
 - un sistema de caldera de respaldo,
 - un circuito de fluido de transferencia de calor (2) que comprende un fluido de transferencia de calor, dicho fluido es una mezcla de sales fundidas, dicho circuito de fluido de transferencia de calor está en contacto térmico con un sistema de recolección solar (10) para calentar la mezcla de sales fundidas; y
 - un circuito de agua de alimentación de caldera (3) que comprende agua de alimentación de caldera, dicho circuito de agua de alimentación de caldera que está en contacto térmico con el circuito de fluido de transferencia de calor para producir vapor en el circuito de agua de alimentación de caldera,
 - y una turbina de vapor (30) acoplada operativamente al circuito de agua de alimentación de caldera para generar la electricidad por medio del vapor suministrado;
 en donde dicho sistema de caldera de respaldo comprende una cámara de combustión (70) y una sección de convección (80) en conexión fluida con dicha cámara de combustión (70), en donde en la sección de convección (80) se proporciona al menos un primer intercambiador de calor (92) que se acopla operativamente al circuito de fluido de transferencia de calor que comprende una mezcla de sales fundidas de la planta de energía solar térmica, y un segundo intercambiador de calor (90) que se acopla operativamente al circuito de agua de alimentación, que comprende agua de alimentación de caldera de la planta de energía solar térmica, en donde el sistema de caldera de respaldo comprende, además, medios de selección (81, 83) que se configuran para dirigir selectivamente el gas de combustión procedente de la cámara de combustión a lo largo del primer intercambiador de calor (92), o a lo largo del segundo intercambiador de calor (90) o a lo largo de ambos intercambiadores de calor (90, 92), solo para proporcionar calor al primer intercambiador de calor (92) para calentar la mezcla de sal fundida, o solo para proporcionar calor al segundo intercambiador de calor (90) para precalentar el agua de alimentación de caldera o para proporcionar calor a ambos intercambiadores de calor (90, 92), preferentemente en dependencia de la disponibilidad de radiación solar y/o en dependencia de la demanda de generación de energía.
2. Una planta de energía solar térmica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sistema de caldera de respaldo (25) comprende una unidad de control que se configura para ajustar la temperatura del gas de combustión.
3. Una planta de energía solar térmica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en donde los medios de selección (81, 83) de la sección de convección (80) comprenden medios de válvula (81) que se configuran para proporcionar una desviación que permite el gas de combustión desde la cámara de combustión (70) para evitar el segundo intercambiador de calor (90) para precalentar el agua de alimentación de caldera.
4. Una planta de energía solar térmica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde la cámara de combustión (70) comprende tanto una entrada de combustible (72) como una entrada de aire primaria (74) para la combustión y un control de temperatura (76) para controlar la temperatura del gas de combustión al menos al salir de la cámara de combustión.
5. Una planta de energía solar térmica de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el control de temperatura comprende una entrada de aire secundaria (76) para suministrar aire a la cámara de combustión para disminuir la temperatura de los gases de combustión.
6. Una planta de energía solar térmica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la sección de convección comprende al menos un control de temperatura adicional (84) para controlar la temperatura del gas de combustión dentro de la sección de combustión.
7. Una planta de energía solar térmica de acuerdo con la reivindicación 6, en donde el control de temperatura adicional comprende al menos una entrada de aire de enfriamiento rápido (84) para disminuir la temperatura dentro de la cámara de combustión.
8. Una planta de energía solar térmica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3-7, en donde los medios de válvula (81) y ambos controles de temperatura (76, 84) se configuran para cooperar y calentar la mezcla de sales fundidas preferentemente de 280 °C a 550 °C y se configuran para cooperar y calentar el agua de alimentación de caldera preferentemente hasta 250 °C.
9. Una planta de energía solar térmica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la sección de convección comprende, además, al menos uno de un intercambiador de calor (94) para la generación de vapor o el sobrecalentamiento de vapor preferentemente a una temperatura de hasta 530 °C, un intercambiador de calor para la generación de vapor a baja presión (96) y un intercambiador de calor (98) para precalentar agua desmineralizada, preferentemente hasta 90 °C, en donde el sistema de caldera de respaldo comprende preferentemente medios de válvula que se configuran para proporcionar una desviación de vapor que permite que el gas de combustión evite el intercambiador de calor para generar vapor a baja presión.
10. Una planta de energía solar térmica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una unidad de control para controlar el sistema de caldera de respaldo basado en al menos la temperatura de la

mezcla de sales fundidas, la temperatura del agua de alimentación de caldera y/o la temperatura del vapor a baja presión, y en donde la unidad de control está preferentemente acoplada operativamente a las entradas de aire primaria (74) y/o secundaria (76) y/o la entrada de aire de enfriamiento rápido (84) y a los medios de válvula (81, 83).

