



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 364 115**

② Número de solicitud: 200902422

⑤ Int. Cl.:

F24J 2/10 (2006.01)

G02B 5/10 (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

② Fecha de presentación: **30.12.2009**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **25.08.2011**

④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
25.08.2011

⑦ Solicitante/s:
ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES, S.A.
Avda. de La Buhaira, 2
41018 Sevilla, ES

⑦ Inventor/es: **Núñez Bootello, Juan Pablo**

⑦ Agente: **García-Cabrerizo y del Santo, Pedro María**

⑤ Título: **Colector solar cilindro paramétrico con reconcentrador secundario optimizado y su procedimiento de diseño.**

⑤ Resumen:

Colector solar cilindro paramétrico con reconcentrador secundario optimizado y su procedimiento de diseño. Colector cilindro paramétrico con reconcentrador secundario optimizado y su procedimiento de diseño, donde la geometría del reflector primario es una evolución del concepto de colector Helmet hacia una curva discontinua que permite aumentar la concentración C/C_{max} a más de 0.52 así como reducir las cargas de viento. La estructura está optimizada para soportar las diferentes cargas a las que está sometido el colector. El centro de gravedad del colector se aproxima al eje de giro del colector. La geometría del reconcentrador secundario está optimizada y la eficiencia de colección del colector es del 100%. El reconcentrador secundario se obtiene espejando parcialmente el tubo de vidrio que mantiene el vacío en el tubo absorbedor.

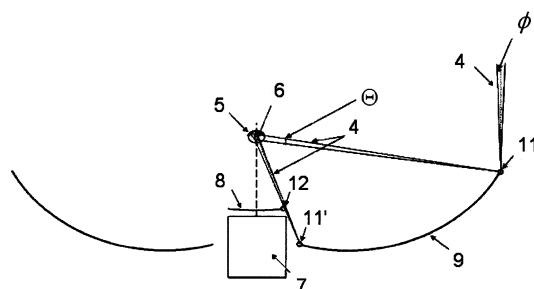


FIGURA 3

ES 2 364 115 A1

ES 2 364 115 A1

DESCRIPCIÓN

Colector solar cilindro paramétrico con reconcentrador secundario optimizado y su procedimiento de diseño.

5 Sector técnico de la invención

La invención se encuadra en el sector técnico de la tecnología termosolar, más concretamente en los sistemas de concentradores lineales de tipo cilíndrico.

10 Antecedentes de la invención

El principio general de la tecnología termosolar está basada en el concepto de la concentración de la radiación solar para calentar un fluido caloportador y generar electricidad.

15 La captación de energía solar y su concentración es uno de los mayores retos en el desarrollo de plantas termosolares. Existen principalmente dos tipos de tecnologías de concentradores: la concentración puntual y la concentración lineal. La lineal es más fácil de instalar al tener menos grados de libertad, pero tiene un factor de concentración menor y por lo tanto puede alcanzar menores temperaturas que la tecnología de concentración puntual.

20 Dentro de los concentradores puntuales se distinguen los concentradores de disco parabólicos y las centrales de torre. Dentro de la tecnología lineal, el Concentrador Cilindro Parabólico (CCP) es el sistema de concentración más maduro y ahora empiezan a surgir los nuevos Colectores Lineales tipo Fresnel (CLF).

25 Los colectores Fresnel están compuestos por un sistema primario y un secundario. El primario lo forman una serie de filas paralelas de espejos reflectores, planos o ligeramente curvados, con estructuras móviles que son los que se encargan de emitir y orientar la radiación solar al secundario. La radiación llega a la apertura del secundario y es redireccionada por unos espejos a un “tubo” focal imaginario que es donde se coloca el tubo absorbedor.

30 Este sistema secundario queda elevado sobre el campo de espejos a varios metros de altura y se encarga de reconcentrar la radiación solar que emite el primario y direccionarla hacia un tubo absorbedor.

35 La tecnología cilindro-parabólica es una tecnología más madura y con un extenso historial que demuestra estar preparada para la instalación a gran escala. Esta tecnología lleva siendo instalada a nivel comercial desde los años 80 con un excepcional comportamiento. Desde entonces, ha experimentado importantes mejoras a nivel de costes y rendimientos. Actualmente hay 300 MWs en operación, 400 en construcción y alrededor de 6 GWs en promoción a nivel mundial.

