

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11) Número de publicación: **2 636 800**

21) Número de solicitud: 201730082

51) Int. Cl.:

**F24J 2/16** (2006.01)

**F03G 6/06** (2006.01)

**H02S 40/44** (2014.01)

**H01L 31/054** (2014.01)

12

## PATENTE DE INVENCION

B1

22) Fecha de presentación:

**24.01.2017**

43) Fecha de publicación de la solicitud:

**09.10.2017**

Fecha de la concesión:

**11.04.2018**

45) Fecha de publicación de la concesión:

**18.04.2018**

73) Titular/es:

**GHENOVA INGENIERIA S.L.U (100.0%)**  
**Carretera de la Esclusa s/n. Edificio Galia Puerto,**  
**2º planta**  
**41012 Sevilla (Sevilla) ES**

72) Inventor/es:

**CORONEL TORO, Antonio**

74) Agente/Representante:

**CASAS FEU, Cristina**

54) Título: **Planta de generación de energía por aprovechamiento de energía solar**

57) Resumen:

Central (1) de generación de energía por aprovechamiento de energía solar que comprende:

- un campo solar (2) que comprende placas fotovoltaicas (3) y sus elementos auxiliares de producción fotovoltaica,

- unos filtros (4) de reflexión selectiva de luz en función de su longitud de onda, dispuestos en algunas o todas las placas fotovoltaicas (3),

- al menos, una torre (5a) provista de un receptor termosolar (5b) central hacia el que se encuentran dirigidos los haces reflejados (101) por los filtros (4) de las placas fotovoltaicas (3), y

- al menos, un bloque de aprovechamiento de la energía térmica captada.

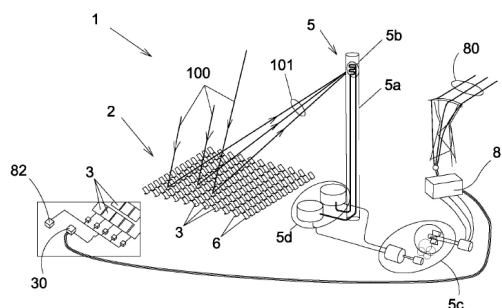


Fig 1

ES 2 636 800 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP 11/1986.

**PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA POR APROVECHAMIENTO DE  
ENERGÍA SOLAR**

**DESCRIPCIÓN**

5

**OBJETO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere a una planta de generación de energía por aprovechamiento de energía solar, que integra las dos principales tecnologías solares: 10 fovoltaica y termosolar de torre. Alternativamente se puede considerar la opción de usar el fluido caliente generado en el receptor de la torre para aplicaciones industriales que necesitan agua caliente o fluido sobrecalentado.

**SECTOR DE LA TÉCNICA**

15

El sector principal en el que se encuadra el proyecto es el de generación eléctrica mediante energías renovables.

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

20

Dentro de las principales tecnologías solares se pueden distinguir dos grandes bloques: concentración solar térmica y tecnología solar fovoltaica.

El principio de funcionamiento de ambas es completamente distinto, teniendo cada 25 una de ellas sus ventajas e inconvenientes.

La energía termosolar usa medios ópticos, normalmente espejos, para generar luz concentrada que se utiliza para calentar un fluido caloportador. Dicho fluido sobrecalentado se usa como entrada en un ciclo de turbina tradicional para calentar 30 otro fluido, que es el que entra en el citado ciclo.

Sin embargo, la energía solar fovoltaica se caracteriza por el uso de semiconductores, principalmente silicio policristalino, que generan electricidad directa tras incidir sobre ellos la radiación solar por efecto fotoeléctrico.

35

La energía termosolar tiene como gran ventaja que, debido a que utiliza fluidos, estos pueden almacenarse en tanques e introducirse en el ciclo de la turbina en el momento del día que más interese, o incluso durante la noche. Esto quiere decir que, la termosolar cuenta con la ventaja competitiva de que es una energía que puede  
5 almacenarse. Como gran inconveniente dicha energía es significativamente más compleja de manejar que la solar fotovoltaica y otras fuentes convencionales, siendo por ello más caro producir electricidad por este medio que por otras fuentes.

La energía solar fotovoltaica es, sin embargo, mucho más sencilla. Además,  
10 determinados gobiernos han dado un tremendo impulso financiero para la fabricación a gran escala. Todo ello redundando en que los costes son muy inferiores a los de la termosolar, y equiparable al de fuentes convencionales. La gran desventaja que presenta radica en que al ser una producción directa de electricidad es inviable su almacenamiento a no ser que se utilicen baterías, lo cual es tremendamente caro y  
15 necesitarían varios reemplazos para la vida útil de las plantas. Por ello la fotovoltaica no permite hacer almacenamiento a gran escala en plantas comerciales, lo que implica que la entrega de energía a la red no está sincronizada con la demanda real que pueda tener una eléctrica.

20 Dentro del área de sistemas termosolares, las dos tecnologías que actualmente dominan el mercado son la de cilindro parabólico y la de torre. En las de cilindro parabólico, un conducto o tubo con el fluido a calentar circula por el ámbito de uno o más espejos parabólicos que concentran la radiación solar en dicho conducto. En la tecnología de torre el campo solar concentra la radiación en un solo punto ubicado en  
25 la torre, donde se ubica el receptor donde circula el fluido caloportador

La tecnología de cilindro parabólico es la más madura y ha sido la dominante a lo largo del desarrollo histórico de la energía termosolar. Sin embargo recientemente las torres termosolares se están imponiendo, ya que presentan entre otras la ventaja de que la  
30 concentración de luz es más efectiva que en el cilindro parabólico, y por ello se pueden alcanzar mayores temperaturas e incrementar la eficiencia de los ciclos termodinámicos. Además la circulación de los fluidos caloportadores se limita a la zona central de la planta donde se sitúa la torre, mientras que en el cilindro parabólico, al ser un sistema lineal, los tubos se extienden absolutamente por toda la planta, lo cual  
35 aumenta enormemente su complejidad.

