



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 312 275**

② Número de solicitud: 200701577

⑤ Int. Cl.:
F03G 6/06 (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **07.06.2007**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **16.02.2009**

Fecha de la concesión: **11.12.2009**

⑮ Fecha de anuncio de la concesión: **29.12.2009**

⑮ Fecha de publicación del folleto de la patente:
29.12.2009

⑰ Titular/es:
ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES, S.A.
Avda. de la Buhaira, nº 2
41018 Sevilla, ES

⑱ Inventor/es: **Sánchez González, Marcelino;**
Osuna González-Aguilar, Rafael y
Fernández Quero, Valerio

⑳ Agente: **García-Cabrerizo y del Santo, Pedro María**

⑳ Título: **Planta de concentración solar para producción de vapor sobrecalentado.**

㉑ Resumen:

Planta de concentración solar para producción de vapor sobrecalentado.

Planta de concentración solar que utiliza como fluido caloportador agua/vapor, en cualquier ciclo termodinámico o sistema de aprovechamiento de calor de proceso, que comprende un evaporador donde se produce vapor saturado en las condiciones de presión del sistema y un sobrecalentador a partir del cual el vapor alcanza las condiciones de presión y temperatura requeridas a la entrada de la turbina, separados físicamente y conectados entre si por un calderín en el cual se produce la separación agua-vapor, y en la que se realiza un control de estrategias de apunte del campo de heliostatos independiente para ambos subsistemas, subsistema evaporador y subsistema sobrecalentador.

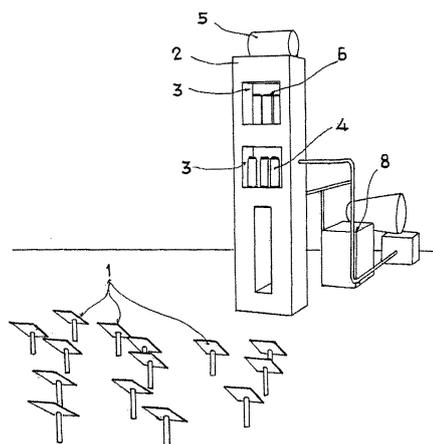


FIG. 1

ES 2 312 275 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

DESCRIPCIÓN

Planta de concentración solar para producción de vapor sobrecalentado.

5 La presente invención se refiere a plantas de concentración solar con separación física del evaporador y el sobrecalentador y control dinámico adaptativo del campo de helióstatos, para obtener vapor sobrecalentado de una manera eficiente y controlada, para poder garantizar así la durabilidad y la operación normal continuadas de dicha planta solar en sus diferentes aplicaciones: producción de electricidad, producción de calor de proceso, producción de combustibles solares y aplicación a procesos termoquímicos.

10 Antecedentes de la invención

Si bien la radiación solar es una fuente térmica de elevada temperatura y elevada energía en origen, la utilización de la misma en las condiciones del flujo que llega a la superficie terrestre destruye prácticamente todo su potencial de convertirse en trabajo, por la drástica reducción de la temperatura disponible en el fluido. Por esta razón, se hace uso en las centrales solares termoeléctricas (CST), de sistemas de concentración óptica, que permiten lograr mayores densidades de flujo y con ello temperaturas más elevadas.

20 En la actualidad existen principalmente tres tecnologías diferentes desarrolladas para su uso en Plantas Solares denominadas: de receptor central, colectores cilindro-parabólicos y discos Stirling. Todas ellas hacen uso solamente de la componente directa de la radiación solar, lo que les obliga a tener dispositivos de seguimiento solar:

1. Los sistemas de receptor central (3D) utilizan espejos de gran superficie (40-125 m² por unidad) denominados helióstatos, que están dotados de un sistema de control para reflejar la radiación solar directa sobre un receptor central situado en la parte superior de una torre. En esta tecnología, la radiación solar concentrada calienta en el receptor un fluido a temperaturas de hasta 1000°C, cuya energía térmica puede después utilizarse para la generación de electricidad.

