



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 365 286**

21 Número de solicitud: 201000346

51 Int. Cl.:

**F24J 2/07** (2006.01)

**F03G 6/06** (2006.01)

**F22D 1/00** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación: **16.03.2010**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **28.09.2011**

Fecha de la concesión: **28.05.2012**

Fecha de modificación de las reivindicaciones:  
**23.03.2012**

45 Fecha de anuncio de la concesión: **07.06.2012**

45 Fecha de publicación del folleto de la patente:  
**07.06.2012**

73 Titular/es:  
**ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES, S.A.**  
**Avda. de la Buhaira, 2**  
**41018 Sevilla, ES**

72 Inventor/es: **Navío Gilaberte, Raúl;**  
**Méndez Marcos, José María;**  
**Domínguez Rodríguez, Javier y**  
**Serrano Gallar, Lucía**

74 Agente/Representante:  
**García-Cabrerizo y del Santo, Pedro María**

54 Título: **Economizador en planta solar de torre y método de funcionamiento de dicha planta.**

57 Resumen:

Economizador en planta solar de torre y método de funcionamiento de dicha planta cuya finalidad es aprovechar el calor proveniente de las pérdidas térmicas que se generan alrededor de los receptores solares de torre (3) para precalentar el fluido del que se alimentan los receptores solares de vapor saturado o sobrecalentado. Cuando el calor de las pérdidas que absorbe el economizador (2) no es suficiente para alcanzar la temperatura mínima necesaria se utiliza un economizador secundario (4) que toma vapor vivo (antes de entrar en la turbina) y aumenta la temperatura del agua de alimentación del receptor (3).

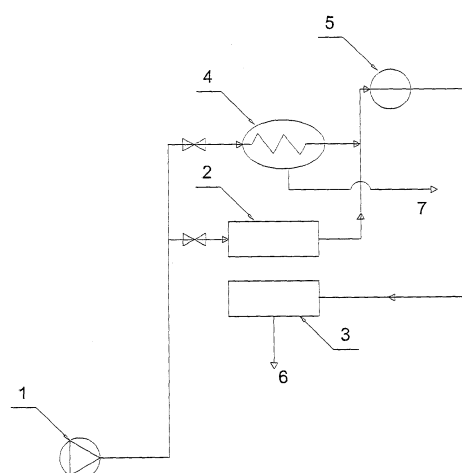


FIGURA 1

## DESCRIPCIÓN

Economizador en planta solar de torre y método de funcionamiento de dicha planta.

### Sector técnico de la invención

La presente invención se encuadra dentro de la tecnología referente a plantas solares termoeléctricas de receptor central para la producción de electricidad o calor de proceso.

Más concretamente se refiere a centrales de torre tanto de receptor solar de vapor saturado como de sobrecalentado.

### Antecedentes de la invención

Los Sistemas de Concentración Solar ("SCS") son usados para aumentar la temperatura de un fluido de trabajo concentrando sobre él la radiación solar y aprovechar esa energía calorífica, ya sea en procesos industriales como en procesos de generación de energía eléctrica.

Dentro de los SCS se encuentran los sistemas de receptor central de torre, donde la radiación solar es concentrada mediante el uso de helióstatos en un receptor ubicado en la parte superior de una torre y donde es transformada en energía térmica mediante la absorción de calor por parte del fluido de trabajo.

Una primera aproximación a la tecnología de receptor central de torre fue definida en la patente US3924604 de 1974; el receptor allí descrito, de tipo exterior y con tubos dispuestos alrededor del eje central de la torre, se ubica en la parte superior de la misma, que a su vez se localiza en el centro de un campo de helióstatos dispuestos de forma circular. Posteriormente, en 1983, se describió una nueva configuración para una planta de concentración solar de torre mediante la patente US4400946, donde se planteó la generación de vapor en un receptor dispuesto en un anillo de un sector circular de la circunferencia descrita por la torre; desde entonces, se han publicado otras patentes referidas a esta tecnología que buscan la optimización de los diferentes elementos y procesos del sistema, como lo son la US6911110 y la WO2008118980 publicadas en 2005 y 2008 respectivamente.

