

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 563 645**

21 Número de solicitud: 201431328

51 Int. Cl.:

**H01L 31/054** (2014.01)

**F24J 2/06** (2006.01)

**G02B 5/32** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

**15.09.2014**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**15.03.2016**

Fecha de la concesión:

**21.12.2016**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**29.12.2016**

73 Titular/es:

**INSTITUTO HOLOGRAFICO TERRASUN,S.L.  
(100.0%)**

**PL PISA,C/NOBEL BOUDERE,PLANTA 3º,MOD 5  
41927 MAIRENA DE ALJARAFE (Sevilla) ES**

72 Inventor/es:

**RODRÍGUEZ SAN SEGUNDO, Hugo José;  
PÉREZ LÓPEZ, Francisco Javier;  
VILLAMARÍN VILLEGAS, Ayalid Mirlydeth y  
CALO LÓPEZ, Antonio**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

54 Título: **Sistema modular de concentración solar sin seguimiento mediante la combinación de ópticas convencionales y elementos ópticos holográficos (HOE's)**

57 Resumen:

Sistema modular de concentración solar sin seguimiento mediante la combinación de ópticas convencionales y elementos ópticos holográficos (HOE's).

Se presenta un panel solar de concentración sin seguimiento capaz de captar la radiación de verano e invierno, durante todo el día, mediante la combinación de un elemento óptico holográfico (7) y una óptica convencional (8). El elemento óptico holográfico realiza el seguimiento pasivo de la radiación solar y la envía en una dirección definida. Ambas ópticas se colocan sobre una base (9), sujeta por una estructura fija (10). La parte óptica descrita puede ser independiente de la parte de generación. Esta última se compone de una estructura (11), un receptor de radiación (6), y un disipador de calor (12) activo o pasivo. Dicho acoplamiento entre óptica y generación puede ser por reflexión o por transmisión de la luz solar. La concentración es adaptable y puede variar a partir de 10X.

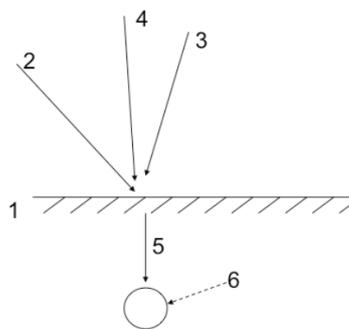


Fig. 1

ES 2 563 645 B1

## DESCRIPCIÓN

5 SISTEMA MODULAR DE CONCENTRACIÓN SOLAR SIN SEGUIMIENTO  
MEDIANTE LA COMBINACIÓN DE ÓPTICAS CONVENCIONALES Y  
ELEMENTOS ÓPTICOS HOLOGRÁFICOS (HOE's)

### Sector de la técnica

10 La invención se encuadra en el sector técnico de energías renovables, más concretamente en el relativo tanto a la energía solar térmica y termoeléctrica, como a la solar fotovoltaica.

### 15 Estado de la técnica

Las instalaciones solares termoeléctricas mayormente disponibles comercialmente en la actualidad son de cuatro tipos, que se diferencian en la óptica utilizada para concentrar la luz en una tubería por la que circula fluido caloportador. Los sistemas  
20 cilindroparábolicos constan de espejos parabólicos que concentran en una línea situada en el foco de la parábola; los concentradores solares tipo Fresnel utilizan varias superficies especulares planas o casi planas con distinta orientación entre sí, simulando las distintas caras de una lente Fresnel cilíndrica, que concentran en una línea situada en el foco de la lente; los concentradores solares de Torre constan de multitud de espejos  
25 planos o casi planos, situados en círculos concéntricos, que concentran la luz en lo alto de una torre, donde se situaría el foco puntual de por ejemplo una lente Fresnel esférica; por último, los sistemas de motor Stirling utilizan espejos pseudo esféricos que concentran la luz en el foco correspondiente. Todos ellos tienen un tamaño considerable, no son modulables a menores tamaños, y además, para tales  
30 infraestructuras, necesitan realizar un seguimiento del sol en al menos un eje, lo que aumenta los costes de instalación y mantenimiento.

Resulta conveniente por tanto, en este sector, desarrollar un producto modulable en tamaño y que, idealmente, prescinda del seguimiento activo.

35 En cuanto a los módulos solares fotovoltaicos, los más comunes en el mercado son planos, con un vidrio frontal, un marco de aluminio y prácticamente toda la superficie cubierta de células solares fotovoltaicas. Dado que las células solares representan con diferencia la parte más importante del coste, existe desde hace décadas un esfuerzo por  
40 reducir su superficie, sustituyéndola por elementos concentradores en teoría más baratos que logren incidir toda la luz recibida sobre ellas. Sin embargo, hasta ahora los sistemas solares fotovoltaicos de concentración, de muy diversos tipos, no han logrado una entrada significativa en el mercado. Las razones principales son el precio, así como la mayor complicación de la estructura final del sistema completo, que requiere  
45 seguimiento del sol. Ello añade complejidad y coste a estos sistemas.

La holografía, como tecnología óptica, presenta muchas ventajas respecto a otros sistemas ópticos concentradores (lentes o espejos, por ejemplo): es mucho más versátil y barata que ellos. Utilizada en baja o media concentración, además, elimina la  
50 necesidad de seguimiento del sol, con lo que se reduce la complejidad del sistema.

Ha habido previamente intentos de utilizar holografía en paneles solares. Por ejemplo, la patente US4863224, concedida a Afian et al., utiliza un holograma y un prisma o placa. Sin embargo, este concentrador solar debe estar alineado con el sol, y no posee  
5 ninguna capacidad de seguimiento pasivo. Otra invención que también posee esta desventaja es la patente US5268985, otorgada a Ando et al. Comprende un holograma y una superficie de reflexión total, pero, además de necesitar seguimiento, se construye para captar luz monocromática y desaprovecha la mayor parte del espectro solar. Las patentes US5877874 y US6274860, concedidas a Rosenberg, presentan un concentrador  
10 holográfico plano en el que al menos una película holográfica multiplexada, que consigue anchos de banda angulares y espectrales elevados, concentra la luz en células solares colocadas en el mismo plano. Esta invención presenta el inconveniente de tener muchas pérdidas ópticas, y la necesidad de utilizar células bifaciales, así como de colocar el sistema solar completo en un lugar plano con el suelo pintado en blanco para reflejar el albedo. La patente US20080257400, concedida a Mignon y Han, presenta también un concentrador holográfico plano pero con dos superficies distintas, en las que hay hologramas de transmisión y reflexión multiplexados, con las células solares en perpendicular a dichas superficies colectoras. La gran desventaja de este diseño, además de las pérdidas por las varias reflexiones y transmisiones en los varios hologramas, es la  
15 dificultad constructiva, que puede alejarlo de una fabricación a costes competitivos. La patente US20120125403, otorgada a Orlandi, propone aplicar films holográficos directamente sobre módulos fotovoltaicos convencionales, de forma que se aproveche como radiación perpendicular al plano del módulo cualquiera incidente desde distintos ángulos. Este concepto, si bien muy comercializable por la escasa intrusión en el  
20 diseño original, no reduce el coste de fabricación de los módulos actuales.

