

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 350 668**

21 Número de solicitud: 200901374

51 Int. Cl.:

F24J 2/07 (2006.01)

F22G 1/06 (2006.01)

F03G 6/06 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación: **05.06.2009**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **26.01.2011**

Fecha de la concesión: **02.11.2011**

45 Fecha de anuncio de la concesión: **15.11.2011**

45 Fecha de publicación del folleto de la patente:
15.11.2011

73 Titular/es:
ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES S.A.
AVDA DE LA BUHAIRA, 2
41018 SEVILLA, ES

72 Inventor/es:
Navío Gilaberte, Raúl;
Martínez Sanz, Noelia;
Barragán Jiménez, José;
Serrano Gallar, Lucía;
Llorente Folch, Paula y
Méndez Marcos, José María

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

54 Título: **RECEPTOR SOLAR DE VAPOR SOBREALENTADO.**

57 Resumen:

Receptor solar de torre de vapor sobreaquecido con configuración definida que favorece la transferencia de calor entre la superficie del componente y el fluido de trabajo. Compuesto por al menos cuatro subpaneles que definen un circuito de circulación para el vapor mediante pasos internos. El componente es alimentado con vapor saturado para cuya producción se puede usar otra tecnología de concentración solar. La configuración propuesta minimiza los riesgos tecnológicos de la tecnología de receptores de vapor sobreaquecido en los que se presentan inconvenientes en la estructura del material por los ciclos térmicos a los que está sometido el componente solar.

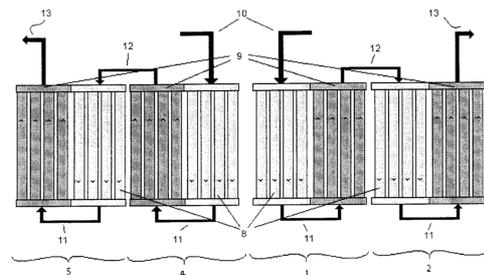


FIGURA 3

ES 2 350 668 B1

DESCRIPCIÓN

Receptor solar de vapor sobrecalentado.

5 Sector técnico de la invención

Esta invención pertenece al campo de tecnologías solares de concentración para la producción de vapor sobrecalentado, más específicamente a tecnología de receptor central de torre con campo de helióstatos para aplicación en generación de electricidad.

10

Antecedentes de la invención

Dentro de las tecnologías solares de concentración, se encuentran los sistemas de receptor central de torre en los que la radiación solar directa es reflejada por un campo de helióstatos hacia un receptor. El receptor es el componente donde se concentra toda la radiación solar y a través del cual se transfiere la energía a un fluido de trabajo que puede alcanzar una temperatura de hasta 1000°C; esta energía es usada posteriormente para la generación de electricidad.

15

En la actualidad, se cuenta con diferentes tipos de receptores en los que puede variar el fluido de trabajo, la forma en la que se transfiere la energía a éste último y la configuración del receptor. Así, hay receptores de tubos, volumétricos, de intercambio directo o indirecto de energía, de vapor saturado y de vapor sobrecalentado, entre otros.

20

Los receptores de concentración solar de torre pueden ser exteriores o disponerse en una cavidad ubicada en la parte superior de la estructura con el fin de disminuir las pérdidas térmicas. La configuración debe permitir que la potencia incidente supere en magnitud las pérdidas que se presentan por radiación y convección. En los receptores de vapor sobrecalentado, la temperatura alcanzada en la superficie es mayor que en los receptores agua/vapor, razón por la cual las pérdidas por radiación también son mayores, sin embargo, tienen la ventaja de aumentar la eficiencia del ciclo termodinámico, con lo que esas pérdidas quedan compensadas.