- 5
11. Una planta de energía solar térmica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la planta de energía solar térmica comprende, además, un tanque de almacenamiento (12) para almacenar la mezcla de sales fundidas y una unidad de generación de vapor (20) acoplada operativamente al tanque de almacenamiento para transferir calor desde la mezcla de sales fundidas almacenadas hasta el agua de alimentación de caldera para generar vapor.
- 10
12. Una planta de energía solar térmica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 11, en donde la planta de energía solar térmica comprende una unidad de desalinización térmica integrada.
- 15
13. Un método para operar una planta de energía solar térmica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-12, en donde el método comprende:
- operar en un primer modo en donde se proporciona al menos calor a un primer intercambiador de calor para calentar una mezcla de sales fundidas preferentemente de 280 °C a 550 °C u
 - operar en un segundo modo en donde se proporciona al menos calor a un segundo intercambiador de calor para precalentar el agua de alimentación de caldera, preferentemente hasta 250 °C u
 - operar en un tercer modo en donde se proporciona al menos calor a ambos intercambiadores de calor, en donde la selección del modo de operación se realiza en dependencia de la disponibilidad de radiación solar y de la demanda de generación de energía.
- 20
- 25
14. Un método de acuerdo con la reivindicación 13, en donde el método comprende, además, al menos uno de:
- proporcionar calor a un intercambiador de calor para generar vapor o sobrecalentar vapor preferentemente a una temperatura de hasta 530 °C
 - proporcionar calor a un intercambiador de calor para generar vapor a baja presión para la desalinización
 - proporcionar calor a un intercambiador de calor para precalentar agua desmineralizada preferentemente hasta 90 °C.
- 30
- 35
15. Un método de acuerdo con la reivindicación 13 o 14, en donde la temperatura de calentamiento se controla mediante el suministro de aire adicional durante la combustión del combustible en la cámara de combustión y/o mediante el suministro de aire de enfriamiento rápido a la cámara de convección en la que se proporcionan los intercambiadores de calor.