Otros muchos autores han unido óptica convencional y óptica difractiva, tal y como se propone en el presente documento. Sin embargo, su intención no ha sido aprovechar todo el espectro para concentrarlo en un solo dispositivo, como sí realiza la presente  
30 invención, sino dividir el espectro y dirigir cada una de dichas divisiones a distintos dispositivos, cada uno selectivo a la región espectral que le llega. Cada una de dichas regiones, además, suele ser de anchos de banda angular y espectral reducidos. Aunque el concepto de separar el espectro puede ser útil para aplicaciones específicas, al aplicarlo a una instalación solar de gran tamaño aumenta el número de piezas y la complicación del sistema. Con ello, se presupone que es difícil bajar los costes de  
35 sistema. Una concentración sin separación espectral, como la que se propone aquí, solamente necesita un colector de radiación y un solo diseño angular y espectral, aunque también necesita colector anchos de banda espectral y angular muy amplios.

Ejemplos de las patentes que utilizan combinación de ópticas convencional y difractiva para separación espectral son: patente US 2009/0114266 A1, de Biles y Halter; WO2014036406 A1, de Escarra *et al.*; US 2010/0212717 A1, de Whitlock *et al.*; US 6.469.241 B1, de Penn; US 2010/0032005 A1, de Ford y Karp; US 6.015.950, de Converse; US 2007/0277869 A1, de Shan *et al.*  
45

Todos los enfoques anteriores introducen alguna complicación adicional a los sistemas existentes en el mercado, y la mayoría no resuelve el problema de la colección de amplios anchos de banda angular y espectral.

## Explicación de la invención

El estudio del estado del arte delata que existen dos grandes problemas en la implementación de la holografía en aplicaciones solares, tanto térmicas como  
5 fotovoltáicas. El primero es la colección de la mayor parte del espectro solar posible sin necesidad de seguimiento activo (el seguimiento lo realiza el holograma sin movimiento del sistema). Dicha colección se refiere tanto a la variación de ángulos de incidencia a lo largo de las distintas estaciones anuales, como al amplio intervalo de longitudes de onda energéticamente significativas que es necesario recolectar.

10 En cuanto a longitudes de onda, para realizar una colección de una parte significativa del espectro solar, el holograma debería ser capaz de coleccionar al menos la región entre los 500 nanómetros (nm) y los 1.100 nm. Esta porción contiene el 70 por ciento de toda la energía del espectro solar. Aún mejor sería coleccionar entre los 400 nm y los 1.200 nm,  
15 es decir, el 80 por ciento del total energético del espectro. Sin embargo, los hologramas actuales, tienen una limitación en cuanto a ancho de banda espectral que pueden abarcar. Por tanto, la presente invención se basa, con la tecnología actual, en al menos dos redes de difracción superpuestas, es decir, multiplexadas, para captar el mínimo del 70 por ciento exigido. La investigación futura permitirá aumentar el ancho de banda por  
20 red de difracción y así reducir la necesidad de multiplexación.

Pero además se tienen que coleccionar esas longitudes de onda a lo largo de todo el año, y desde la mañana hasta la tarde. Por lo general, en un amplio rango de latitudes terrestres, la variación anual de ángulos de incidencia de la luz solar se mantiene en  
25 aproximadamente 60°. Como se ve en la Figura 1, una superficie (1) inclinada a latitud recibirá en invierno la radiación (2) procedente de un ángulo bajo, mientras que en verano recibirá la radiación (3) en un ángulo más elevado. La radiación (4) en primavera y otoño se recibirá con un ángulo muy cercano a la perpendicular. La variación angular entre (2) y (3) son aproximadamente los 60° mencionados. A día de  
30 hoy, y sin tener en cuenta los posibles futuros avances en este campo, tanto los hologramas de reflexión como los de transmisión tienen una restricción en cuanto a su ancho de banda angular, por lo que, en este caso, también son necesarias al menos dos redes de difracción multiplexadas. Junto con los requerimientos de longitud de onda, se necesitan al menos cuatro redes multiplexadas con la tecnología actual. Se podrán  
35 multiplexar tantas redes de alta eficiencia como permita el rango dinámico lineal del material. También aquí se aplica la posible reducción futura de número de redes multiplexadas con el avance de la tecnología.

Por otro lado, en una configuración plana como la de la Figura 1, se encuentra el  
40 problema adicional de que, si se quiere reducir mucho la cantidad de receptores de radiación (en la Figura 1 representado como una tubería (6) en un panel solar térmico), es decir, si se desea aumentar significativamente la concentración, entonces el ángulo de salida de la radiación (5) debe ser muy inclinado. Esto presenta una problemática en la construcción de hologramas: ángulos tan inclinados no son viables de obtener  
45 comercialmente sin muchas pérdidas ópticas en el holograma, especialmente por reflexión Fresnel. Este tipo de reflexión se da en cualquier interfaz entre dos medios con distinto índice de refracción, y es mayor cuanto mayor sea el ángulo de incidencia respecto a la normal.

Los autores ya resolvieron este problema en diseños anteriores (patente EP201331199). En ellos, los inconvenientes se sorteaban mediante el acople de holograma, varias ópticas convencionales y una estructura 3D con varios planos de diferente inclinación entre sí. De esta manera se consiguió optimizar un diseño de panel solar para una  
5 concentración de entre 2 y 10X. Sin embargo, se ha observado que, para mayores concentraciones, el consecuente aumento de volumen de todo el sistema conlleva inherentemente un aumento de peso y cantidad de materiales estructurales, convirtiendo dicho diseño en inviable económicamente, por la cantidad de material involucrado.

10 Era necesario por tanto evolucionar hacia un nuevo concepto en el que se mantuviera el compromiso entre competitividad económica, es decir, bajo consumo en materiales, y eficiencia óptica, es decir, mantener los anchos de banda espectrales y angulares.

15 En dicho concepto, objeto del presente documento, es necesario mantener una relativa planitud para no elevar el coste. Es decir, no es posible aplicar complicadas estructuras 3D. Por ello, se mantiene plano o ligeramente curvo el elemento óptico holográfico (7). El elemento óptico holográfico (7) y la óptica convencional (8) se acoplan pegados el uno a la otra. Así se observa en las Figuras 2 y 3, en las que ambos se representan ligeramente separados para poder observar gráficamente la radiación entre ellos.  
20 Además, sus índices de refracción deben asemejarse para evitar o minimizar pérdidas por reflexión Fresnel.

El elemento óptico holográfico (7) se debe diseñar de tal forma que capte como entrada, al menos, los anchos de banda angular de 60° y espectral de 600 nanómetros ya  
25 mencionados. O incluso mayores rangos, implicando, si procede, tantas redes de difracción multiplexadas como sea necesario sin afectar a la eficiencia. De esta forma, se evita un seguimiento activo, y es el holograma el que realiza el seguimiento pasivo.

30 Por otro lado, el diseño del elemento óptico holográfico (7) también debe asegurar que toda esa radiación captada se envíe con un ángulo de salida específico, por ejemplo perpendicular, que asegure el correcto funcionamiento del elemento óptico convencional (8) al que se acopla.