Por ello actualmente las torres termosolares tienen costes de generación inferiores a los del cilindro parabólico y son, sin lugar a dudas, la apuesta de futuro dentro de este tipo de tecnologías.

5

Relativo a la tecnología fotovoltaica, la tecnología claramente dominante es la de silicio mono o policristalino. Se trata de sistemas sencillos y con grandes economías de escala, por ello muy baratos, y que pueden competir en coste con fuentes de generación convencionales.

10

Se han reportado algunas aplicaciones de uso de filtros selectivos para aplicaciones solares. Destacar el sistema reportado por científicos del "Australian Center for Advanced Photovoltaics", que han desarrollado una torre puramente fotovoltaica con un filtro selectivo en lo alto de la torre, de forma que separa la luz redirigiéndola a dos tipos distintos de células fotovoltaicas situados alrededor de dicho filtro. Sin embargo este sistema no tiene receptor térmico y no almacenaría energía con la facilidad de la tecnología termosolar. Además la parte fotovoltaica no se basa en tecnología convencional y sí en células de concentración, mucho más caras; por su parte, el filtro solo ocupa una pequeña área en lo alto de la torre.

20

Otra aplicación de filtro selectivo de luz en aplicaciones solares se ha reportado en el proyecto PV Mirror. Dicho proyecto está desarrollando la deposición de una multi-capa (hasta 60 capas) sobre un film. Dicha multicapa deja pasar la radiación útil a la celda fotovoltaica y refleja el resto al tubo absorbedor del cilindro-parabólico. Dicho film es idóneo para ser utilizado en aplicaciones de cilindro parabólico, pero presenta inconvenientes en sistemas de torre central, como por ejemplo:

25

-El cilindro-parabólico se basa en concentración lineal de luz mientras que la torre concentra bidimensionalmente la luz de un campo de heliostatos en el plano receptor. Ello hace que la concentración en una torre sea muy superior que la de un cilindro parabólico y permita, aun quitándole radiación efectiva al receptor por la inclusión del filtro, alcanzar temperaturas lo suficientemente altas para tener ciclos termodinámicos eficientes.

30

-El cilindro parabólico se basa en espejos o facetas curvas, lo que implica la necesidad de curvar la estructura cristalina de las células de silicio para tener una continuidad óptica filtro-célula, y por cuestiones de fiabilidad y rendimiento no es aconsejable

35

realizar estas operaciones sobre este tipo de estructuras ya que se puede inducir fácilmente a roturas.

-Su aplicación en cilindro-parabólico no puede hacerse directamente sobre elementos comerciales

5 -Al ser los cilindros parabólicos superficies altamente curvadas, el área de captación útil de radiación es mucho menor que el área de espejos que ha de instalarse. En concreto esta relación sería el diámetro de la parábola dividido entre el perímetro de la semiparábola. Ello hace que para captar la misma luz haya que poner mayor cantidad de superficie de filtro, repercutiendo en el coste de la instalación.

10 -Las centrales termo-solares de torre son más simples y tienen menores costes que las de cilindro-parabólicos. Ello se debe en gran parte a que todo el ciclo termodinámico y circulación de fluidos se circunscribe a donde se encuentra la torre. Sin embargo, en caso del cilindro-parabólico, los fluidos tienen que realizar largos recorridos por toda la extensión del campo solar, lo cual aumenta la complejidad de la  
15 instalación y el coste de la misma.

### **EXPLICACIÓN DE LA INVENCION**

La planta de generación de energía por aprovechamiento de energía solar de la  
20 invención supone una nueva tipología de planta solar, que soluciona los inconvenientes descritos.

De acuerdo con la invención, la planta comprende un campo solar formado por módulos fotovoltaicos (PV) que, por un lado, absorben parte de la luz solar  
25 inyectándola en la red del mismo modo que una central fotovoltaica PV convencional mientras que, por el otro, reflejan los rayos infrarrojos y otros fuera del espectro visible a una central termosolar de receptor central (CSP), que permite el almacenamiento de energía mediante el calentamiento de fluidos. Esto se consigue a través de la inserción en los módulos fotovoltaicos de filtros selectivos de luz, que realizan una separación  
30 espectral de la radiación solar, lo cual puede hacerse a muy bajo coste utilizando técnicas de deposición de óxidos transparentes de alto/bajo índice de refracción ( ej. sputtering o dip-coating).

Se trata, por tanto, de un nuevo concepto de planta PV - CSP, cuyo núcleo tecnológico  
35 conceptual reside en la hibridación de un campo solar fotovoltaico y una central

termosolar de torre.

A continuación se listan los principales elementos que componen nuestro sistema:

- 5       • Campo solar: con placas fotovoltaicas con unos filtros integrados de reflexión selectiva de luz en función de su longitud de onda, y montadas idealmente en seguidores solares (o heliostatos), y provistas de sus elementos auxiliares de producción fotovoltaica,
- al menos, una torre provista de un receptor termosolar central.
- 10       • Bloque de aprovechamiento
- Medios de almacenamiento

A continuación se va a realizar una breve descripción de todo el sistema incluyendo campo solar, torre, receptor central y bloque de potencia. No obstante se centrarán el  
15 texto en la parte relativa al campo solar y la integración de filtro selectivo debido a que los otros componentes serían estándares.

#### Campo solar

20 El campo solar es, sin lugar a dudas, la parte que más impacta el coste de una central termosolar de torre y la que va a sufrir modificaciones con respecto a tecnología de torre convencional en presente proyecto.