Uno de los factores más importantes a tener en cuenta a la hora de diseñar un receptor solar son las pérdidas térmicas. Las pérdidas térmicas en un receptor solar de concentración de torre se estiman en torno al 10%-20%, dependiendo del diseño. Estas pérdidas pueden ser de dos tipos, pérdidas térmicas por radiación y pérdidas térmicas por convección. Las pérdidas térmicas por radiación a su vez pueden ser pérdidas térmicas por reflexión del material y pérdidas térmicas por emisión del material.

Para aumentar la eficiencia de los sistemas de concentración solar, en el estado de la técnica se tiende a aplicar distintos desarrollos que sirvan para precalentar el agua que va a circular por el receptor.

El documento WO 2009/044622 A1 describe una forma de precalentar el agua haciéndola circular por unas tuberías expuestas a la radiación solar, antes de enviarla al receptor.

El documento WO 2008/154599 A1 también describe una forma de precalentar el agua haciéndola pasar por unos precalentadores eléctricos que elevan su temperatura antes de entrar en el circuito de la planta solar propiamente dicho.

Ambas soluciones son ejemplos que tratan de aumentar la eficiencia del sistema precalentando el

agua o fluido caloportador antes de que circule por el receptor solar, con el objetivo de lograr mayor temperatura a la salida del receptor y, en consecuencia, rendimientos más altos en la turbina y por tanto mayor eficiencia del sistema.

Pero ambos desarrollos utilizan energía nueva para precalentar esta agua. En el primer documento el agua se precalienta con rayos solares lo que implica que se requiera una gran superficie del suelo para tenerla ocupada con estas tuberías, además de requerir que el receptor no esté elevado. En el segundo caso el agua se precalienta con una resistencia eléctrica, es decir, parte de la energía que la planta produce se emplea en precalentar el agua, lo que supone una penalización en la eficiencia de la planta debido a estos autoconsumos eléctricos.

Por todo ello, la presente invención tiene como objetivo proporcionar un sistema de precalentamiento del agua antes de entrar en el receptor, pero que se diferencia del estado de la técnica conocido porque utiliza como energía de precalentamiento las pérdidas térmicas del propio receptor, aumentando considerablemente la eficiencia de la planta.

### Descripción de la invención

La siguiente invención consiste en un sistema de receptor solar de torre en el que se trata de recuperar el calor de las pérdidas mediante la disposición de un economizador en la parte superior de un receptor.

Para aumentar la eficiencia de un receptor en torre, ya sea de vapor saturado o de vapor sobrecalentado, se ha diseñado un sistema economizador. Este economizador recoge el calor procedente de las pérdidas térmicas del receptor, tanto las pérdidas por convección, por reflexión, así como por las pérdidas por radiación debido a la emisividad del material del que esté fabricado el receptor.

El economizador consiste en un intercambiador de calor por donde circula un fluido (preferentemente agua) cuya finalidad es el precalentamiento de dicho fluido.

El economizador se sitúa en la parte superior del receptor de manera que aprovecha el calor desprendido por éste, a causa de las pérdidas térmicas generadas. Gracias a esa energía térmica, en el economizador se precalienta dicho fluido hasta alcanzar la temperatura necesaria. En el caso de tratarse de agua, esta temperatura es la necesaria para entrar en el calderín. El agua que se encuentra en el calderín pasa directamente al receptor de vapor saturado. El vapor que sale del receptor de vapor saturado se puede dirigir directamente a la turbina o primero al receptor de vapor sobrecalentado, en el caso de que exista y después a la turbina.

De la misma forma que existe un economizador que aprovecha la energía térmica de pérdidas del receptor de vapor saturado, se puede instalar otro en el receptor de vapor sobrecalentado, si existiese, también con el mismo fin, es decir, el precalentamiento del agua antes de la entrada en el calderín.