35 La óptica convencional (8) acoplada al elemento holográfico (7) recoge la radiación de salida de este, enviada con un ángulo específico, por ejemplo perpendicular tal y como se representa en las Figuras 2 y 3, y la concentra en el receptor de radiación (6). Para ello, la óptica convencional se debe diseñar de tal forma que permita dicha concentración. Por ejemplo, se puede utilizar una lente convencional plano-convexa, una lente Fresnel o un arreglo periódico o no periódico de ópticas convencionales. El  
40 diseño fino de dicha óptica convencional (8) depende del factor de concentración deseado. De hecho, se puede y se debe ajustar al mismo, lo cual dependerá en cada momento de cuál es el elemento más costoso de un panel solar. Si en un determinado momento las células solares son de precio elevado, entonces convendrá reducir su tamaño en el sistema, y se diseñará la óptica convencional (8) para una mayor  
45 concentración. En caso de que sean los materiales ajenos al receptor (6) los que suban de precio, convendrá ir a concentraciones menores. Por tanto, el sistema tiene alta versatilidad para adaptarse a los cambios del mercado. Según los cálculos realizados, un mismo diseño puede abarcar concentraciones que varían a partir de 10X, tan sólo variando el diseño de la óptica convencional (8).

50

El elemento óptico holográfico (7) y la óptica convencional (8) se acoplan tal y como se observa en las Figuras 2 y 3, es decir, pegadas la una a la otra. En el caso de la Figura 2 y también de la Figura 4, el elemento óptico holográfico (7) es de reflexión. En este caso, los elementos ópticos (7) y (8) pueden reposar sobre una base (9) de cualquier material estructural. El sistema también puede realizarse en una configuración de transmisión (ver Figuras 3 y 5), en la cual el elemento óptico holográfico (7) será de transmisión.

Por otro lado, tanto el elemento óptico holográfico (7) como la óptica convencional (8) deben diseñarse para captar las longitudes de onda más favorables al receptor (6). En este aspecto influyen tanto el diseño de las redes holográficas, como el material del que se construye la óptica convencional (8). Los únicos requisitos a exigir a dicho material son a.) transparencia en el intervalo óptimo de longitudes de onda, b.) resistencia a las inclemencias meteorológicas y radiación ultravioleta (UV), c.) índice de refracción similar al del elemento óptico holográfico (7) y d.) la mínima densidad posible, de forma que la relación peso / coste total del sistema sea económicamente viable.

Todo lo anterior se refiere a lo que denominamos “parte óptica” del sistema. La denominada “parte de generación” consta de un receptor de radiación (6) y un disipador de calor (12). El receptor de radiación siempre estará colocado a la distancia focal con que se diseñe la óptica convencional (8).

En el caso de un módulo solar fotovoltaico, el receptor de radiación (6) es una célula solar, y el disipador de calor (12) puede ser activo, como por ejemplo una tubería con fluido caloportador, o pasivo, como por ejemplo una estructura de disipación por convección mediante aletas metálicas. Si se utiliza un disipador activo, el módulo se convierte en híbrido, ya que además de producir electricidad fotovoltaica también puede calentar agua, o utilizar dicho calentamiento para producir vapor y con ello más electricidad a través del movimiento de una turbina.

En el caso de un panel solar térmico o termoeléctrico, el receptor de radiación (6) y el disipador de calor (12) son el mismo: una tubería de fluido caloportador.

Una característica importante de la presente invención es la posibilidad de separación física de las partes óptica y de generación. Ambas pueden soportarse sobre sendas estructuras separadas, (10) para la parte óptica y (11) para la parte de generación. La ventaja de esta disposición es la menor complejidad mecánica, aportando mayor resistencia a vientos, vibraciones, etc. También es ventajosa la mayor versatilidad a la hora de transporte y montaje, reduciendo costes en ambos casos.

Ambas estructuras (10) y (11) son variables en posición, de forma que el sistema puede variar su inclinación, y un mismo sistema es válido para la mayoría de las latitudes terrestres.

El sistema modular de concentración solar descrito puede fabricarse en unidades de dimensiones pequeñas, de forma que es modulable. Es decir, puede aplicarse tanto a pequeñas instalaciones, como, uniendo módulos, también a grandes plantas de producción de energía eléctrica, tanto fotovoltaica como solar termoeléctrica.

## Descripción de los dibujos

Figura 1. Variación de ángulos de radiación solar incidente entre invierno (2) y verano (3) sobre una superficie (1) inclinada a latitud. La radiación solar a primera hora en invierno (2) incide sobre la superficie (1) con un ángulo más bajo, mientras que la radiación solar a mediodía en verano (3) incide sobre esa misma superficie (1) con un ángulo más elevado. La diferencia entre ambos ángulos es de aproximadamente  $60^\circ$  para muchas latitudes. La radiación en primavera u otoño (4) incide prácticamente perpendicular sobre dicha superficie (1). Se desea incidir dicha radiación sobre receptores de radiación (6), por lo que su posición debe hacerse coincidir con el ángulo de salida de la radiación (5).

Figura 2. Conjunto óptico formado por un elemento óptico holográfico (7) y un elemento óptico convencional (8), representado en este caso como prismas triangulares de diversos tamaños, emulando a una lente Fresnel. El elemento óptico holográfico (7) recibe radiaciones desde todos los ángulos de incidencia entre invierno (2) y verano (3), y los dirige en un plano específico, por ejemplo perpendicular, hacia el elemento óptico convencional (8). Éste se diseña para concentrar la radiación saliente (5) en un punto determinado por el diseño global del sistema. Esta Figura muestra la configuración para el caso de utilizar hologramas de reflexión. En la Figura los elementos ópticos holográfico (7) y convencional (8) se muestran separados para observar la radiación entre ellos, pero en una configuración real están unidos.

Figura 3. Conjunto óptico formado por un elemento óptico holográfico (7) y un elemento óptico convencional (8), representado en este caso como prismas triangulares de diversos tamaños, emulando a una lente Fresnel. El elemento óptico holográfico (7) recibe radiaciones desde todos los ángulos de incidencia entre invierno (2) y verano (3), y los dirige en un plano específico, por ejemplo perpendicular, hacia el elemento óptico convencional (8). Éste se diseña para concentrar la radiación saliente (5) en un punto determinado por el diseño global del sistema. Esta Figura muestra la configuración para el caso de utilizar hologramas de transmisión. En la Figura los elementos ópticos holográfico (7) y convencional (8) se muestran separados para observar la radiación entre ellos, pero en una configuración real están unidos.

Figura 4. Esquema del sistema modular de concentración solar completo, objeto de la presente invención, formado por dos estructuras que pueden ser independientes. Una de ellas (10) da soporte y rigidez al conjunto óptico formado por una base (9), un elemento óptico holográfico (7) y un elemento óptico convencional (8). La segunda estructura (11) da soporte y rigidez al conjunto receptor, compuesto por un receptor de radiación (6), que puede ser una célula solar o una tubería de fluido caloportador, y un disipador de calor (12) que puede ser activo (con fluido de refrigeración) o pasivo (con aletas disipadoras por convección). Este sistema, representado aquí para el caso de un holograma de reflexión, es capaz de realizar un seguimiento sin movimiento de la radiación en todas las épocas del año, desde verano (3) hasta invierno (2), y reflejarla (5) hasta concentrarla en el receptor (6).

Figura 5. Esquema del sistema modular de concentración solar completo, objeto de la presente invención, formado por dos estructuras que pueden ser independientes. Una de ellas (10) da soporte y rigidez al conjunto óptico formado por un elemento óptico holográfico (7) y un elemento óptico convencional (8). La segunda estructura (11) da

soporte y rigidez al conjunto receptor, compuesto por un receptor de radiación (6), que puede ser una célula solar o una tubería de fluido caloportador, y un disipador de calor (12) que puede ser activo (con fluido de refrigeración) o pasivo (con aletas disipadoras por convección). Este sistema, representado aquí para el caso de un holograma de transmisión, es capaz de realizar un seguimiento sin movimiento de la radiación en todas las épocas del año, desde verano (3) hasta invierno (2), y transmitirla (5) hasta concentrarla en el receptor (6).