25

De esta forma, la ventaja principal de los receptores de vapor sobrecalentado radica en que al trabajar con un fluido de mayor nivel energético, incrementan el rendimiento de la turbina y la eficiencia del ciclo termodinámico, por lo que los costes de producción de electricidad disminuyen. Se estima que la eficiencia del ciclo puede aumentar un 10%, y que el nivel de producción de energía eléctrica se podría elevar un 20%.

30

La idea del uso de receptores de vapor sobrecalentado en sistemas de concentración solar de torre fue implementada en los proyectos de Cesa-1 y Solar One en los años 80. El proyecto Cesa-1, ubicado en la Plataforma Solar de Almería, contaba con un receptor de cavidad conformado por un evaporador y dos haces sobrecalentadores superpuestos al evaporador. El receptor de Solar One era de configuración cilíndrica abierta, más fácil de construir que el de Cesa-1 pero con mayores pérdidas térmicas.

35

En ambos proyectos se presentaron inconvenientes técnicos al operar las plantas, relacionados principalmente con la resistencia de los materiales y con el control del sistema ante estados transitorios. En Solar One, aparecieron grietas en la parte superior de los subpaneles del receptor, causadas por la diferencia de temperatura entre un panel y otro, lo que ocasionó fugas del fluido de trabajo; la solución planteada, fue la disminución del gradiente de temperatura entre paneles con algunas modificaciones estructurales. En Cesa-1, los problemas experimentados fueron causados por la inercia térmica del sistema que causaban inundaciones en los colectores del sobrecalentador.

40

45

Según lo expuesto anteriormente, los receptores de vapor sobrecalentado pueden presentar daños en su estructura debido a las altas temperaturas de operación, a la distribución del flujo incidente (no uniforme) y a las tensiones térmicas a las que está sometido el material. Los ciclos térmicos, son generados por la exposición de la superficie al ambiente, a la radiación reflejada por los helióstatos (con la que se alcanzan temperaturas cercanas a 600°C), y al gradiente de temperatura del fluido de trabajo entre la entrada y la salida del componente (se alimenta vapor entre 250-310°C y sale a 540°C).

50

Los mencionados inconvenientes de los receptores de vapor sobrecalentado, pueden reducirse eliminando la coexistencia de fases líquido-vapor en el interior de los tubos y mediante una configuración adecuada de los elementos que conforman el componente solar. Es aquí donde radica la importancia del diseño y configuración del receptor, a través de la que se pueda operar correctamente, con la que se facilite el control del sistema y se garantice la integridad de la estructura y su durabilidad.

55

60 Descripción de la invención

Esta invención propone el diseño de un receptor central de torre de vapor sobrecalentado, con una configuración definida que facilita el funcionamiento del componente y el control de su operación en plantas solares.

65

La principal ventaja del diseño objeto de esta invención, es que su implementación permite aumentar la vida útil del receptor, puesto que el fluido de trabajo se hace circular por un circuito definido a través de los subpaneles que conforman el receptor, por el que se logra disminuir la diferencia de temperaturas entre paneles adyacentes y las tensiones térmicas experimentadas por el material causantes de daños en la estructura, como fracturas y agrietamientos.

Este receptor, de tipo cavidad, es alimentado por una corriente de vapor saturado, que es sobrecalentado a medida que avanza en su recorrido por acción de la radiación solar reflejada por los helióstatos y concentrada en el receptor. El vapor saturado de alimentación puede provenir de cualquier otra fuente, incluso de aquellas que utilizan tecnologías de concentración solar para su producción, por lo que el diseño del receptor propuesto puede usarse en combinación con otro tipo de plantas solares. Así mismo, este receptor permite plantear la posibilidad de implementar un sistema de almacenamiento de energía en forma de agua-vapor o almacenamiento en sales.

La configuración propuesta de receptor, está formada por una serie de subpaneles en los que se concentra la radiación solar. Los subpaneles se encuentran adyacentes unos de otros con una disposición geométrica semicilíndrica, de manera que gracias a ésta configuración se consigue recoger toda la energía solar proveniente del campo de helióstatos.