De esta forma, se consigue aumentar la eficiencia del ciclo en un 8-16% dependiendo de las pérdidas térmicas y de la geometría del receptor, independientemente de que se trate de un receptor de vapor saturado o sobrecalentado.

Este porcentaje de recuperación corresponde a un economizador de alta presión. Un economizador de alta presión es aquel que trabaja a presiones superiores a 90 bares, sustituyendo así el economizador a los

calentadores de alta presión existentes en las plantas tradicionales.

En el caso de que el calor de las pérdidas no sea suficiente para aumentar la temperatura del fluido (preferentemente agua) hasta la temperatura necesaria, se puede instalar un economizador secundario.

El economizador secundario consiste en un calentador de alta presión instalado también en lo alto de la torre. En él se toma vapor vivo, es decir, se extrae parte del vapor antes de que entre en la turbina y se utiliza este vapor para aumentar la temperatura del fluido de alimentación del receptor en un intercambiador de calor. El drenaje de este economizador secundario se llevará directamente al calderín haciendo uso de una pequeña bomba o al desaireador con una tubería desde lo alto de la torre hacia el mismo.

Con este diseño de torre solar, con equipos economizadores basados en la utilización del calor de las pérdidas térmicas, se logra aumentar la eficiencia del sistema drásticamente por dos razones fundamentales: se precalienta el fluido que entra en el receptor y se aprovecha el calor de las pérdidas térmicas.

#### Descripción de los dibujos

Para completar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de la invención, se acompaña un juego de dibujos donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1: Sistema de circulación del vapor en el que se incluye el economizador.

Figura 2: Economizador en forma de plano situado sobre el receptor.

Figura 3: Economizador en forma de haz situado sobre el receptor.

Las referencias que aparecen en las figuras representan los siguientes elementos:

- (1) Bombas de alimentación.
- (2) Economizador.
- (3) Receptor.
- (4) Economizador secundario.
- (5) Calderín.
- (6) Salida de vapor a turbina o a receptor de vapor sobrecalentado.
- (7) Salida al desaireador.
- (8) Paredes del receptor.
- (9) Rayo solar.

#### Realización preferente de la invención

Para lograr una mayor comprensión de la invención a continuación se va a describir el economizador solar en receptores solares de torre, según una realización preferente, en la que el fluido que circula por el receptor es agua.

En primer lugar y según se observa en la figura 1, el circuito comprende unas bombas de alimentación (1) las cuales se encargan de proveer el agua al receptor (3), después de su precalentamiento. A la salida de las bombas de agua de alimentación (1), el agua sub-

enfriada (a unos 110°C) es elevada a la parte alta de la torre. Dicha agua se hace circular por el economizador (2).

En el economizador (2) (que en una realización preferente se sitúa en el techo del receptor (3)) el agua a 110°C se calienta gracias a la energía de pérdidas del receptor (3).

El agua que sale del economizador (2) se envía directamente al calderín (5).

La salida del calderín (5) está unida a la entrada del receptor saturado (3), de manera que el agua que ahora entra al receptor (3) ya está a temperatura elevada.

El vapor saturado (6) que sale del receptor de vapor saturado (3) es llevado directamente a turbina si no se desea sobrecalentar o bien a un receptor de vapor sobrecalentado y a continuación a turbina.

Puede ocurrir que el calor de las pérdidas no sea suficiente para alcanzar la temperatura necesaria para entrar en el calderín (5), en ese caso, las bombas de agua de alimentación (1) llevarán una parte de dicha agua a un economizador secundario (4) que se encuentra situado en paralelo con el primer economizador (2).

Este economizador secundario (4) comprende un intercambiador o calentador de alta presión situado en lo alto de la torre. Por dicho intercambiador circula vapor vivo, es decir, vapor que se extrae de la turbina, y que se emplea para transmitir calor al agua de alimentación, aumentando su temperatura antes de entrar en el calderín (5).