## 10 Modos de realización de la invención

En una configuración preferida, pero no exclusiva, el sistema modular de concentración solar, tanto térmico como fotovoltaico, consistirá de varias estructuras (10) y (11) acopladas entre sí de tal forma que se concentre la luz recibida por la parte óptica, (7) y (8), en la de generación, (6) y (12). Las medidas de cada módulo unitario a soportar por la estructura (10) pueden ser, por ejemplo, de 1.300x1.000 mm, es decir, muy cercanas a las magnitudes de cualquier panel estándar. La base (9) puede estar realizada en cualquier material, por ejemplo madera o plástico. La estructura (10) puede ser realizada en cualquier material estructural, por ejemplo acero. El holograma (7) se realizará en material fotosensible sobre un sustrato rígido o flexible transparente y de su mismo índice de refracción. La óptica convencional (8) se fabricará con las mismas características – transparencia e índice de refracción – que la óptica difractiva, y en materiales acordes, como por ejemplo plásticos transparentes o vidrio, resistentes al clima y a la radiación UV, y de la mínima densidad posible.

La estructura (11) que da soporte al receptor (6) tendrá las medidas necesarias para que se produzca la concentración en dicho receptor. Sus dimensiones dependerán en gran medida de la concentración que se desea realizar, y en base a la cual se diseña la óptica convencional (8). Por ejemplo, para una concentración de 16X, y las dimensiones de módulo unitario mencionadas anteriormente, la estructura (11) colocará el receptor a una longitud de 3,3 metros respecto a conjunto óptico (7) y (8), distancia que se corresponde con la distancia focal de la óptica convencional (8). En esas condiciones, la anchura del receptor (6) es de 78 milímetros, es decir, la mitad de una célula solar convencional de 156 milímetros de lado. Todas estas dimensiones varían y las geometrías se adaptan en función del factor de concentración deseado, que puede variar a partir de 10X.

En diversas configuraciones, el receptor (6) puede ser una célula solar para un sistema fotovoltaico, o una tubería de fluido caloportador para un sistema solar térmico o termoeléctrico. En el caso de que el receptor (6) sea una célula fotovoltaica, ha de ir acompañado de un disipador de calor (12), que puede ser activo – como por ejemplo una tubería con fluido refrigerante, con lo cual se puede tener un sistema solar híbrido térmico/fotovoltaico – o pasivo, como por ejemplo una estructura estática de aletas disipadoras. Si se trata de un sistema solar termoeléctrico o térmico, no hay necesidad de disipador de calor (12) y la tubería de fluido caloportador se convierte en el receptor (6).

Todas esas configuraciones, además, pueden realizarse en sistemas concentradores por reflexión, tal y como se representa en la Figura 4, donde la óptica difractiva o elemento óptico holográfico (7) es por ejemplo un holograma de reflexión, y la estructura (11)

que soporta la parte de generación se sitúa por encima de la que soporta la parte óptica (10). O, también, pueden realizarse en sistemas concentradores por transmisión, tal y como se representa en la Figura 5, donde la óptica difractiva (7) es por ejemplo un holograma de transmisión, y la estructura (11) que soporta la parte de generación se sitúa por debajo de la que soporta la parte óptica (10).