40 La tecnología cilindro-parabólica basa su funcionamiento en seguimiento solar y en la concentración de los rayos solares en unos tubos receptores de alta eficiencia térmica localizados en la línea focal de los colectores cilindro parabólicos. En estos tubos, un fluido transmisor de calor, tal como aceite sintético, es calentado a aproximadamente 400°C por los rayos solares concentrados. Este aceite es bombeado a través de una serie de intercambiadores de calor para producir vapor sobrecalentado. El calor presente en este vapor, se convierte en energía eléctrica mediante una turbina de vapor convencional y un alternador.

45 Los componentes principales del campo solar de la tecnología cilindro-parabólica son:

- El reflector cilindro-parabólico: La misión del reflector cilindro parabólico es reflejar y concentrar sobre el tubo absorbedor la radiación solar directa que incide sobre la superficie. La superficie especular se consigue a través de películas de plata o aluminio depositadas sobre un soporte que le da la suficiente rigidez. En la actualidad los medios de soporte más utilizados son la chapa metálica, el vidrio y el plástico. Se denomina reflector primario.
- El tubo absorbedor: Por lo general, el tubo absorbedor consta de dos tubos concéntricos separados por una capa de vacío. El interior, por el que circula el fluido que se calienta es metálico y el exterior de cristal. El fluido de trabajo que circula por el tubo interior es diferente según la tecnología. Para bajas temperaturas ($< 200^{\circ}\text{C}$) se suele utilizar agua desmineralizada con Etileno-Glicol mientras que para mayores temperaturas ($200^{\circ}\text{C} < T < 450^{\circ}\text{C}$) se utiliza aceite sintético. Las últimas tecnologías permiten la generación directa de vapor sometiendo a alta presión a los tubos o bien la utilización de sales como fluido caloportante.
- El sistema de seguimiento del sol: El sistema seguidor más común consiste en un dispositivo que gira los reflectores cilindro-parabólicos del colector alrededor de un eje longitudinal, de manera que los rayos incidan siempre perpendiculares a este eje y paralelos al eje óptico de la parábola.
- La estructura metálica: La misión de la estructura del colector es la de dar rigidez al conjunto de elementos que lo componen.

65 En el caso del colector cilindro parabólico actual todos los rayos que llegan a la parábola dentro del ángulo de incidencia de diseño, son reflejados al tubo absorbedor. La eficiencia de colección de este concentrador, definida como la fracción de potencia incidente dentro del ángulo de aceptación del primario, que alcanza el tubo absorbedor es del

100%. Es posible comprobar que la concentración del colector cilindro parabólico actual ronda los 26 soles mientras que el segundo principio de la termodinámica permite afirmar que es posible alcanzar los 83 soles. Quiere decir que, teóricamente, la concentración del colector actual podría aumentarse aún 3.19 veces manteniendo el mismo ángulo de aceptación.

5

A lo largo de la historia reciente se han realizado diferentes intentos de aumentar la concentración de los colectores cilindro parabólicos mediante el uso de reconcentradores secundarios. De entre ellos se ha demostrado que es posible alcanzar la concentración máxima con una eficiencia de colección del 100% con el reconcentrador tipo CPC (Compound Parabolic Concentrator) para receptor tubular. Sin embargo, desde el punto de vista práctico, este reconcentrador presenta algunos inconvenientes importantes que penalizan su utilización. En unos casos el secundario junto con el tubo absorbedor deben alejarse de la parábola primaria; y en otros se generan geometrías de secundario complejas y difíciles de fabricar. El inconveniente más importante es, sin embargo, que el reconcentrador debe mantenerse en contacto o muy cerca del tubo absorbedor lo cual obliga a los diseñadores a localizar el reconcentrador dentro del tubo de vidrio que mantiene el vacío o a irse a soluciones sin vacío y sin tubo de vidrio, conceptos ya probados en algunos concentradores tipo fresnel. Algo similar le ocurriría con reconcentradores tipo TERC (Tailored Edge Ray Concentrator).