Cada subpanel está compuesto por un haz de tubos verticales por cuyo interior circula el fluido de trabajo que es alimentado por la parte superior de los subpaneles centrales del receptor y desde ahí va circulando hacia los subpaneles adyacentes.

Así mismo, cada subpanel está compuesto por al menos dos pasos, entendiendo como pasos aquella zona del subpanel constituida por un conjunto de tubos en los que la circulación del vapor se produce en el mismo sentido (de arriba abajo o al revés), siendo la corriente saliente del último paso de cada subpanel la que alimenta el subpanel adyacente.

Las ventajas que proporciona el uso de pasos en cada subpanel son que favorece la transferencia de calor entre la superficie del receptor y el fluido y además, permite aumentar el caudal del fluido que circula por el receptor.

Esta configuración hace que los gradientes en la superficie del receptor sean mínimos, gracias a que se consigue la refrigeración de las zonas de máximo flujo de potencia irradiante incidente iniciando el paso del vapor a menor temperatura por las zonas centrales del receptor, por tanto el recorrido del vapor se ha definido en relación a la distribución del flujo incidente.

El receptor descrito, hace posible el aumento de la eficiencia del ciclo termodinámico, superior a la obtenida con receptores de vapor saturado gracias a que al usar vapor sobrecalentado como fluido de trabajo se aumenta el rendimiento de la turbina. La configuración propuesta minimiza los riesgos tecnológicos que se presentan en otros receptores de igual aplicación, en los que los ciclos térmicos que debe soportar el material son más fuertes y por tanto tienen un mayor impacto en el material.

Este dispositivo permite entonces solventar los inconvenientes que presenta la tecnología de receptores de vapor sobrecalentado y proporciona ventajas por su utilización, tales como la disminución del riesgo de daños en la estructura y el material del receptor, aumento de la eficiencia del ciclo termodinámico, facilidad de control del sistema y reducción de costes de mantenimiento y de generación de electricidad.

Descripción de los dibujos

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

Figura 1. Geometría de un receptor de vapor sobrecalentado de 6 subpaneles.

Figura 2. Geometría de un receptor de vapor sobrecalentado de 4 subpaneles.

Figura 3. Configuración posible de subpaneles del receptor central de torre propuesto, para la producción de vapor sobrecalentado. Recorrido del vapor.

A continuación se proporciona un listado con las referencias utilizadas en las figuras:

- (1) Subpanel 1 oriental
- (2) Subpanel 2 oriental
- (3) Subpanel 3 oriental
- (4) Subpanel 1 occidental
- (5) Subpanel 2 occidental
- (6) Subpanel 3 occidental
- (7) Punto de enfoque de los helióstatos

(8) Paso 1 del subpanel

(9) Paso 2 del subpanel

5 (10) Corriente de alimentación de vapor saturado al receptor, que se realiza por los subpaneles centrales

(11) Corriente de vapor entrante del paso 1 al paso 2

(12) Corriente de vapor que alimenta el paso 1 del subpanel contiguo

10

(13) Corriente de vapor sobrecalentado que sale del receptor

Realización preferente de la invención

15

Para lograr una mayor comprensión de la invención a continuación se va a describir el sistema y funcionamiento del receptor de central de torre solar de vapor sobrecalentado.

20

Como se observa en las figuras 1 y 2, el receptor de vapor sobrecalentado está formado por una serie de subpaneles, seis en el caso de la figura 1 (1,2, 3, 4, 5, 6) y cuatro en el caso de la figura 2 (1,2, 4, 5) en los que se concentra la radiación solar. Los subpaneles (1, 2, 3, 4, 5, 6) se encuentran adyacentes unos de otros con una disposición geométrica semicilíndrica, de manera que gracias a ésta configuración se consigue recoger toda la energía solar proveniente del campo de helióstatos que reflejan la radiación solar y la orientan hacia el punto de enfoque (7).