Los receptores utilizados en la tecnología de torre requieren valores altos de  
25 concentración de radiación solar, por ello se recurre al uso de multitud de espejos, dispuestos en seguidores solares o heliostatos, que gracias a la acción de un servomecanismo pueden seguir el movimiento del sol y se usan para reflejar la radiación solar directa incidente en un foco común.

30 Cada helióstato de una planta de receptor central tiene unos 140m<sup>2</sup> de superficie reflectante, formada generalmente por varios espejos ligeramente cóncavos instalados sobre un pilar en común para reducir costes. La gran novedad que se introduce dentro de la invención es la sustitución de los espejos por módulos fotovoltaicos con el filtro integrado. Dicho filtro se encargará de transmitir la parte del espectro solar en que la  
35 célula es muy eficiente y reflejará el resto al receptor situado en la torre.

Un heliostato está compuesto principalmente de un poste central cimentado al terreno, dos tubos helicoidales o brazos (uno a cada lado) que dota de rigidez al sistema y resistencia a torsión; y una serie de cerchas que sirven de anclaje para los espejos en sistemas convencionales o para las placas fotovoltaicas en este caso. Igualmente se  
5 instala un mecanismo, normalmente hidráulico, en la unión de los dos brazos con el pedestal para dotar a todo el sistema de la capacidad de seguir el sol con precisión, en azimut como normalmente también en inclinación (dos ejes de seguimiento).

10 El módulo o placa fotovoltaica sería un producto comercial de los múltiples fabricantes que actualmente existen, de forma que se laminaría en ellas los filtros selectivos de luz solar.

Las configuraciones principales del campo de heliostatos se reducen a dos  
15 posibilidades: campo norte/sur y campo circular. Según la latitud del emplazamiento y el tamaño de la central, se elegirá una u otra configuración. En general, cuanto más lejos se encuentra la central del ecuador, mayor es la eficiencia de un campo norte/sur respecto a uno circular. Sin embargo, el campo norte/sur requiere de torres más altas –lo que implica mayores costes- que el campo circular para una misma potencia  
20 térmica en el receptor. Así pues, para centrales de gran tamaño será conveniente un campo circular en detrimento de un campo norte/sur.

#### Filtro dicroicos

25 Para lograr un tratamiento diferenciado de la luz solar según la longitud de onda, de manera que una fracción del espectro sea reflejada selectivamente, mientras que la otra sea transmitida a través del dispositivo, se pueden aplicar diferentes tipos de dispositivos ópticos. Seguramente la opción con más viabilidad técnica y mejores posibilidades de escalado industrial es la constituida por un filtro dicroico: un  
30 dispositivo óptico utilizado para reflejar o transmitir la luz selectivamente según su longitud de onda. La longitud de onda de corte se elige a voluntad en función de las necesidades características de los dispositivos (captadores solares fotovoltaicos, térmicos u otros) a los que se redirija la luz.

35 De forma genérica, un espejo dicroico consiste en un apilamiento de capas de dos

materiales transparentes de distinto índice de refracción. El conjunto capa bajo índice/capa alto índice puede tener una secuencia periódica o no, dependiendo de las características de los espectros de reflexión y transmisión deseados.

5 El control de la luz transmitida/reflejada depende de diversos factores:

- Índice de refracción de las componentes individuales.
- Espesor de las capas y número de capas apiladas.
- Angulo de incidencia de la luz.

10

Los espejos dicróicos suelen fabricarse por técnicas de sputtering si bien en nuestro caso se pueden preparar mediante una técnica basada en precursores obtenidos mediante el método sol-gel, que específicamente se trata de recubrimiento por inmersión (dip coating), con una clara aplicación industrial. Esta técnica permite la

15 fabricación de espejos en sustratos de gran tamaño, por lo que se consideran idóneas para sustituir las técnicas basadas en “sputtering” u otras deposiciones físicas en fase vapor empleadas para obtener filtros dicróicos de pequeño tamaño, cuyo costo es, además, un orden de magnitud mayor.

20 Torre y receptor central

El receptor es la unidad donde se concentra la energía solar proveniente de los helióstatos para transformarla en energía térmica en el fluido de trabajo. Para conseguir que la energía que llega al receptor sea la máxima posible, éste debe

25 situarse en altura, reduciendo en lo posible los efectos de sombras y bloqueos que pueden darse en el campo de helióstatos. En este sentido, la principal misión de la torre es la de proporcionar un soporte en altura al receptor. Las torres construidas hasta la fecha consisten en estructuras metálicas o de hormigón y pueden alcanzar fácilmente los 150 metros de altura.

30

Existen en la actualidad diversos tipos de receptores (de cavidad o externos) cuya elección depende de factores técnico-económicos ya que no está demostrada que una tecnología u otra sea mejor que las demás. El diseño básico del receptor y la torre suelen realizarse teniendo en cuenta los siguientes factores:

35



- Tamaño óptimo para minimizar pérdidas térmicas
  - Alto flujo de radiación incidente
  - Diseño optimizado para trabajar a los límites máximos de temperatura de los componentes metálicos
- 5
- Máxima eficiencia térmica

El calor se transporta, desde el receptor hasta el punto de demanda, mediante un fluido caloportador y se almacena en depósitos térmicos a fin de adecuar, en la medida de lo posible, la producción a la demanda. Los principales fluidos que se utilizan son vapor y sales fundidas.

10

#### Medios de almacenamiento

La radiación solar no puede almacenarse. Sin embargo, sí es posible hacerlo con la energía térmica que transporta el fluido caloportador, lo que permite a la planta operar en períodos de ausencia o alta variabilidad de la radiación solar. En la actualidad, la solución más viable para conservar esta energía térmica es la del almacenamiento en dos tanques de sales fundidas. El sistema consiste en dos grandes depósitos térmicos, uno caliente y otro frío. El fluido térmico caliente, que sale del receptor, se dirige al depósito caliente, el cual se mantiene al nivel térmico requerido por el ciclo de potencia. En el depósito frío se acumula el fluido térmico enfriado, que ya ha agotado su capacidad de ceder calor y retorna a lo alto de la torre, a la menor temperatura posible. Debido a la existencia de estos dos depósitos, el depósito caliente puede acumular calor cuando la producción solar supera la demanda.