2. En los colectores cilindro-parabólicos (2D), la radiación solar directa es reflejada por espejos cilindro-parabólicos que la concentran en un tubo receptor o absorbedor por el que circula un fluido que se calienta como consecuencia de la radiación solar concentrada que incide sobre él a temperaturas máximas de 400°C. De este modo, la radiación solar es convertida en energía térmica que se utiliza posteriormente para generar electricidad mediante un ciclo Rankine de agua/vapor.

35 Una variación de esta tecnología son los sistemas lineales de concentración fresnel, en los que el espejo parabólico se sustituye por una discretización fresnel con espejos de menores dimensiones que pueden ser ya planos o disponer de una leve curvatura en su eje axial, y que mediante el control de su orientación axial permiten concentrar radiación solar sobre el tubo absorbedor, que en este tipo de aplicaciones suele permanecer fijo.

40 3. Los sistemas de discos parabólicos Stirling (3D) utilizan una superficie de espejos montados sobre una parábola de revolución que reflejan y concentran los rayos del Sol en un foco puntual, donde se sitúa el receptor en el que se calienta el fluido de trabajo de un motor Stirling que, a su vez, acciona un pequeño generador eléctrico.

En los sistemas de receptor central la tecnología agua-vapor es actualmente la más convencional, habiendo sido utilizada en centrales como la española CESA-1 y la americana Solar One.

45 El vapor es producido y sobrecalentado en el receptor solar a temperaturas de unos 500°C y 10 Mpa (100 bar) y enviado directamente a la turbina. Para reducir el impacto de los transitorios (paso de nubes etc.) se utiliza un sistema de almacenamiento (sales fundidas en la planta CESA-1 y una termoclina aceite/rocas en Solar One). Este concepto fue el primero en ser probado por permitir la transposición de las técnicas habituales de las centrales térmicas y permitir el acceso directo del vapor que sale del receptor solar a la turbina.

El uso de vapor sobrecalentado puede permitir la implementación de ciclos termodinámicos de mayor eficiencia en las plantas.

55 La dificultad de la tecnológica solar para la producción de vapor sobrecalentado radica en las exigentes condiciones de temperatura a las que se hace trabajar el receptor. Las paredes de sus tubos se someten a ciclos térmicos de forma continuada entre la temperatura ambiente, la temperatura del vapor con que se alimenta este receptor, (250 a 310°C), y la temperatura necesaria en pared para la generación de vapor sobrecalentado a 540°C próxima a 600°C. A diferencia de los receptores generadores de vapor saturado que trabajan a una temperatura casi común para todas sus partes (330°C), los receptores de vapor sobrecalentado incrementan la temperatura de sus tubos conforme mayor es la proximidad a la zona de salida de vapor.

Las Dificultades encontradas en las experiencias de los años 80, en los receptores de vapor sobrecalentado CESA 1 y Solar One se centraron principalmente en dos aspectos:

- 65 • Falta de controlabilidad del sistema especialmente ante transitorios, paso de nubes etc. debido principalmente a las malas propiedades térmicas del vapor.

ES 2 312 275 B1

- En ambos receptores el fallo estructural más frecuente fue la aparición de grietas. La tensión térmica debida a las grandes diferencias de temperatura provocó la aparición de grietas en la soldadura intersticial entre subpaneles. Esta situación se daba fundamentalmente en las paradas, cuando el agua en un subpanel, a la temperatura de saturación, fluía hacia la parte superior, donde la temperatura era todavía la del vapor sobrecalentado, mientras que en el subpanel adyacente no se daba este fenómeno.

- Problema de trabajar a altas presiones, lo cual exige espesores de pared de tubo mayores, que a la hora de transferir altas densidades de potencia, al fluido caloportador, implica necesariamente altos gradientes térmicos.