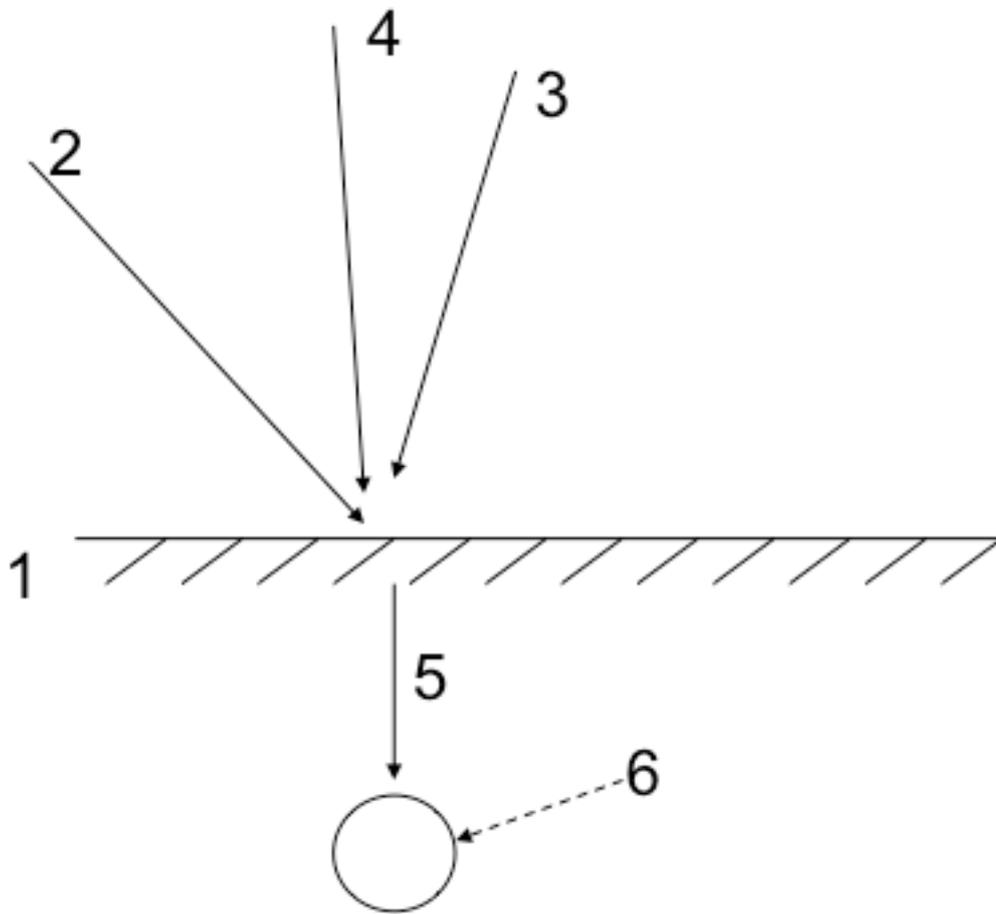
5

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Sistema modular de concentración solar **caracterizado por** estar compuesto por dos partes, una óptica que concentra en una de generación, la primera de ellas formada por un elemento óptico holográfico (7) acoplado a una óptica concentradora convencional (8) del mismo o muy parecido índice de refracción sobre una estructura (10), y la segunda por un receptor de radiación (6), un disipador de calor (12) y una estructura (11).
- 10 2. Sistema modular de concentración solar según reivindicación 1, **caracterizado por** que las partes óptica y de generación están separadas físicamente en una de configuración, y están juntas en la otra configuración.
- 15 3. Sistema modular de concentración solar según reivindicación 1, **caracterizado por** que el elemento óptico holográfico (7) actúa de modo que, estando fijo, capta radiación incidente en todas las épocas del año y las horas del día, evitando así el seguimiento activo de la radiación solar, y cuya radiación saliente se efectúa en la dirección o direcciones determinadas por la óptica convencional (8).
- 20 4. Sistema modular de concentración solar según reivindicaciones 1 y 3, **caracterizado por** que la óptica convencional (8) concentra su radiación incidente, proveniente del elemento óptico holográfico (7), en el receptor de radiación (6) colocado en la distancia focal de la óptica convencional (8), y dicho diseño acoge factores de concentración a partir de 10X.
- 25 5. Sistema modular de concentración solar según reivindicación 1, **caracterizado por** que las estructuras (10) y (11) varían de posición, de tal forma que la inclinación de los planos de las ópticas (7) y (8), así como la del receptor (6) se ajustan a todas las latitudes.
- 30 6. Sistema modular de concentración solar según reivindicación 1, **caracterizado por** que el receptor (6) es una célula solar fotovoltaica en el caso de utilizarse como módulo solar fotovoltaico, o una tubería con fluido caloportador en el caso de utilizarse como panel solar térmico o termoeléctrico.
- 35 7. Sistema modular de concentración solar según reivindicaciones 1 y 6, **caracterizado por** que el disipador de calor (12) coincide con el receptor (6) en el caso de utilizarse como panel solar térmico o termoeléctrico, mientras que es un elemento separado en el caso de módulo solar fotovoltaico, y en este último caso es o bien un disipador activo mediante fluido en movimiento, conformando así un módulo híbrido térmico-fotovoltaico o termoeléctrico-fotovoltaico, o un disipador pasivo.
- 40 8. Sistema modular de concentración solar según reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por** que la óptica convencional (8) se sitúa encima del elemento óptico holográfico (7), y dicho conjunto – parte óptica – se sitúa por debajo de la parte de generación, conformando así un sistema modular de concentración solar por reflexión.
- 45 50

9. Sistema modular de concentración solar según reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por** que la óptica convencional (8) se sitúa debajo del elemento óptico holográfico (7), y dicho conjunto – parte óptica – se sitúa por encima de la parte de generación, conformando así un sistema modular de concentración solar por transmisión.