El agua precalentada proveniente de cualquiera de los dos economizadores (2, 4) es llevada al calderín (5) y de ahí al receptor (3).

La geometría del economizador (2), tal y como se ve en la figura 2 y según una realización preferente, comprende un panel de tubos, con o sin aletas situado sobre el receptor (3) formando un plano. También puede configurarse en forma de un haz de tubos, tal y como se refleja en la figura 3. De manera que el calor que por causa de las pérdidas sube por la cavidad del receptor, va calentando el agua fría.

Este economizador (2) dispondrá de un recubrimiento especial de absortividad superior al 0.9 para recibir todo el calor que reciba y puede estar construido de acero.

Este sistema de economizador, como se ve en las figuras 2 y 3, se instala en la parte superior del receptor (3), de forma que el calor desprendido por las pérdidas térmicas, ya sean de radiación, convección o reflexión o bien por conducción del material que forma el receptor, sea captado por el economizador (2).

Se puede instalar un economizador tanto en receptores de vapor saturado como en receptores de vapor sobrecalentado, es decir, en una misma torre pueden existir tantos economizadores como receptores haya, sean del tipo que sean.

Aunque el sistema se ha concebido para su aplicación en receptores solares de torre no se descarta su extensión a otros campos de la industria que requieran características similares.

## REIVINDICACIONES

1. Economizador en planta solar de torre de los que están formados por un campo solar de heliostatos que reflejan y orientan la radiación solar hacia uno o varios receptores situados en lo alto de la torre produciéndose en esos receptores el calentamiento de un fluido, **caracterizado** porque dicho economizador (2) comprende una serie de tubos dispuestos en forma de plano o haz sobre el receptor (3) y por cuyo interior circula el agua con el que se alimenta al receptor (3), absorbiendo la energía calorífica desprendida por las pérdidas térmicas del receptor (3).

2. Economizador en planta solar de torre según reivindicación 1 **caracterizado** porque los tubos tienen aletas.

3. Economizador en planta solar de torre según reivindicación 1 **caracterizado** porque el economizador (2) dispone de un recubrimiento especial de absorptividad superior al 0.9 para recibir todo el calor que reciba.

4. Economizador en planta solar de torre según reivindicación 1 **caracterizado** porque se instala un economizador secundario (4) en paralelo con el primer economizador (2), instalado en lo alto de la torre, por el que circula vapor y transmite ese calor al agua de alimentación del receptor (3).

5. Economizador en planta solar de torre según reivindicación 4 **caracterizado** porque el economizador secundario (4) comprende un intercambiador o calentador de alta presión.

6. Economizador en planta solar de torre según reivindicación 4 **caracterizado** porque por el economizador secundario (4) circula vapor vivo (vapor que se extrae de la turbina).

7. Economizador en planta solar de torre según reivindicación 1 **caracterizado** porque entre el economizador (2) y el receptor (3) se coloca un calderín (5).

8. Economizador en planta solar de torre según reivindicaciones 1 y 4 **caracterizado** porque entre la

salida de ambos economizadores (2, 4) y el receptor (3) se coloca un calderín (5).

9. Método de funcionamiento de la planta solar con economizador como el descrito en las reivindicaciones anteriores que comprende las siguientes etapas:

- unas bombas de alimentación (1) elevan el agua subenfriado (a unos 110°C) a la parte alta de la torre donde circula por el economizador (2) precalentándose;
- el agua que sale del economizador (2) se envía al receptor (3), de manera que el agua que ahora entra al receptor (3) ya está a temperatura elevada;
- el vapor (6) que sale del receptor (3) es llevado directamente a la turbina, si se trata de un receptor de vapor sobrecalentado o si proviene de un receptor de vapor saturado y no se desea sobrecalentar.