La invención que a continuación se plantea, trata pues de aglutinar las ventajas de la utilización de vapor a alta temperatura, solventando los riesgos existentes, consiguiendo un mayor control de la planta y favoreciendo de esta manera la estabilidad y durabilidad de ésta.

15 Descripción de la invención

En relación a otras propuestas anteriores que ubicaban los módulos del receptor sobrecalentador físicamente muy próximos (cuando no superpuestos) a los módulos del receptor evaporador, el desarrollo estratégico que se propone ahora se basa en separar de forma físicamente independiente evaporador y sobrecalentador.

El hecho de separar la etapa de evaporación de la de sobrecalentamiento reduce el riesgo tecnológico ya que al no existir cambio de fase en el mismo receptor, tampoco existen los problemas de altos gradientes térmicos derivados de los diferentes coeficientes de película de ambas fases. Además los problemas de control asociados a la variabilidad del recurso solar tal y como se constataron en las experiencias del proyecto CESA-1 en la Plataforma Solar de Almería PSA se reducen también drásticamente.

La invención que a continuación se plantea además de separar de manera físicamente independiente evaporador y sobrecalentador mediante la incursión de un calderín intermedio, incluye el hecho de llevar a cabo un control de estrategias de apunte del campo de helióstatos independiente para ambos subsistemas, subsistema evaporador y subsistema sobrecalentador.

Esta estrategia de control consistirá en un control dinámico adaptativo del campo de helióstatos, con el fin de que tras su aporte de energía se consigan mantener estables las condiciones de presión y temperatura óptimas para la entrada en la turbina. Para ello el campo de helióstatos se apunta a uno u otro receptor (evaporador o sobrecalentador) dependiendo de las necesidades existentes. De esta manera parte del campo de helióstatos se enfocará al evaporador y otra parte al sobrecalentador, consiguiendo así un mayor control de la planta y una mayor estabilidad en ésta.

En la tecnología de receptor Central, el receptor se sitúa en lo alto de la torre, y los helióstatos concentran la energía solar sobre éste. En el receptor se produce el intercambio energético transfiriéndose la energía fotónica del haz de luz concentrado proveniente del campo de helióstatos a un fluido caloportador aumentando su temperatura. Hay muchas maneras diferentes de clasificar los receptores. Si clasificamos los receptores de acuerdo a su geometría, podemos definir los receptores de tipo “Cavidad” como aquellos que se sitúan en lo alto de la torre dentro de un “hueco o cavidad”, de esta manera se minimizan las pérdidas térmicas por radiación y convección. Los receptores pueden estar constituidos de diferentes maneras, siendo los de paneles de tubos los más comunes para la generación directa de vapor en sistemas de receptor central.

Este receptor se diseña de acuerdo a una configuración geométrica determinada definida generalmente por una serie de subpaneles constituidos por el propio haz de tubos que forman el evaporador o el sobrecalentador.

Para complementar la descripción que antecede y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se va a realizar una descripción detallada de una realización preferida, en base a un juego de dibujos que se acompañan a esta memoria descriptiva y en donde con carácter meramente orientativo y no limitativo se ha representado lo siguiente:

La Figura 1 muestra un Esquema de una Torre de dos cavidades con un sobrecalentador.

La Figura 2 muestra en detalle el Esquema de una Torre con dos cavidades con dos sobrecalentadores.

En la anterior figura, las referencias numéricas corresponden a las siguientes partes y elementos.

1.- Helióstatos.

2.- Torre Central.

3.- Cavidad.

4.- Evaporador.

ES 2 312 275 B1

5.- Calderín.

6.- Sobrecalentador primario.

5 7.- Sobrecalentador secundario.

8.- Sistema de apoyo fósil

10 En la aplicación del concepto de planta de la invención se empleará tecnología de torre y receptor central para llevar a cabo un proceso de sobrecalentamiento solar de un vapor que está húmedo o saturado.