15

20

25

#### Bloque de aprovechamiento

El bloque de aprovechamiento incorpora los elementos capaces de aprovechar la energía captada en forma de calor para cualquier uso

30

Un posible primer conjunto de elementos sería un ciclo de potencia, tipo ciclo Rankine. La misión de este ciclo agua-vapor consiste en transportar el vapor de agua desde el generador de vapor hasta la turbina de vapor para, una vez expandido y posteriormente condensado, bombear el agua hacia el generador, comenzando de nuevo el ciclo.

35

Dependiendo del tipo de central que se tenga, se utilizarán diferentes configuraciones del ciclo. Generalmente, las plantas que mayor tamaño requerirán de etapas de recalentamiento y/o regeneración, que aumentan el rendimiento del ciclo pero a su vez también lo encarecen.

También es necesario tener en cuenta qué clase de fluido térmico utilizará la planta pues, dependiendo de si es agua o sales fundidas, la etapa de generación de vapor será distinta para cada caso.

Otro posible segundo conjunto de elementos, alternativo o complementario al anterior, sería un conjunto de intercambiadores para trasladar calor del fluido caloportador a otros fluidos, por ejemplo para calentar agua.

## 15 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Para complementar 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 en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Muestra un esquema de una realización de la central de la invención. En la misma aparecen en un detalle los elementos principales de la generación fotovoltaica.

Figura 2.- Muestra una sección de un vidrio superior de una placa fotovoltaica con el filtro incorporado, y el esquema de funcionamiento óptico del filtro.

## **REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION**

La central (1) de generación de energía por aprovechamiento de energía solar de la invención comprende (ver fig 1):

- un campo solar (2) que comprende placas fotovoltaicas (3) (PV), configurando la totalidad del campo solar (2) dichas placas fotovoltaicas (3), o pudiendo coexistir con espejos, no representados, con las mismas,
- unos filtros (4) (ver fig 2) de reflexión selectiva de luz en función de su longitud de

onda, dispuestos en algunas o todas las placas fotovoltaicas (3),  
-al menos, una torre (5a) provista de un receptor termosolar (5b) central (ver fig 1) y  
hacia cuyo receptor termosolar (5b) se encuentran dirigidos los haces reflejados (101)  
por los filtros (4) de las placas fotovoltaicas (3), y de los espejos en su caso, y  
5 -al menos, un bloque de aprovechamiento de la energía térmica captada.

Dicho bloque de aprovechamiento puede comprender por ejemplo un ciclo de potencia  
(5c) para generación mediante turbinas y conexión a la red (80) -a través de un centro  
de transformación (81)- y/o unos intercambiadores de calor, no representados, para  
10 calentamiento de fluidos (por ejemplo agua para otros usos)

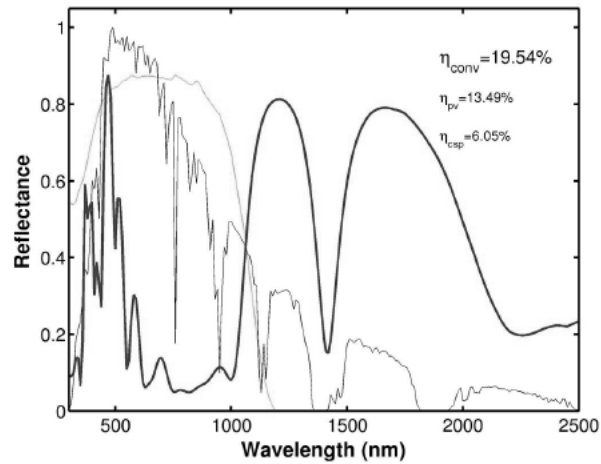
También se ha previsto la disposición opcional de unos medios de almacenamiento  
(5d) de energía térmica (tanques de sales fundidas para almacenamiento de este  
fluido caloportador por ejemplo) para almacenamiento de excedentes de producción  
15 térmica en periodos valle de consumo/generación.

De esta forma se plantea en la invención la integración, dentro de un sistema  
termosolar (5) de receptor central de torre, de un campo solar donde algunos o todos  
los elementos que reflejan la radiación solar hacia el receptor central (5b) comprenden  
20 placas fotovoltaicas (3) (PV) sobre las que se deposita un filtro (4) selectivo de luz.  
Dicho filtro (4) dejará pasar hacia la placa fotovoltaica (3) correspondiente cierta franja  
del espectro visible útil para las células fotovoltaicas de la misma, y reflejará el resto  
de longitudes de onda hacia el receptor central (5b) situado en lo alto de la torre (5a).  
Por tanto las placas fotovoltaicas (3) también cooperan en la generación de energía  
25 por efecto fotoeléctrico aumentando el rendimiento de la planta (1), y estarán  
conectadas igualmente a la red (80) a través del correspondiente inversor (30), y del  
centro de transformación (81), pudiendo también comprender baterías (82) para  
almacenamiento de energía generada de esta forma.

30 De forma preferente los filtros (4) se encuentran configurados para dejar pasar la  
radiación solar de longitudes de onda visibles hacia la placa fotovoltaica (3)  
correspondiente, y reflejar la radiación solar de longitudes de onda más cortas y largas  
respecto a la radiación visible hacia el receptor central (5b).