10

15

El uso de reconcentradores tipo CPC o tipo TERC son, por tanto, más justificables desde el punto de vista de colectores fresnel en los que el secundario queda estático y desvinculado mecánicamente del primario, en los que es posible irse a mayores separaciones entre el primario y el secundario y/o en los que es posible aislar térmicamente el conjunto sin utilizar vacío sirviéndose, en parte, del propio reconcentrador secundario. Otras ventajas tradicionalmente esgrimidas a favor del colector fresnel son que este tipo de colectores permiten reducir el coste en estructura, entre otros, debido a una reducción de las cargas de viento actuantes sobre los espejos primarios tras la discretización del primario en tramos más pequeños y que la radiación solar le llega al tubo en todo su perímetro reduciendo las tensiones térmicas a las que está sometido.

20

Volviendo a los colectores cilindro parabólicos, otra de las mejoras y que supone el antecedente más cercano de la invención reivindicada, es una publicación (Benitez *et al.*, 1997) en la que se presentan dos nuevos tipos de concentradores solares para receptores tubulares, denominados “Snail concentrator” y “Helmet concentrator”, cuya principal característica es que existe un espacio o hueco entre el reconcentrador secundario y el tubo absorbedor, lo cual permite aprovecharse del tubo de vidrio para espejar una parte de su perímetro interior y generar el reconcentrador secundario. Una de las diferencias entre el colector Snail (llamado así por la forma de caracol del reconcentrador secundario) y el colector Helmet (llamado así por la forma de casco del secundario) es que este último es simétrico (como los concentradores parabólicos convencionales) mientras que el primero no lo es.

25

El hecho diferencial e innovador de estos diseños es que ya no se obliga al reflector primario a tener una geometría parabólica; pero no se describe el método (al menos los inventores no lo han localizado) para diseñar la nueva geometría y hacerla más eficiente.

En ese sentido, Benitez *et al.* documentan en su artículo “Contactless two-stage concentrators for a tubular absorber” que con el colector tipo Helmet es posible alcanzar C/C_{max} del orden del 72.8% para una aceptación de primario de $\pm 0.73^\circ$, una separación entre el secundario y el tubo absorbedor de 12.1 veces el radio del tubo absorbedor, un semiángulo de apertura de $\pm 86.2^\circ$, una eficiencia de colección del 96.8% y un número de reflexiones promedio en el secundario del orden de 0.40. Por la experiencia acumulada en la construcción de plantas de colectores cilindro parabólicos es posible documentar que la estructura es el elemento que más peso tiene desde el punto de vista de los costes del colector.

30

Un inconveniente del concepto de colector Helmet es que, si no reducimos el diámetro del tubo absorbedor -lo cual es necesario para mantener controladas las pérdidas de carga desde el punto de vista de proceso- el aumento anteriormente referido en la concentración respecto al colector actual conlleva un aumento de la apertura del primario. Si el reflector primario empieza a ganar en apertura se penaliza el gasto en la estructura del colector, pues las cargas de viento empezarían a hacerse tan grandes que el óptimo económico indicaría que sería necesario pasar a una solución con primario discretizado o tipo fresnel. Además, en las condiciones anteriores, el concepto Helmet, aún teniendo semiángulos de apertura parecidos a los actuales, implica aumentar la separación actual entre el tubo absorbedor y el reflector primario, lo cual vuelve a penalizar por segunda vez la estructura del colector.

35

Así pues, la presente invención se centra en el desarrollo de un colector cilíndrico paramétrico que, partiendo del concepto Helmet lo evoluciona, optimizando la geometría del reflector primario, alejándose de la convencional geometría parabólica actual, pero manteniendo los requerimientos estructurales y con un coste similar o inferior al actual.

40

Descripción de la invención

La presente invención se refiere a un concentrador lineal que se denominará, de ahora en adelante, concentrador cilindro paramétrico y que cuenta con un reconcentrador secundario optimizado.

45

Se trata de un colector solar innovador y simétrico formado por un espejo primario de geometría optimizada ópticamente para maximizar la concentración total, un reconcentrador secundario y un tubo absorbedor.

ES 2 364 115 A1

La geometría del reflector primario es una curva discontinua que permite aumentar la concentración C/C_{max} a más de 0.52 -un 65% superior a la actual- así como reducir las cargas de viento. La estructura está optimizada para soportar las diferentes cargas a las que está sometido el colector además, el centro de gravedad del colector se sitúa muy próximo al eje de giro del propio colector.

La geometría del reconcentrador secundario está optimizada y la eficiencia de colección del colector es del 100%. El número de reflexiones promedio en el secundario queda minimizado e inferior a 0.15.