10. Método de funcionamiento de la planta solar con economizador según reivindicación 9 **caracterizado** porque cuando el calor de las pérdidas que absorbe el economizador (2) no es suficiente para alcanzar la temperatura necesaria para entrar en el calderín (5), las bombas de alimentación (1) llevan una parte del agua al economizador secundario (4) aumentando la temperatura del agua de alimentación y el agua precalentado proveniente de cualquiera de los dos economizadores (2, 4) es llevado al receptor (3).

11. Método de funcionamiento de la planta solar con economizador según reivindicación 10 **caracterizado** porque el agua que sale del economizador (2) se envía a un calderín (5) cuya salida está unida a la entrada del receptor (3).

12. Método de funcionamiento de la planta solar con economizador según reivindicación 10 **caracterizado** porque el agua que sale del economizador secundario (4) se envía a un calderín (5) cuya salida está unida a la entrada del receptor (3).

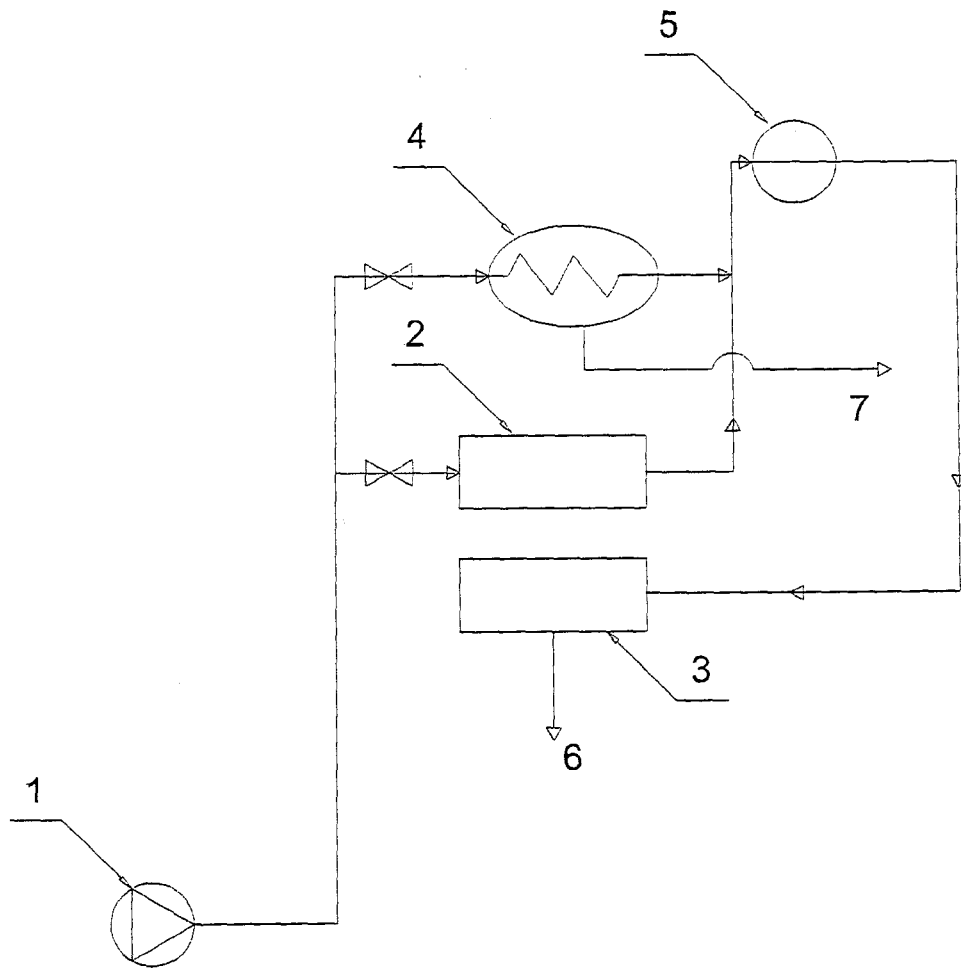


FIGURA 1

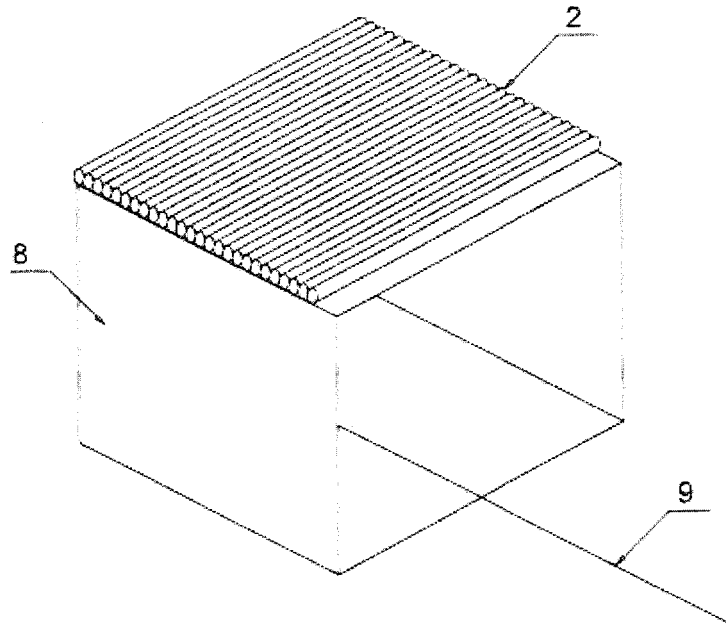