15 Como puede verse en la figura 1, esta planta solar está compuesta por un sistema de concentración solar tridimensional con una torre central (2) que incluye dos cavidades (3) una de ellas con un evaporador (4) para la evaporación de agua y otra con un sobrecalentador (6) para el sobrecalentamiento del vapor producido, y un campo de helióstatos (1).

20 Para cumplir con el objetivo de sobrecalentamiento se propone llevar a cabo una serie de estrategias de apunte de los helióstatos a través de un sistema de control dinámico adaptativo del campo de helióstatos de manera que se puedan mantener constantes las condiciones de presión y temperatura del vapor a la entrada de la turbina dirigiendo parte del campo de helióstatos al evaporador (4) y parte al sobrecalentador (6). Es decir, se propone el uso de radiación concentrada por parte de un tanto por ciento del campo de helióstatos para la fase de evaporación, y la utilización del resto del campo para la concentración de radiación destinada al sobrecalentador (6) de vapor hasta alcanzar temperaturas incluso por encima de 550°C; de manera que los dos subsistemas (evaporador y sobrecalentador) se encuentren de manera separada en el receptor. Para el precalentamiento del agua que va a ser evaporada se incorpora un sistema de apoyo fósil (8).

30 En la figura 2, se puede observar un detalle de un receptor con dos cavidades en el que el sobrecalentamiento se realiza en dos etapas, mediante un sobrecalentador primario (6) y otro secundario (7) ambos colocados en una segunda cavidad (3). El vapor que proviene del evaporador (4), situado en una primera cavidad (3) en el que el agua alcanza su temperatura de saturación pasando a fase vapor, es sobrecalentado en el sobrecalentador hasta temperaturas del orden de 550°C. Situado entre ambos elementos (evaporador (4) y sobrecalentadores (6) y (7)) se contará con un calderín (5) cuya finalidad consistirá en separar el agua en fase líquida del vapor de agua que entrará en el sobrecalentador.

35 Esta instalación anteriormente descrita pretende un resultado más eficiente y menos costoso de las actuales tecnologías de concentración solar mejorando claramente la controlabilidad de la planta ante transitorios, la durabilidad y la estabilidad de ésta.

40 Su aplicación esta especialmente indicada en los campos de la producción de electricidad, calor de proceso, y combustibles solares, así como en los procesos termoquímicos.

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Planta de concentración solar, que utiliza como fluido caloportador agua/vapor, **caracterizada** por contar con dos subsistemas, uno de evaporación y otro de sobrecalentamiento, situados físicamente de forma independiente e incluyendo entre ambos un calderín a modo de conexión entre los dos subsistemas y por llevar acabo un control de estrategias de apunte del campo de helióstatos independiente para ambos subsistemas.

10 2. Planta de concentración solar de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizada** por encontrarse los dos subsistemas en dos cavidades separadas.

3. Planta de concentración solar según reivindicación 2 **caracterizada** por contener en la primera cavidad un evaporador y en la segunda cavidad uno o mas sobrecalentadotes.

15 4. Planta de concentración solar según reivindicación 1 **caracterizado** por encontrarse los dos subsistemas de evaporación y sobrecalentamiento en una única cavidad.

20 5. Planta de concentración solar según reivindicación 4 **caracterizada** por contener la cavidad un evaporador y uno o mas sobrecalentadotes.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