5



**Fig. 1**

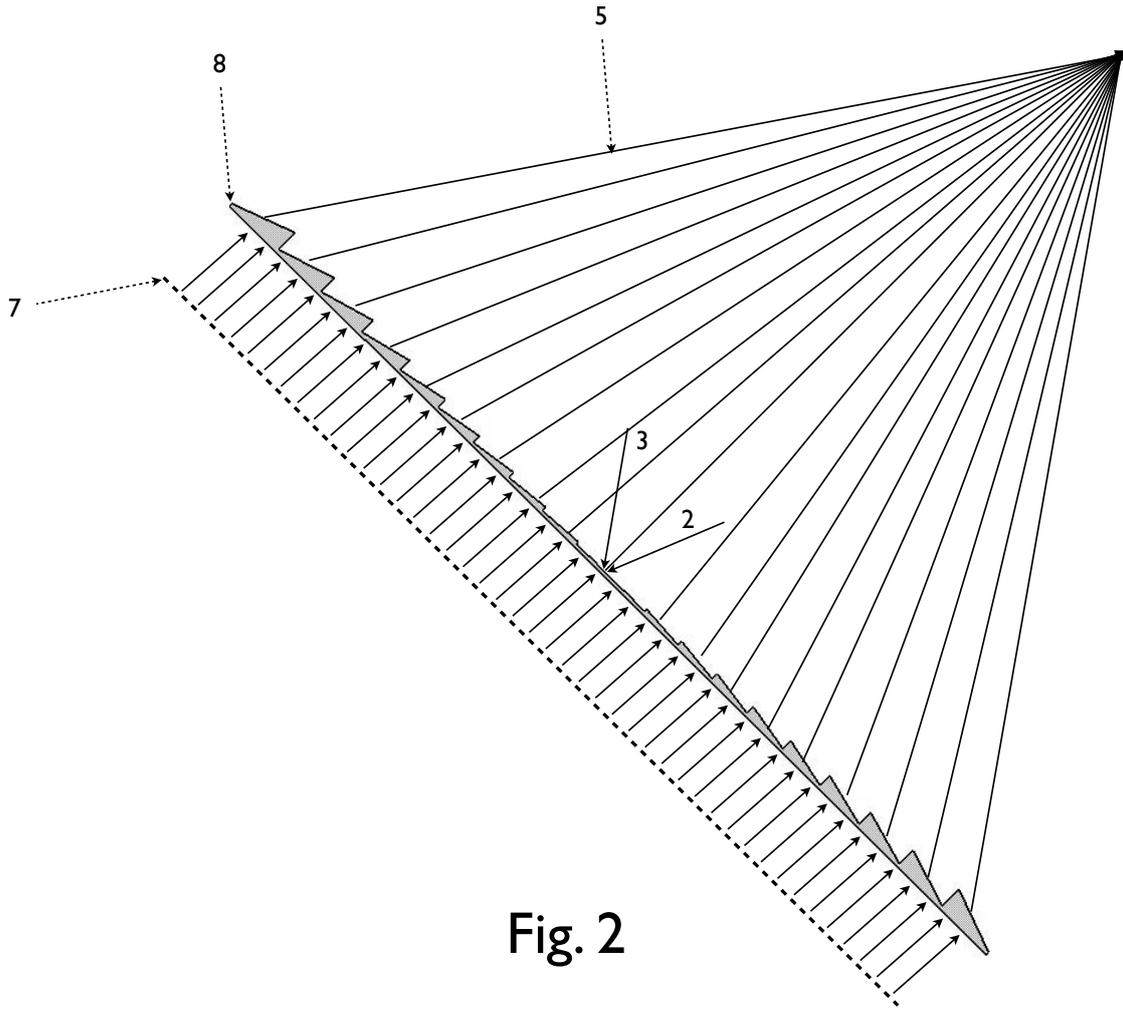


Fig. 2

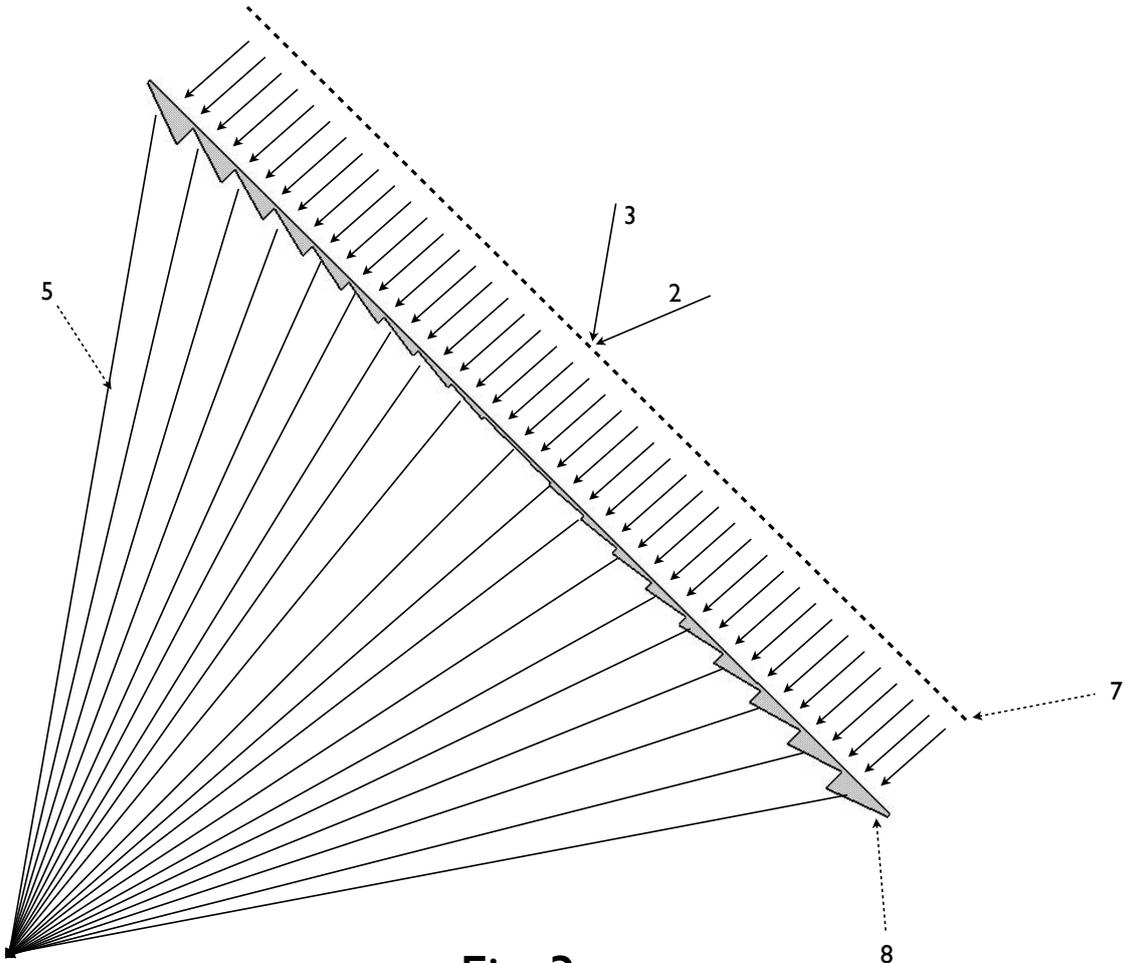


Fig. 3

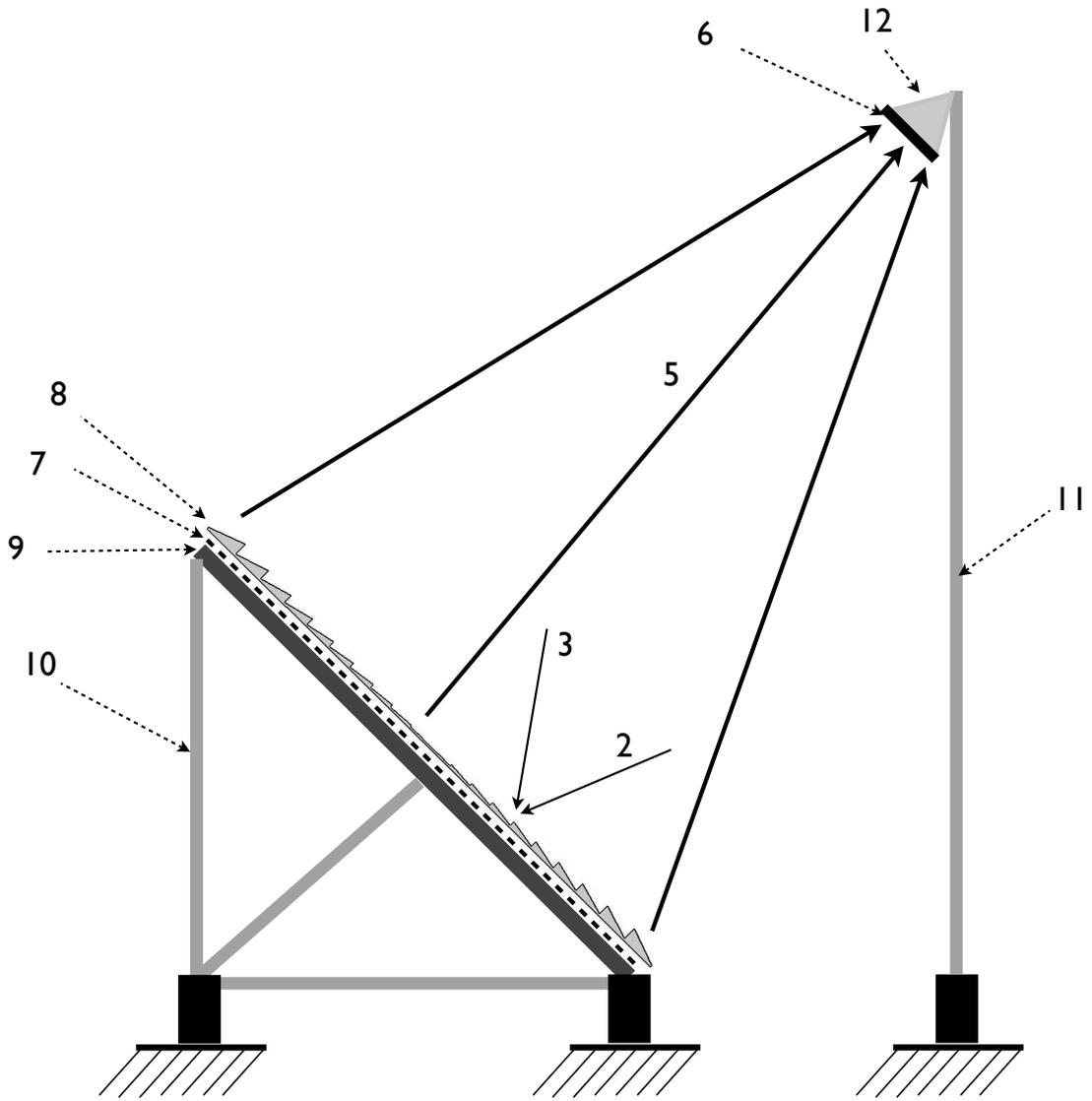


Fig. 4

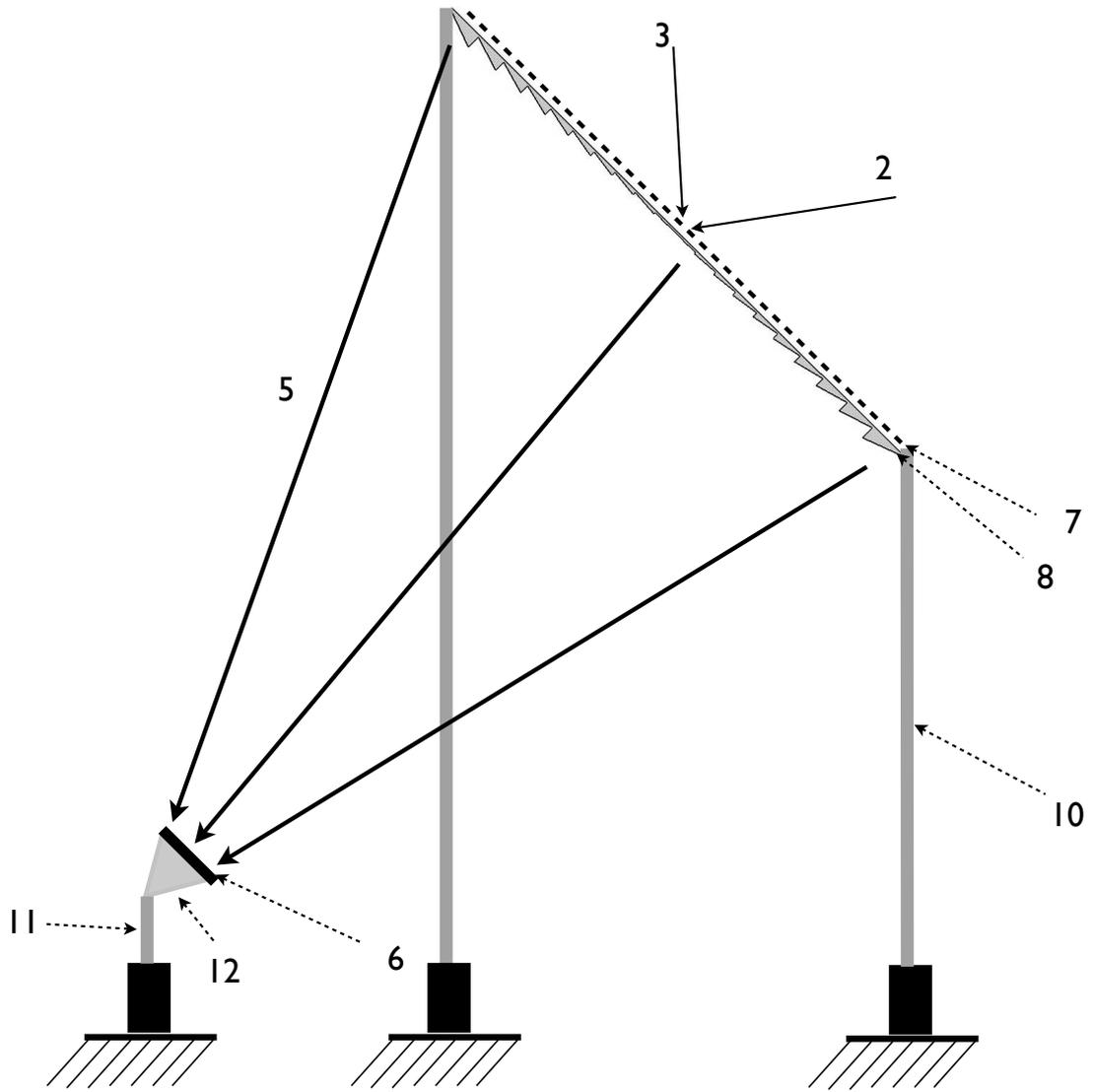


Fig. 5



- ②① N.º solicitud: 201431328  
 ②② Fecha de presentación de la solicitud: 15.09.2014  
 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
Y	WO 2008145113 A2 (SOLARTEC AG et al.) 04.12.2008, resumen EPODOC; resumen WPI; figuras, especialmente la 1; página 2, línea 12 – página 3, línea 9; página 5, línea 14 – página 7, línea 2; página 9, líneas 15-24; página 11, líneas 1-20; página 12, líneas 24-32; página 13, líneas 4-6; página 14, líneas 5-32; página 15, líneas 11-22.	1-9
Y	WO 9904296 A1 (TERRASUN L L C) 28.01.1999, figuras; resumen; página 7, línea 3 – página 8, línea 9.	1-9
A	US 2014174501 A1 (JOST ALFRED) 26.06.2014, resumen; figuras; párrafos 6,7,22,23,29.	1-9
A	US 2012186651 A1 (BICKMORE WILLIAM D) 26.07.2012, resumen; figuras, especialmente la 7 y 9; párrafos 2,10,13,15,43,44,47,48,50,54.	1-9
A	CN 103888051 A (UNIV BEIJING TECHNOLOGY) 25.06.2014, resumen EPODOC; resumen WPI; figuras, especialmente la 2.	1-9
A	WO 2009061502 A1 (SUNRGI et al.) 14.05.2009, resumen; figuras, especialmente las 3A y 4; párrafos 21,22,28,29,31,33.	1-9
A	TW 201428363 A (PROBRIGHT TECHNOLOGY INC) 16.07.2014, resumen EPODOC; resumen WPI; figuras.	1-9

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:

<b>Fecha de realización del informe</b> 29.10.2015	<b>Examinador</b> A. López Ramiro	<b>Página</b> 1/5
---	--------------------------------------	----------------------

## CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**H01L31/054** (2014.01)

**F24J2/06** (2006.01)

**G02B5/32** (2006.01)

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

H01L, F24J, G02B

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: 29.10.2015

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-9	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-9	<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	WO 2008145113 A2 (SOLARTEC AG et al.)	04.12.2008
D02	WO 9904296 A1 (TERRASUN L L C)	28.01.1999
D03	US 2014174501 A1 (JOST ALFRED)	26.06.2014
D04	US 2012186651 A1 (BICKMORE WILLIAM D)	26.07.2012
D05	CN 103888051 A (UNIV BEIJING TECHNOLOGY)	25.06.2014
D06	WO 2009061502 A1 (SUNRGI et al.)	14.05.2009