35 Una gráfica espectral preferente de las longitudes de onda reflejadas sería la

siguiente, donde la línea gruesa refleja dichas longitudes de onda reflejadas:



5 De forma muy preferente (ver fig 2), los filtros (4) comprenden filtros dicroicos, idealmente reflectores de Bragg que comprenden capas de óxidos conductores transparentes (4a, 4b) de alto/bajo índice de refracción laminadas sobre las placas fotovoltaicas (3). Dichas capas de óxidos metálicos (4a, 4b) se encuentran idealmente laminadas sobre las placas fotovoltaicas (3) mediante recubrimiento por inmersión,  
 10 aunque también pueden disponerse mediante sputtering o cualquier otro medio, y dichos óxidos serán preferentemente óxido de silicio como elemento de bajo índice de refracción y óxido de titanio como elemento de alto índice de refracción.

Por ejemplo, en la figura 2 se muestra una posible sección de un filtro (4) configurado  
 15 como reflector de Bragg o cristal fotónico 1D bajo la cubierta transparente de una placa fotovoltaica (3). En una estructura de este tipo, el rayo de luz incidente (100) sufre procesos de reflexión y refracción en todas las intercaras (40) que existen entre las diferentes capas (4a, 4b) y entre la última capa (4a) y el aire interior y la primera capa (4a) y la base o sustrato (49) que configura la cubierta transparente, de forma  
 20 que las partes reflejadas (102) en las distintas intercaras (40) salen del filtro (4) formando un haz reflejado (101) en el cual, dado que cada parte reflejada (102) recorre diferentes caminos ópticos, ha generado procesos de interferencia óptica que anulan ciertos rangos de longitudes de onda en el haz reflejado (101) resultante. Precisamente ese rango no reflejado (104) será el transmitido hacia la placa  
 25 fotovoltaica (3).

Preferentemente el número de capas (4a, 4b) sería de 1 a 200. Más preferentemente sería de 4 a 100 y aún más preferentemente de 5 a 20.

El diseño del filtro (4) estará definido preferentemente por la siguiente expresión:

5

**sustrato/(a<sub>1</sub>TiO<sub>2</sub>) / (b<sub>1</sub>SiO<sub>2</sub>)/ (a<sub>2</sub>TiO<sub>2</sub>) / (b<sub>2</sub>SiO<sub>2</sub>)/...../ (a<sub>n</sub>TiO<sub>2</sub>) / (b<sub>n</sub>SiO<sub>2</sub>)/**

Siendo a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>...a<sub>n</sub> el espesor de las distintas capas del óxido de titanio y b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>...b<sub>n</sub> el espesor de las capas de óxidos de silicio, y donde las primeras capas (4a) podrían corresponder a las capas de TiO<sub>2</sub> y las segundas capas (4b) podrían corresponder a las capas de SiO<sub>2</sub> o viceversa.

10

Preferentemente a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>...a<sub>n</sub>, serán espesores con valores distintos entre ellos y a su vez diferentes a los valores de b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>...b<sub>n</sub>, que también serán distintos entre sí, con el fin de ocasionar reflexiones de longitudes de onda diferentes en cada capa.

15

Preferentemente los espesores tanto del óxido de silicio como el óxido de titanio estarán comprendidos entre 50 y 1000 nm.

La estructura de capas de los filtros se depositará preferentemente en la cara interna del vidrio que compone las placas fotovoltaicas (3) comerciales, que formará por lo tanto el sustrato (49), y cuyas placas fotovoltaicas (3) a su vez se instalarán idealmente en heliostatos (6) con seguimiento a dos ejes, y donde preferentemente los montajes de placas fotovoltaicas (3) en heliostatos (6) comprenden superficies comprendidas entre 50-200 m<sup>2</sup>, y tendrán un motor o mecanismo de seguimiento, no representado, preferentemente hidráulico o electromecánico. De esta forma el filtro (4) se encuentra integrado en la placa fotovoltaica (3) por lo que es una parte constituyente de todo campo solar y, al cubrir mucha más área, se necesitan técnicas de fabricación mucho más baratas.

25

30

La disposición de los heliostatos (6) será preferentemente norte si se está en el hemisferio norte, circular si se instala en zonas ecuatoriales y preferentemente de distribución sur si se encuentra en dicho hemisferio.

El campo solar (2) puede estar formado completamente por heliostatos (6) + placas

35

fotovoltaicas (3) + filtros (4) o bien puede haber una proporción de heliostatos (6) + placas fotovoltaicas (3) + filtros (4) / heliostato (6) + espejo tradicional. En este último caso la proporción de heliostatos (6) + placas fotovoltaicas (3) + filtros (4) será preferentemente del 1% al 80%.

5

Los demás parámetros de la planta serán convencionales con respecto a soluciones comerciales ya existentes. A modo ilustrativo y sin que sirvan los siguiente números como parámetros de diseños definidos y cerrados, se listan algunos de los rangos más representativos de dichas plantas. La potencia pico instalada será preferentemente entre 20-300MW, los fluido caloportadores serán preferentemente vapor sobrecalentado o sales fundidas, el sistema de almacenamiento será preferentemente por sales fundidas con una capacidad de entrega a potencia pico entre 1-20 horas. El ciclo de potencia será preferentemente un ciclo Rankine y la torre se construirá preferentemente con una base de hormigón y tendrá una altura entre 50-200 m.

10

15

20

25

30

35

5

**REIVINDICACIONES**

1.-Central (1) de generación de energía por aprovechamiento de energía solar, **caracterizada porque** comprende:

10 -un campo solar (2) que comprende placas fotovoltaicas (3) y sus elementos auxiliares de producción fotovoltaica,

-unos filtros (4) de reflexión selectiva de luz en función de su longitud de onda, dispuestos en algunas o todas las placas fotovoltaicas (3),

15 -al menos, una torre (5a) provista de un receptor termosolar (5b) central hacia el que se encuentran dirigidos los haces reflejados (101) por los filtros (4) de las placas fotovoltaicas (3), y

-al menos, un bloque de aprovechamiento de la energía térmica captada.