25

La configuración de un receptor de cuatro subpaneles como el mostrado en la figura 2 se puede observar en la figura 3, donde también se muestra el circuito del fluido de trabajo a través de cuatro subpaneles (1, 2, 4, 5) del receptor de vapor sobrecalentado.

30

Cada subpanel (1, 2, 4, 5) está compuesto por un haz de tubos verticales agrupados en al menos dos pasos o zonas, el paso 1 (8) y el paso 2 (9).

35

El fluido de trabajo se hace circular por un circuito definido a través de los subpaneles (1, 2, 4, 5) que conforman el receptor. El vapor saturado de alimentación puede provenir de cualquier otra fuente y se introduce en el receptor por una vía de alimentación (10) situada en la parte superior de los subpaneles centrales (1, 4). Este vapor saturado es sobrecalentado a medida que avanza en su recorrido por acción de la radiación solar reflejada por los helióstatos y concentrada en el receptor. El vapor recorre el paso 1 (8) del primer subpanel (1,4) y se hace circular (11) hacia el paso 2 (9). Una vez que sale del primer subpanel se introduce (12) en el subpanel adyacente (2, 5) y recorre de la misma forma los pasos 1 (8) y 2 (9) de este segundo subpanel. Una vez que ha terminado de recorrer todos los subpaneles que conforman el receptor, sale como vapor sobrecalentado (13).

40

Este receptor permite plantear la posibilidad de implementar un sistema de almacenamiento de energía en forma de agua-vapor o almacenamiento en sales.

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Receptor solar de vapor sobrecalentado de tipo torre **caracterizado** por ser alimentado con vapor saturado y estar constituido por una serie de subpaneles conectados en serie a través de los que circula el vapor, comprendiendo cada uno de ellos al menos dos pasos o zonas del subpanel constituidas por un conjunto de tubos verticales en los que la circulación del vapor se produce en el mismo sentido. Los subpaneles se encuentran adyacentes unos de otros con una disposición geométrica semicilíndrica orientada hacia el lugar de apunte de los helióstatos. La alimentación de corriente de vapor saturado se realiza por la parte alta de los subpaneles centrales que conforman el receptor y va
10 circulando a través de los dos pasos del primer subpanel y siguientes, hasta que sale como vapor sobrecalentado.

15 2. Receptor solar de vapor sobrecalentado de tipo torre según reivindicación 1 **caracterizado** porque funciona en combinación con otro tipo de tecnología de concentración solar para la producción del vapor saturado que alimenta el receptor.

3. Receptor solar de vapor sobrecalentado de tipo torre según reivindicación 1 **caracterizado** porque cuenta con un sistema de almacenamiento de energía en forma de agua-vapor o almacenamiento en sales.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