**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**

## Reivindicación 1

Entre los documentos encontrados, se considera el documento más próximo D01, dicho documento presenta (resumen EPODOC, resumen WPI, figuras, especialmente la 1; página 2, línea 12- página 3, línea 9; página 5, línea 14- página 7, línea 2; página 9, líneas 15-24; página 11, líneas 1-20; página 12, líneas 24-32; página 13, líneas 4-6; página 14, líneas 5-32; página 15, líneas 11-22) un sistema modular de concentración solar con dos partes, una óptica (21, 20, 50) que concentra en una de generación (40), la primera de ellas formada por un elemento óptico holográfico (50) acoplado a una óptica concentradora convencional (20) sobre una estructura (100), y la segunda por un receptor de radiación (40), un disipador de calor (85) y una estructura (90).

La diferencia entre el objeto de la presente solicitud y D01 se basa en que el elemento óptico holográfico tiene en la solicitud el mismo o muy parecido índice de refracción que la óptica concentradora convencional. No se indica nada al respecto en D01.

El efecto de dicha diferencia se basa en evitar una gran reflexión en el interfaz entre la óptica convencional y el elemento óptico holográfico (tal y como indica el propio solicitante página 4, línea 20 "para evitar o minimizar pérdidas por reflexión Fresnel").

Sin embargo, este efecto era sobradamente conocido y utilizado en el estado de la técnica, por lo que dicha diferencia no dota de carácter inventivo a la solicitud. Así, por ejemplo se conoce el documento D02, del mismo campo técnico, que ya menciona este efecto técnico. D02 presenta (página 7, línea 3 a página 8, línea 9) exactamente este efecto técnico, donde se indica que es necesario un índice de refracción muy parecido para evitar reflexiones Fresnel. Además, D02 presenta (resumen) un sistema modular de concentración solar caracterizado por estar compuesto por dos partes, una óptica que concentra en una de generación, la primera de ellas formada por un elemento óptico holográfico (10) acoplado a una óptica convencional (12) del mismo o muy parecido índice de refracción, y la segunda por un receptor de radiación (30 o 32 con 38).

Se observa en el estado de la técnica que existen numerosos documentos que combinan parte óptica de concentración con elementos holográficos y parte de generación, por lo que estas características se consideran sobradamente conocidas; Así, es conocido el documento D03 (resumen, figuras, párrafos 6, 7, 22, 29), que presenta un sistema modular de concentración solar de dos partes, una óptica que concentra en una de generación, la primera de ellas formada por un elemento óptico holográfico (14) acoplado a una óptica concentradora convencional (12), y la segunda por un receptor de radiación (15, 22).