2.-Central (1) de generación de energía por aprovechamiento de energía solar según reivindicación 1 **caracterizada porque** el bloque de aprovechamiento comprende un ciclo de potencia (5c) para generación y conexión a la red (80) y/o unos intercambiadores de calor para calentamiento de fluidos.

20

3.-Central (1) de generación de energía por aprovechamiento de energía solar según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizada porque** comprende unos medios de almacenamiento (5d) de energía térmica.

25

4.-Central (1) de generación de energía por aprovechamiento de energía solar según reivindicación 3 **caracterizada porque** los medios de almacenamiento (5d) de energía térmica comprenden tanques de sales fundidas.

30

5.-Central (1) de generación de energía por aprovechamiento de energía solar según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizada porque** los filtros (4) se encuentran configurados para dejar pasar la radiación solar de longitudes de onda visibles hacia la placa fotovoltaica (3) correspondiente, y reflejar la radiación solar de longitudes de onda más cortas y largas respecto a la radiación visible hacia el receptor

35

central (5b).

6.-Central (1) de generación de energía por aprovechamiento de energía solar según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizada porque** los filtros (4) comprenden filtros dicróicos.

7.-Central (1) de generación de energía por aprovechamiento de energía solar según reivindicación 6 **caracterizada porque** los filtros (4) dicróicos comprenden reflectores de Bragg, que comprenden capas de óxidos conductores transparentes (4a, 4b) de alto/bajo índice de refracción laminadas sobre las placas fotovoltaicas (3).

8.-Central (1) de generación de energía por aprovechamiento de energía solar según reivindicación 7 **caracterizada porque** las capas de óxidos conductores transparentes (4a, 4b) se encuentran laminadas sobre las placas fotovoltaicas (3) mediante recubrimiento por inmersión.

9.-Central (1) de generación de energía por aprovechamiento de energía solar según reivindicación 7 **caracterizada porque** las capas de óxidos conductores transparentes (4a, 4b) se encuentran laminadas sobre las placas fotovoltaicas (3) mediante sputtering.

10.-Central (1) de generación de energía por aprovechamiento de energía solar según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9 **caracterizada porque** cada filtro (4) comprende un número de capas de óxidos conductores transparentes (4a, 4b) comprendido entre 1 y 200.

11.-Central (1) de generación de energía por aprovechamiento de energía solar según reivindicación 10 **caracterizada porque** cada filtro (4) comprende un número de capas de óxidos conductores transparentes (4a, 4b, 4c) comprendido 4 y 100.

12.-Central (1) de generación de energía por aprovechamiento de energía solar según reivindicación 11 **caracterizada porque** cada filtro (4) comprende un número de capas de óxidos conductores transparentes (4a, 4b, 4c) comprendido entre 5 y 20.

13.-Central (1) de generación de energía por aprovechamiento de energía solar según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 12 **caracterizada porque** las capas de óxidos



conductores transparentes (4a, 4b) comprenden capas de óxido de silicio como elemento de bajo índice de refracción y de óxido de titanio como elemento de alto índice de refracción.

5 14.-Central (1) de generación de energía por aprovechamiento de energía solar según reivindicación 13 **caracterizada porque** el diseño del filtro (4) se encuentra definido por la expresión:

**sustrato/(a<sub>1</sub>TiO<sub>2</sub>) / (b<sub>1</sub>SiO<sub>2</sub>)/ (a<sub>2</sub>TiO<sub>2</sub>) / (b<sub>2</sub>SiO<sub>2</sub>)/...../ (a<sub>n</sub>TiO<sub>2</sub>) / (b<sub>n</sub>SiO<sub>2</sub>)/**

10

Siendo a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>...a<sub>n</sub> el espesor de las distintas capas del óxido de titanio y b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>,...b<sub>n</sub> el espesor de las capas de óxidos de silicio.

15 15.-Central (1) de generación de energía por aprovechamiento de energía solar según reivindicación 14 **caracterizada porque** a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>,...a<sub>n</sub>, tienen valores distintos entre ellos y a su vez diferentes a los valores de b<sub>1</sub>,b<sub>2</sub>...,b<sub>n</sub>, que también son distintos entre sí.

20 16.-Central (1) de generación de energía por aprovechamiento de energía solar según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 15 **caracterizada porque** las capas de óxido de silicio y de óxido de titanio tienen espesores comprendidos entre 50 y 1000 nm.

25 17.-Central (1) de generación de energía por aprovechamiento de energía solar según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 16 **caracterizada porque** las capas de óxido de silicio y de óxido de titanio se encuentran laminadas por la cara interna del vidrio exterior (3a) de la placa fotovoltaica (3) correspondiente.

30 18.-Central (1) de generación de energía por aprovechamiento de energía solar según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizada porque** las placas fotovoltaicas (3) se encuentran dispuestas sobre heliostatos (6).

19.-Central (1) de generación de energía por aprovechamiento de energía solar según reivindicación 18 **caracterizada porque** los heliostatos (6) comprenden dos ejes de seguimiento.

35 20.-Central (1) de generación de energía por aprovechamiento de energía solar según

cualquiera de las reivindicaciones 18 o 19 **caracterizada porque** los montajes de placas fotovoltaicas (3) en heliostatos (6) comprenden superficies comprendidas entre 50-200 m<sup>2</sup>.

5 21.-Central (1) de generación de energía por aprovechamiento de energía solar según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizada porque** el campo solar (2) contiene una proporción comprendida entre el 1% y el 80% de heliostatos (6) + placas fotovoltaicas (3) + filtros (4), y el resto de espejos.

10 22.-Central (1) de generación de energía por aprovechamiento de energía solar según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizada porque** el campo solar (2) tiene configuración norte para localizaciones en el hemisferio norte, configuración sur para localizaciones en el hemisferio norte y configuración circular para localizaciones en zonas ecuatoriales.