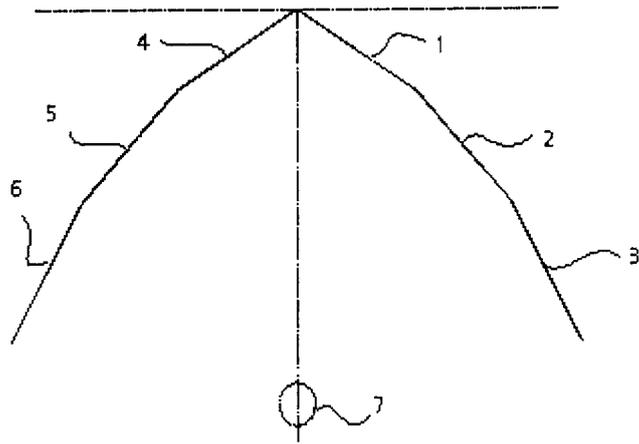


FIGURA 1

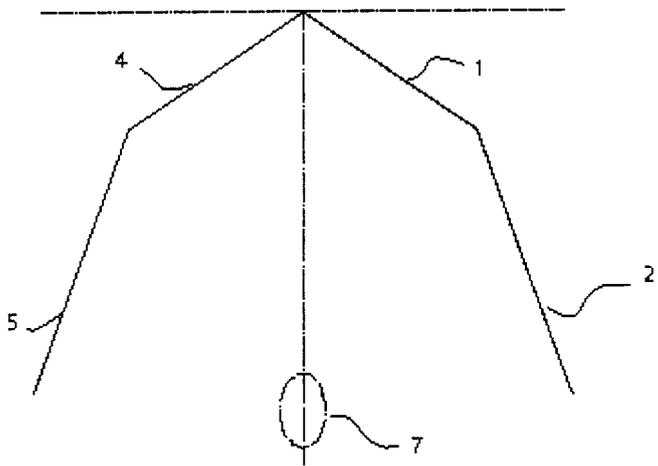


FIGURA 2

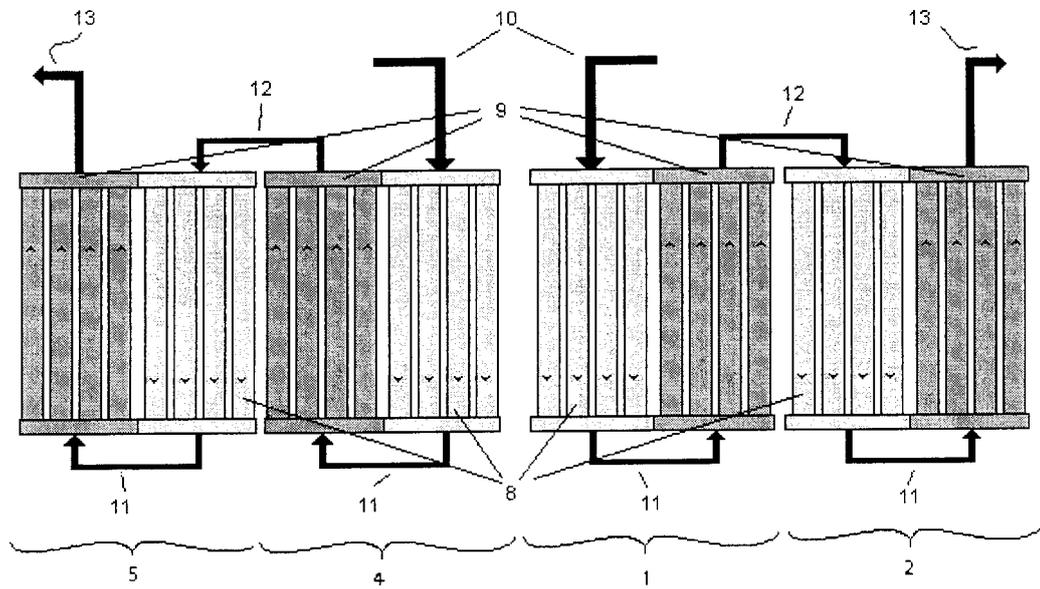


FIGURA 3



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud:200901374

②② Fecha de presentación de la solicitud: 05.06.2009

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X Y	ES 8506393 A1 (BABCOCK & WILCOX CO) 01.11.1985, todo el documento.	1 2,3
Y	US 2005126170 A1 (LITWIN ROBERT Z) 16.06.2005, párrafos [0020-0037]; figuras 3-6.	2,3
A	ES 483784 A1 (BABCOCK & WILCOX CO) 01.03.1980, página 4, línea 8 - página 7, línea 15; figuras 1-5.	1,3
A	US 2004086021 A1 (LITWIN ROBERT ZACHARY) 06.05.2004, párrafos [0003],[0015-0017]; figuras.	1,3
A	ES 8503114 A1 (BABCOCK & WILCOX CO) 01.05.1985, página 7, línea 21 – página 12, línea 18; figuras 1-3,7.	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
29.12.2010