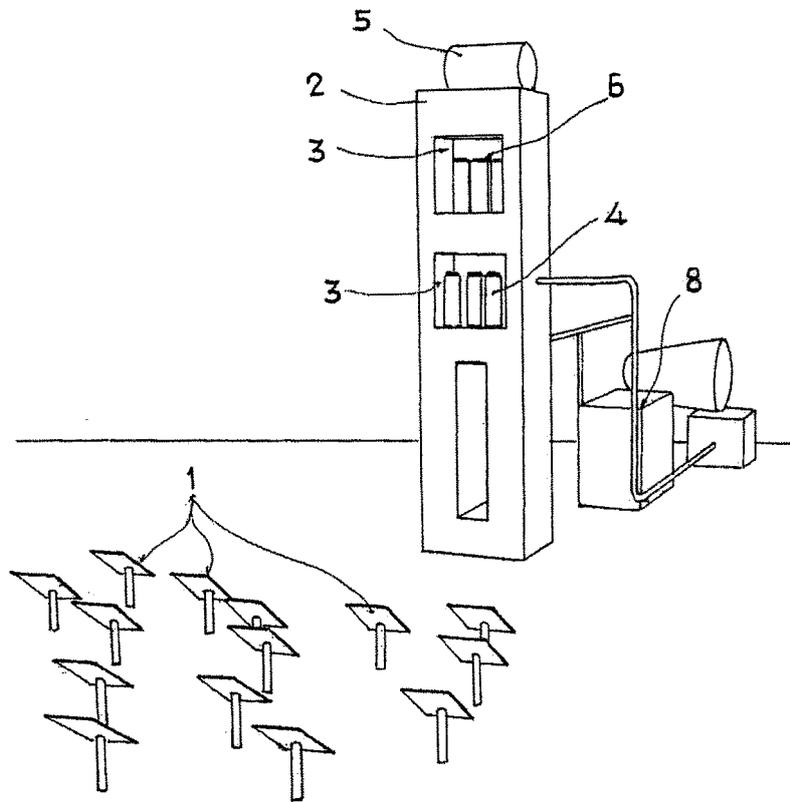


FIG. 1

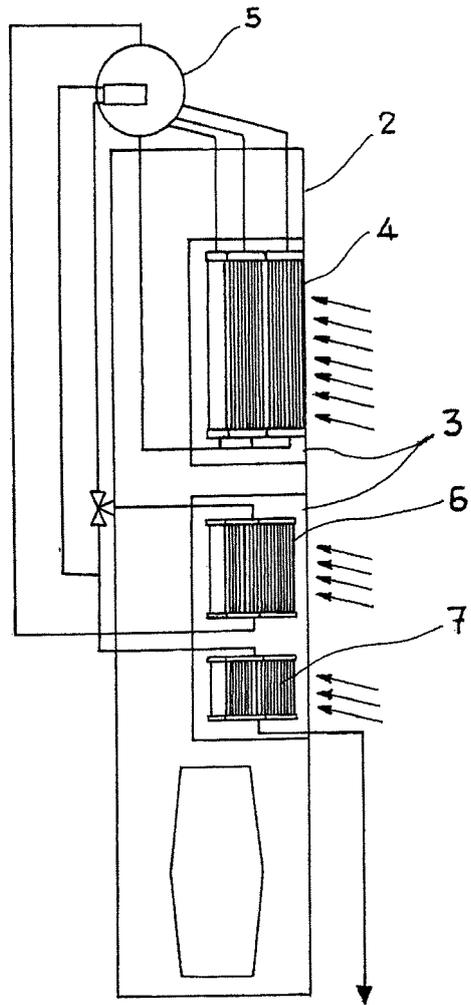


FIG. 2



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 312 275

② Nº de solicitud: 200701577

③ Fecha de presentación de la solicitud: 07.06.2007

④ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: **F03G 6/06** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	SU 1776936 A1 (ZAP V TEPLOTEKHNICHES KOGO NII) 23.11.1992, todo el documento.	1-5
Y	US 4320663 A (FRANCIA) 23.03.1982, todo el documento.	1-5
Y	FR 2539851 A1 (BAZAROV et alii) 27.07.1984, todo el documento.	1-5
A	WO 9631697 A1 (LARA CRUZ) 10.10.1996, todo el documento.	1-5
Y	WO 9511371 A1 (SEVILLANA DE ELECTRICIDAD SA) 27.04.1995, todo el documento.	1-5
Y	US 4117682 A (SMITH) 03.10.1978, todo el documento.	1-5

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

16.01.2009

Examinador

M. Fluvia Rodríguez

Página

1/1