15

20

25

30

35

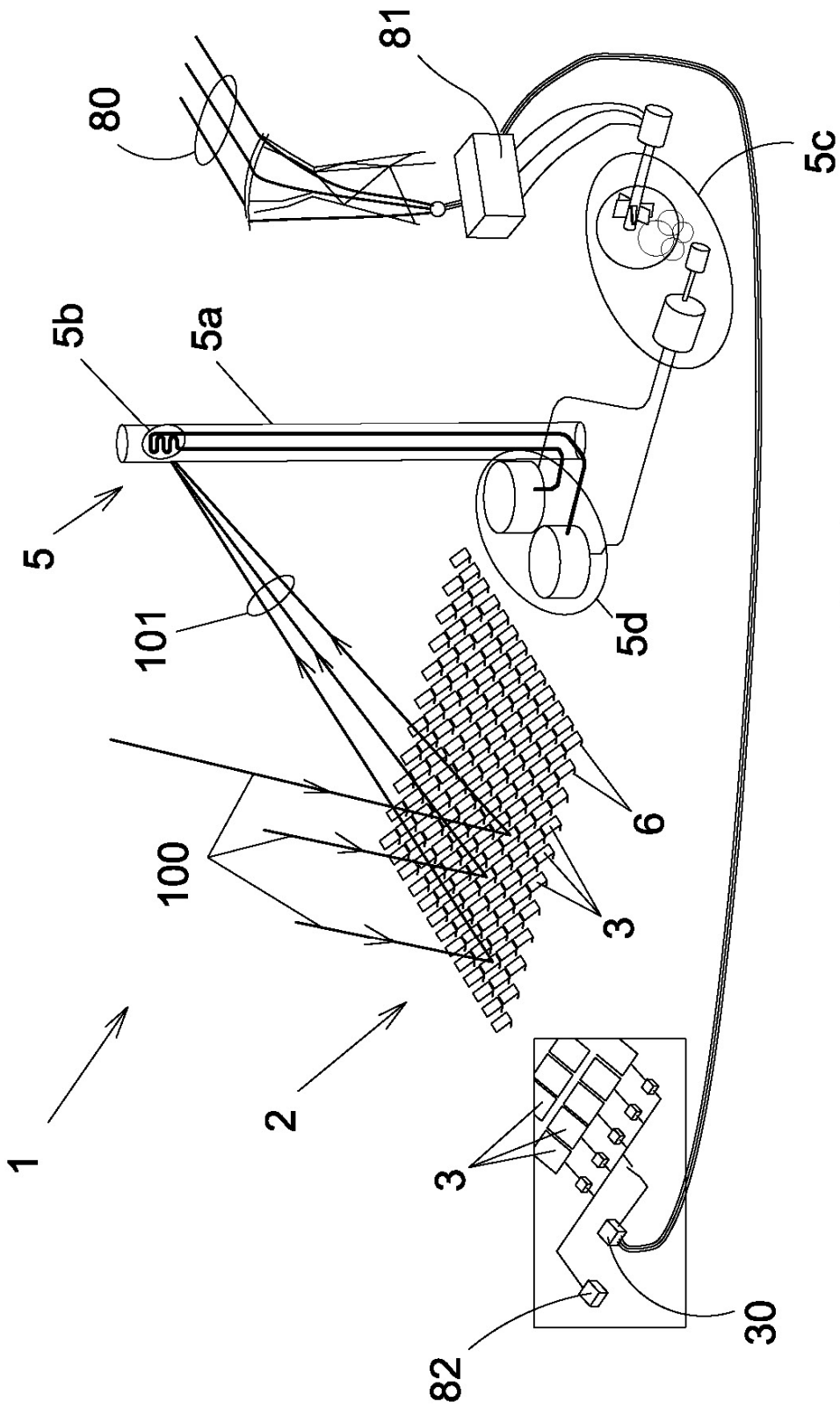


Fig 1

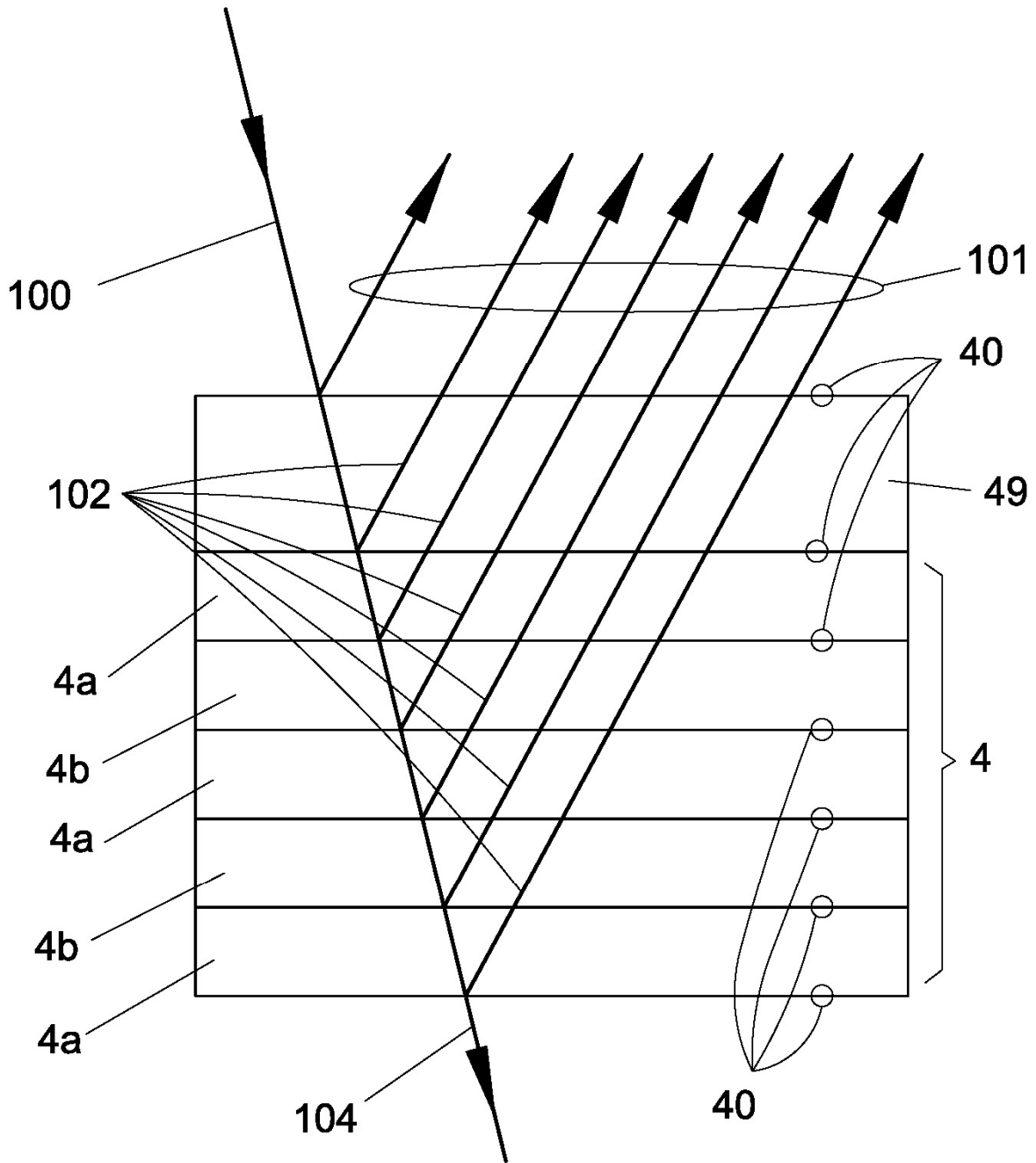


Fig 2



- ②① N.º solicitud: 201730082  
 ②② Fecha de presentación de la solicitud: 24.01.2017  
 ③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | ⑤⑥ Documentos citados  | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|--|----------------------------|
| X         | US 2015083194 A1 (MATSUSHIMA RYOICHI) 26/03/2015, Párrafo [36, 43-48, 60-62]; figura 6.  | 1-22                       |
| X         | US 2009260619 A1 (BAILEY LEE et al.) 22/10/2009, Párrafos [28, 43]; figura 1, 2C.  | 1-22                       |
| X         | JP 2009218383 A (PANASONIC CORP) 24/09/2009, Figura 1 & resumen de la base de datos Epodoc. Recuperado de Epoque AN-JP-2008060652-A.               | 1-22                       |
| A         | US 2014340741 A1 (ADACHI HITOSHI) 20/11/2014, Párrafos [125, 180, 192].  | 6-17                       |
| A         | DE 102008050936 A1 (FLABEG GMBH & CO KG) 15/04/2010, Figuras 1, 2 & resumen de la base de datos Epodoc. Recuperado de Epoque AN-DE-102008050936-A. | 6-17                       |
| A         | US 2014360576 A1 (PLOTNIKOV VICTOR V et al.) 11/12/2014, Párrafo [49].   | 6-17                       |
| A         | US 2012273041 A1 (WU ANGUS) 01/11/2012, Párrafo [48].  | 6-17                       |

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  
29.09.2017

Examinador  
J. Merello Arvilla

Página  
1/4

## CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**F24J2/16** (2006.01)

**F03G6/06** (2006.01)

**H02S40/44** (2014.01)

**H01L31/054** (2014.01)

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

F03G, F24J, H02S, H01L

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: 29.09.2017

**Declaración**

|   |                              |           |
|---|------------------------------|-----------|
| <b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>            | Reivindicaciones 7-17, 19-22 | <b>SI</b> |