Examinador
A. Hoces Díez

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

F24J2/07 (01.01.2006)

F22G1/06 (01.01.2006)

F03G6/06 (01.01.2006)

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

F24J, F22G, F03G

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

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 29.12.2010

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-3	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-3	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	ES 8506393 A1 (BABCOCK & WILCOX CO)	01.11.1985
D02	US 2005126170 A1 (LITWIN ROBERT Z)	16.06.2005
D03	US 2004086021 A1 (LITWIN ROBERT ZACHARY)	06.05.2004

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 objeto de la invención es un receptor solar de vapor sobrecalentado de tipo torre alimentado con vapor saturado y constituido por una serie de subpaneles conectados en serie, a través de los que circula el vapor, que presentan cada uno de ellos al menos dos pasos o zonas del subpanel constituidas por un conjunto de tubos verticales en los que la circulación del vapor se produce en el mismo sentido; los subpaneles se encuentran adyacentes unos de otros con una disposición geométrica semicilíndrica orientada hacia el lugar de apunte de los helióstatos; la alimentación de corriente de vapor saturado se realiza por la parte alta de los subpaneles centrales que conforman el receptor y va circulando a través de los dos pasos del primer subpanel y siguientes, hasta que sale como vapor sobrecalentado.

El documento D01, que puede considerarse el estado de la técnica más cercano al objeto técnico de la reivindicación 1 y al que pertenecen las referencias numéricas que siguen, divulga un receptor solar de vapor sobrecalentado de tipo torre (14) alimentado con vapor saturado y constituido por una serie de subpaneles (S1, S2, S3) a través de los que circula el vapor, que presentan cada uno de ellos uno o más pasos o zonas del subpanel constituidas por un conjunto de tubos verticales (18) en los que la circulación del vapor se produce en el mismo sentido; los subpaneles se encuentran adyacentes unos de otros con una disposición geométrica semicilíndrica orientada hacia el lugar de apunte de los helióstatos y la alimentación de corriente de vapor saturado se realiza por la parte baja de los subpaneles centrales que conforman el receptor y va circulando a través de los pasos del primer subpanel y siguientes, hasta que sale como vapor sobrecalentado. También divulga que el número de pasos de los subpaneles puede ser mayor o menor (ver página 23, líneas 9-14). El hecho de que la alimentación del fluido caloportador se realice por la parte superior de los subpaneles se considera una opción de diseño ampliamente conocida en el estado de la técnica (ver documento citado D03). Por lo tanto, la reivindicación 1 carece de actividad inventiva en base a lo divulgado en el documento D01 (Art. 8.1 LP 11/1986).

Respecto a la reivindicación dependiente 2, el documento D02 (al que pertenecen las referencias numéricas que siguen) divulga una planta de concentración solar formada por un receptor solar de tipo torre (120) que funciona en combinación con un sistema de colectores solares (108) y que es usada para calentar diferentes tipos de fluidos caloportadores hasta una primera temperatura en el sistema de colectores solares (108) y, adicionalmente, hasta una segunda temperatura en el receptor solar (120).

Para un experto en la materia resultaría obvio incorporar el sistema de colectores solares descrito en el documento D02 al receptor solar tipo torre descrito en el documento D01, dando como resultado el objeto técnico recogido en la reivindicación 2 de la solicitud. Por lo tanto, la reivindicación 2 carece de actividad inventiva en base a lo divulgado en los documentos D01 y D02 (Art. 8.1 LP 11/1986).

En relación con la reivindicación dependiente 3, el documento D02 (al que pertenecen las referencias numéricas que siguen) divulga un receptor solar que cuenta con un sistema de almacenamiento de energía (150) del fluido caloportador, que en una realización preferente son sales fundidas. Por lo tanto, la reivindicación 3 carece de actividad inventiva en base a lo divulgado en los documentos D01 y D02 (Art. 8.1 LP 11/1986).