FIGURA 2

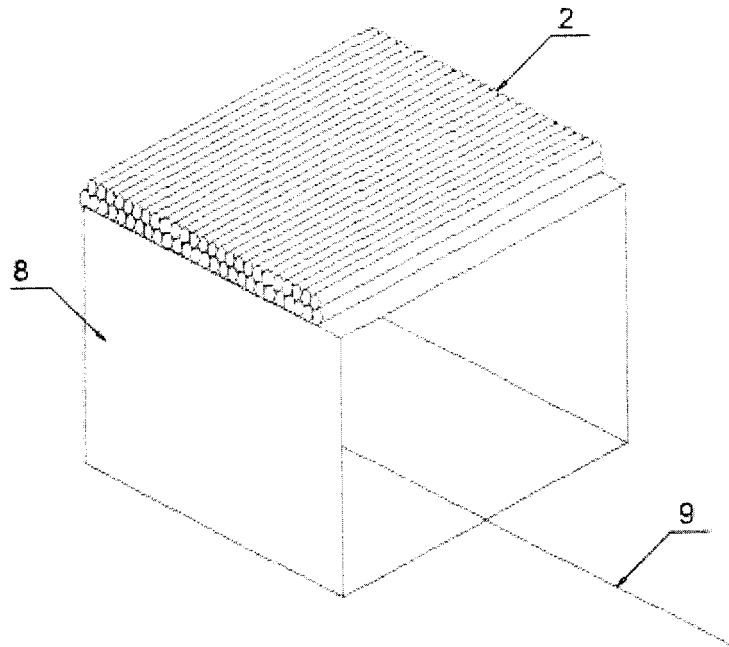


FIGURA 3



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201000346

②② Fecha de presentación de la solicitud: 16.03.2010

③② Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

### DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | Documentos citados  | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|---|----------------------------|
| X         | US 4164123 A (SMITH OTTO J M) 14.08.1979,<br>columna 3, línea 59 – columna 4, línea 2; columna 4, líneas 35-37; figura 4. | 1-18                       |
| A         | US 4512336 A (WIENER MURRAY) 23.04.1985,<br>columna 3, líneas 15-19; columna 7, líneas 44-56; figuras.                    | 1                          |
| A         | WO 2008153922 A1 (AUSRA INC et al.) 18.12.2008,<br>párrafo [86]; figura 8.  | 1                          |
| A         | EP 2000669 A2 (ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES) 10.12.2008,<br>columna 4, líneas 5-10; figuras.                            | 1                          |