|   | Reivindicaciones 1-6, 18     | <b>NO</b> |
| <b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b> | Reivindicaciones             | <b>SI</b> |
|   | Reivindicaciones 1-22        | <b>NO</b> |

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 2015083194 A1 (MATSUSHIMA RYOICHI) | 26.03.2015        |

**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**

En adelante se utilizará la misma terminología que la solicitud de patente en estudio. Las referencias numéricas empleadas son relativas al documento D01. El documento D01 divulga una central de generación de energía por aprovechamiento de energía solar que comprende:

- Un campo solar que comprende placas fotovoltaicas (32),
- Unos filtros (20) de reflexión selectiva de luz en función de su longitud de onda dispuestos en las placas fotovoltaicas (32),
- Una torre (67) provista de un receptor termosolar (66) central hacia el que se encuentran dirigidos los haces reflejados (55) por los filtros (20) de las placas fotovoltaicas, y
- Un bloque de aprovechamiento (80) de la energía térmica captada.

Por lo indicado el documento D01 divulga todas las características técnicas de la reivindicación 1 de la solicitud de patente P201730082 haciendo que la misma carezca de novedad (Ley 11/1986, Art.6.1.) y por tanto de actividad inventiva (Ley 11/1986, Art.8.1.).

El documento D01 divulga igualmente la central de generación con las características técnicas adicionales propuestas en las reivindicaciones 2 a 6 y 18 haciendo que las mismas carezcan de novedad (Ley 11/1986, Art.6.1.) y por tanto de actividad inventiva (Ley 11/1986, Art.8.1.).

Las reivindicaciones 7-17 y 19-22 no se encuentran divulgadas en el estado de técnica y cuentan por tanto con novedad (Ley 11/1986, Art.6.1.) si bien se considera que las reivindicaciones 7-17 y 19-22 no cuentan con 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.).