A su vez, también se conoce D04 (resumen; figuras, especialmente la 7 y 9; párrafos 2, 10, 13, 15, 43, 44, 47, 48, 50 y 54) que presenta un sistema modular de concentración solar con dos partes (ver figura 9), una óptica que concentra en una de generación, la primera de ellas formada por un elemento óptico holográfico (HOE 140) acoplado a una óptica concentradora convencional (135) sobre una estructura (122), y la segunda por un receptor de radiación (124), y una estructura (122).

También se observa en D05 (resumen EPODOC, resumen WPI, figuras, especialmente la 2) que es sobradamente conocido en el estado de la técnica la utilización de sistemas modulares de concentración solar con dos partes, una óptica que concentra en una de generación, la primera de ellas formada por un elemento óptico holográfico (1) acoplado a una óptica concentradora convencional (lente de Fresnel, ver figura 2) del mismo o muy parecido índice de refracción sobre una estructura, y la segunda por un receptor de radiación (4, 5), y una estructura.

También D06 (resumen; figuras, especialmente las 3A y 4; párrafos 21, 22, 28, 29, 31, 33) presenta un sistema modular de concentración solar con dos partes, una óptica que concentra en una de generación, la primera de ellas formada por un elemento óptico holográfico (110, 105; 220, 205) acoplado a una óptica concentradora convencional (120; 215) sobre una estructura, y la segunda por un receptor de radiación (160, 161), un disipador de calor (párrafo 21) y una estructura.

Por lo mencionado, la reivindicación 1 presenta novedad (Artículo 6 LP) pero carece de actividad inventiva (Artículo 8 LP).

## Reivindicaciones 2, 3, 5-7, 9

Se puede observar que en D01 (figura 1) que las partes óptica (21, 20, 50) y de generación (40) están separadas físicamente. Lo mismo sucede en D03 (figura 1) o D05 (figura 2). No se considera el hecho de estar juntas en otra configuración dote de actividad inventiva de por sí a la solicitud. Además en D02 (figuras 7, 8), las partes óptica (10, 12) y de generación (30, 32) están juntas. Lo mismo sucede en D03 (figura 7).

Se considera la primera parte de la reivindicación 3, como un mero deseo, ya que no se indica qué características técnicas implican que el elemento óptico holográfico actúa de modo que, estando fijo, capta radiación incidente en todas las épocas del año y las horas del día, evitando así el seguimiento activo de la radiación solar. Además, el documento D01 también hace esta afirmación (resumen EPODOC, resumen WPI, figuras, especialmente la 1; página 2, línea 12- página 3, línea 9; página 5, línea 14- página 7, línea 2; página 11, líneas 1-20; página 12, líneas 24-32; página 13, líneas 4-6; página 14, líneas 5-32; página 15, líneas 11-22; especialmente página 9, líneas 15-24). También el documento D04 (párrafos 47, 48 y 54) hace esta afirmación. En D01 se observa que la radiación saliente se efectúa en la dirección o direcciones determinadas por la óptica convencional (figura 1, los rayos se desvían en el elemento 20, que es una lente de Fresnel).

En D01 (resumen EPODOC, resumen WPI, figuras, especialmente la 1; página 2, línea 12- página 3, línea 9; página 5, línea 14- página 7, línea 2; página 9, líneas 15-24; página 11, líneas 1-20; página 12, líneas 24-32; página 13, líneas 4-6; página 15, líneas 11-22; especialmente página 14, líneas 5-32) las estructuras (90) (y por lo tanto 100) varían de posición, de tal forma que la inclinación de los planos de las ópticas (20) y (50), así como la del receptor (40) se ajustan a todas las latitudes.

En D01 el receptor (40) es una célula solar fotovoltaica en el caso de utilizarse como módulo solar fotovoltaico. En D02 (figuras 11 y 12) existe la posibilidad de que el receptor sea un tanque con fluido caloportador (36) en el caso de utilizarse como panel solar térmico o termoelectrico. Ambas opciones son sobradamente conocidas en el estado de la técnica, y así en los documentos: D03 se indica la posibilidad de hacer uso de células fotovoltaicas o termofotovoltaicas (párrafos 6, 7, 22, 23, 29); D04 indica el uso de células fotovoltaicas; D06 (resumen; figuras, especialmente las 3A y 4; párrafos 21, 22, 28, 29, 31, 33) presenta la posibilidad de ambas opciones.

En D01 (página 11, líneas 1-19) el disipador de calor (85) es un elemento separado en el caso de módulo solar fotovoltaico, y es un disipador pasivo. No se considera que hacer uso de un disipador que coincida con el receptor en el caso de utilizarse como panel solar térmico o termoelectrico dote de actividad inventiva a la solicitud, ni dotar de otro tipo de disipador conocido en caso de ser un módulo solar fotovoltaico. Así por ejemplo D06 (resumen; figuras, especialmente las 3A y 4; párrafo 21, 22) presenta la posibilidad de que el disipador coincide con el receptor ya que existe la posibilidad de que sea un generador térmico.

En D01 (figura 1) la óptica convencional (20) se sitúa encima del elemento óptico holográfico (50), y dicho conjunto - parte óptica - se sitúa por encima de la parte de generación, conformando así un sistema modular de concentración solar por transmisión. En la solicitud, la óptica convencional se sitúa por debajo del elemento óptico holográfico. Sin embargo, no se considera que dicha configuración dote de por sí de actividad inventiva a la solicitud. A su vez se observa que en la segunda configuración de D01 (figura 2) la óptica convencional (120) se sitúa debajo del elemento óptico holográfico (50), y dicho conjunto - parte óptica - se sitúa por encima de la parte de generación (40), conformando así un sistema modular de concentración solar por transmisión

Por lo mencionado, las reivindicaciones 2, 3, 5-7 y 9 presentan novedad (Artículo 6 LP) pero carecen de actividad inventiva (Artículo 8 LP).

## Reivindicación 4

Se puede observar en D01 (figura 2) que la óptica convencional (120) concentra su radiación incidente, proveniente del elemento óptico holográfico (50), en el receptor de radiación (40) colocado en la distancia focal de la óptica convencional (120). No se indica el factor de concentración de dicho diseño. Sin embargo, no se considera que acoger factores de concentración a partir de 10X dote de actividad inventiva a la solicitud, al ser una mera opción de diseño.

Por lo mencionado, la reivindicación 4 presenta novedad (Artículo 6 LP) pero carece de actividad inventiva (Artículo 8 LP).

## Reivindicación 8

Ni en el documento D01 ni en D02 se presenta una configuración del sistema modular de concentración solar que sea por reflexión. Así, de las dos configuraciones presentadas se considera novedosa la configuración en la que la óptica convencional se sitúa encima del elemento óptico holográfico, y dicho conjunto - parte óptica - se sitúa por debajo de la parte de generación. Sin embargo, en sistemas modulares de concentración solar, se considera evidente la opción de diseño de hacerlas por transmisión o reflexión cuando se hace uso de ópticas de concentración convencionales. Por lo tanto dicha característica no dota de actividad inventiva a la solicitud. En D06 (figura 4) se presenta un sistema de concentración solar por reflexión; también se conoce la opción de este sistema por transmisión (figura 3A).

Por lo mencionado, la reivindicación 8 presenta novedad (Artículo 6 LP) pero carece de actividad inventiva (Artículo 8 LP).