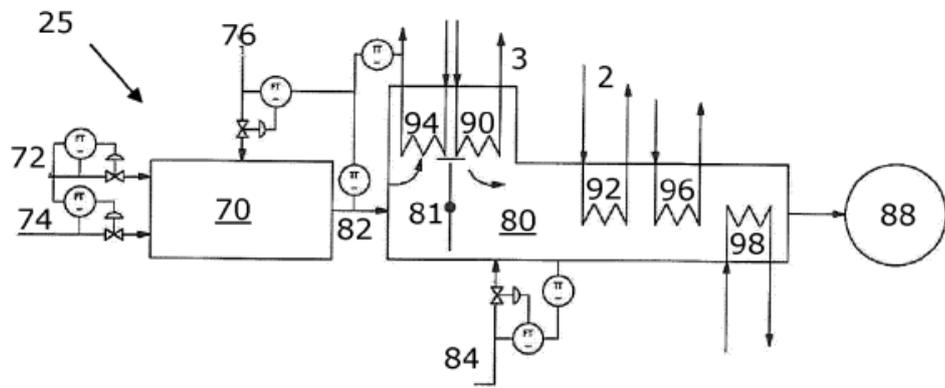


Fig. 5

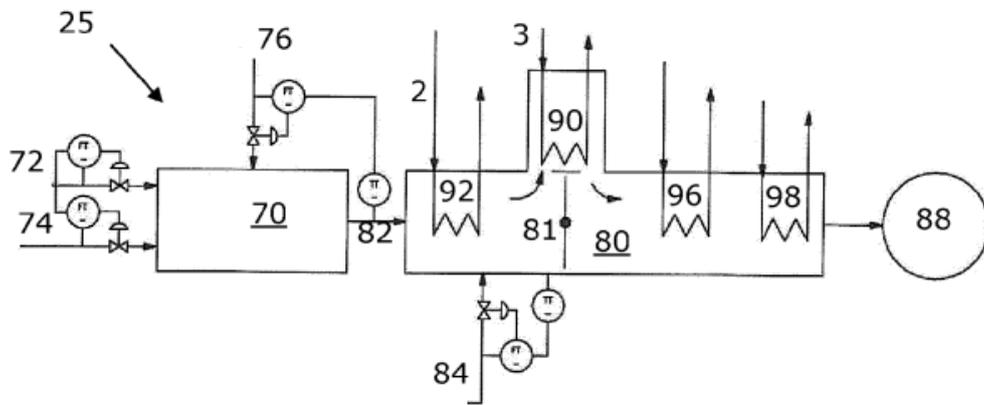


Fig. 6

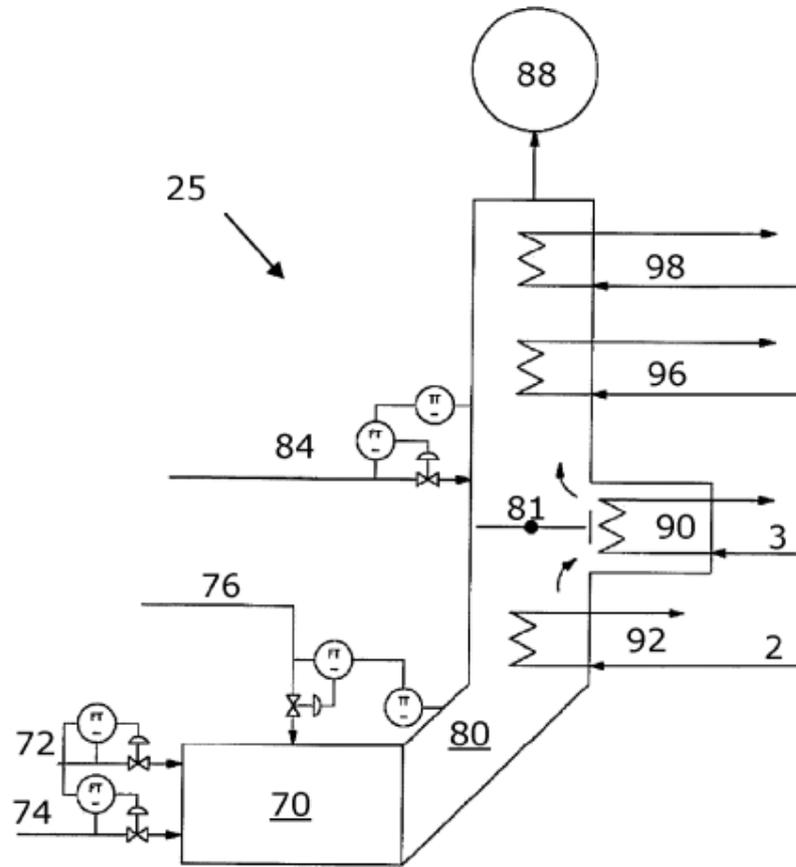


Fig. 7

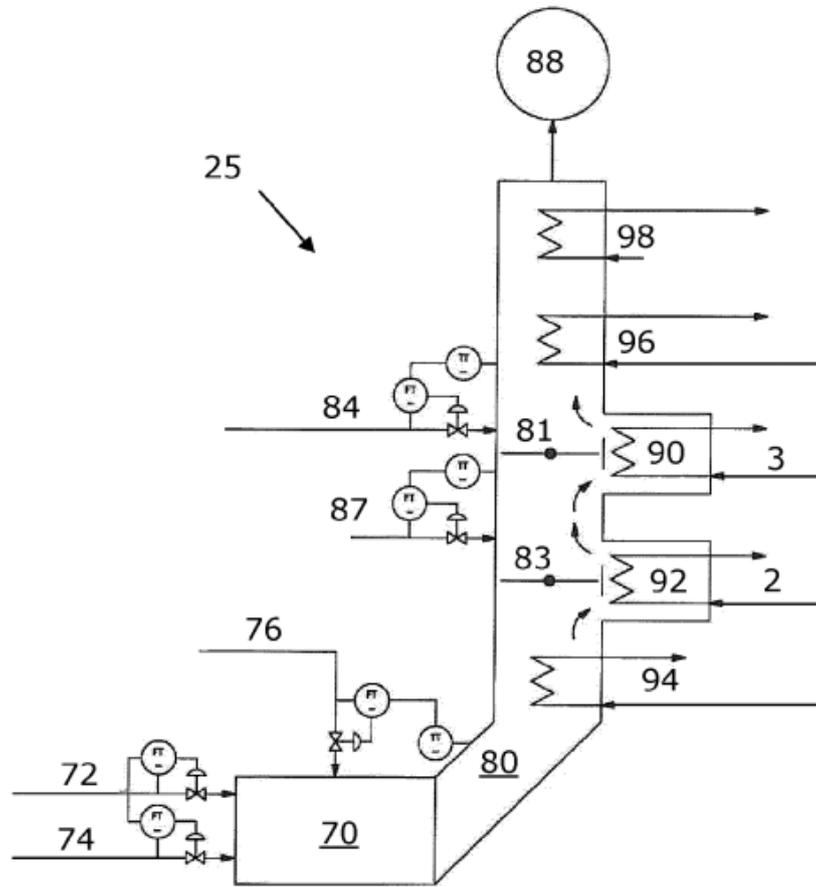


Fig. 8