#### 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  
31.08.2011

Examinador  
J. Merello Arvilla

Página  
1/4

## CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**F24J2/07** (2006.01)

**F03G6/06** (2006.01)

**F22D1/00** (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

F24J, F03G, F22D

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI



Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 31.08.2011

**Declaración****Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)**

Reivindicaciones 4-18

**SI**

Reivindicaciones 1-3

**NO****Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)**

Reivindicaciones

**SI**

Reivindicaciones 1-18

**NO**

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

| Documento | Número Publicación o Identificación | Fecha Publicación |
|-----------|-------------------------------------|-------------------|
| D01       | US 4164123 A (SMITH OTTO J M)       | 14.08.1979        |

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

El documento D01 se considera el más próximo en el estado de la técnica a la invención de acuerdo con las reivindicaciones de la solicitud de patente objeto de la presente Opinión Escrita. En adelante se utilizará la misma terminología usada en las reivindicaciones en estudio. Las referencias numéricas empleadas son relativas al documento D01. El documento D01 presenta un economizador (34) en planta solar de las que están formadas por un campo solar de helióstatos (11) que reflejan y orientan la radiación solar hacia uno o varios receptores situados en lo alto de la torre (13) produciéndose en esos receptores el calentamiento de un fluido y donde el economizador (34) absorbe la energía calorífica desprendida por las pérdidas térmicas de un receptor y la utiliza para precalentar el fluido que circula por su interior y que será con el que se alimenta al receptor. Por lo indicado el documento D01 divulga las características técnicas de la reivindicación 1 de la solicitud de patente objeto de estudio por lo que dicha reivindicación, por encontrarse recogida en el estado de la técnica, no presenta novedad (Ley 11/1986, Art. 6.1.) y por no presentar novedad tampoco presenta actividad inventiva (Ley 11/1986, Art. 8.1.).

A su vez, según se aprecia en la figura 4 del documento D01, el economizador (34) está formado por tubos y se sitúa sobre el receptor de manera que el calor, que por causa de las pérdidas sube por la cavidad del receptor, calienta el economizador (34) y en consecuencia el fluido que circula por su interior. Por lo indicado el documento D01 divulga las características técnicas de las reivindicaciones 2 y 3 de la solicitud de patente objeto de estudio por lo que dichas reivindicaciones, por encontrarse recogidas en el estado de la técnica, no presentan novedad (Ley 11/1986, Art. 6.1.) y por no presentar novedad tampoco presentan actividad inventiva (Ley 11/1986, Art. 8.1.).

Las reivindicaciones 4 a 13 no se encuentran divulgadas (véase también D01, columna 4, líneas 35-37) en el documento D01 y por tanto cuentan con novedad (Ley 11/1986, Art. 6.1.) pero no poseen característica técnica alguna que en combinación con las características técnicas de las reivindicaciones de las que dependen haga pensar en la existencia de actividad inventiva (Ley 11/1986, Art. 8.1.).

El documento D01 no trata explícitamente el método de funcionamiento de la planta de concentración solar con el economizador (34) pero un experto en la materia, sin mediar actividad inventiva, podría describir dicho funcionamiento en los mismos términos expuestos en la reivindicación 14. Por tanto, a la luz del estado de la técnica indicado, la reivindicación 14 de la solicitud de patente, por no encontrarse recogida en el estado de la técnica, tiene novedad (Ley 11/1986, Art. 6.1.) pero, por resultar obvia para un experto en la materia, carece de actividad inventiva (Ley 11/1986, Art. 8.1.).

Las reivindicaciones 15 a 18 no se encuentran divulgadas (véase también D01, columna 4, líneas 35-37) en el documento D01 y por tanto cuentan con novedad (Ley 11/1986, Art. 6.1.) pero no poseen característica técnica alguna que en combinación con las características técnicas de las reivindicaciones de las que dependen haga pensar en la existencia de actividad inventiva (Ley 11/1986, Art. 8.1.).