El proceso de diseño del colector se describe paso a paso en la realización detallada de la invención.

El reflector primario es discontinuo y está constituido por dos o más tramos -dos de ellos paramétricos y simétricos y otro tramo parabólico con una o varias secciones, situado centralmente entre los tramos paramétricos anteriores,- y con un semiángulo de apertura similar al del colector cilindro parabólico actual. La discontinuidad genera una pequeña pérdida en concentración neta de 1 ó 2 puntos porcentuales frente al caso en el que no existiera la discontinuidad y que será mayor cuanto más se aproxime el tramo parabólico al tubo absorbedor. En contrapartida la eficiencia de colección del colector se mantiene en el 100%, se reduce la distancia promedio de los puntos del reflector primario al centro del tubo absorbedor en un 15% frente al caso en el que no existiera la discontinuidad, y se minimiza el número promedio de reflexiones en el secundario.

El cuerpo central de la estructura del colector queda encajada en dicha discontinuidad lo cual permite acercar el tubo absorbedor a la estructura, reducir las cargas de viento y acercar el centro de gravedad del colector al eje de giro del propio colector. Eventualmente puede contrarrestarse el efecto de la doble reflexión por un aumento de la aceptación de diseño del colector sacrificando algo la ganancia en apertura.

El tramo parabólico puede dividirse, si se considera más apropiado, en varios tramos creando un mayor número de discontinuidades.

El reconcentrador secundario se fabrica espejando parte del tubo de vidrio que mantiene el vacío del tubo absorbedor y asegura que todos los rayos lleguen al tubo de vacío.

El tubo de vacío comprende un tubo interior con forma circular o no circular, generalmente de acero, y con un recubrimiento absorbente selectivo que maximiza la absorción de la luz solar y minimiza su emisividad por temperatura, y por un tubo de vidrio parcialmente espejado con una geometría circular o no circular y optimizada ópticamente para aumentar la concentración de la luz del sol en el tubo de acero. En la parte no espejada el tubo de vidrio tendrá un recubrimiento antirreflectante que optimice la absorción de la luz solar. El tubo receptor en su conjunto tendrá doble función: funcionará como tubo receptor y como reconcentrador secundario. Los dos tubos que lo conforman podrán ser o no coaxiales y podrá existir o no vacío entre ellos. El tubo interior será dimensionado para aceptar cualquier rango de presiones de operación, estará constituido por materiales metálicos, o aleaciones, o cermetes, o materiales con propiedades funcionalmente graduadas FGMs u otros de forma tal que el fluido caloportador que circule por el interior del tubo pueda ser cualquiera: aceite, agua, CO₂, sales, líquidos iónicos u otros.

Por tanto, el concepto planteado aglutina las ventajas de los dos colectores lineales por excelencia como son:

- una elevada eficiencia óptica durante todo el día solar,
- el aumento de la apertura del reflector primario y de la concentración,
- la reducción de las cargas de viento y del coste en estructura del colector por m² de apertura,
- mejora del comportamiento ante estrés térmico por el hecho de que el tubo absorbedor queda iluminado en todo su perímetro,
- una reducción de las pérdidas térmicas del colector no sólo por un aumento en la concentración sino también porque el tubo absorbedor deja de ver el cielo en su intercambio radiante por su parte trasera para ver el reconcentrador secundario,
- y la posibilidad de aumentar la temperatura de trabajo del colector y la eficiencia del bloque de potencia con generación directa de vapor o con nuevos fluidos caloportadores.

60 Descripción de los dibujos

Para complementar la descripción se acompaña un juego de dibujos donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

65 Figura 1. Colector Snail. Estado de la técnica.

Figura 2. Colector Helmet. Estado de la técnica

Figura 3. Concentrador cilindroparamétrico de la invención

Figura 4. Tubo absorbedor mejorado

5 Figura 5. Detalle del trazado de rayos sobre el reconcentrador secundario

Los elementos que se mencionan en las referencias representan:

1. Reflector primario
- 10 2. Reconcentrador secundario
3. Receptor (tubo de vidrio + tubo absorbedor)
- 15 4. Radiación solar
5. Reconcentrador secundario optimizado
- 20 6. Tubo absorbedor
- 6'. Tubo de vidrio
7. Cuerpo central de la estructura
- 25 8. Tramo parabólico del reflector primario de la invención
9. Tramos paramétricos del reflector primario de la invención
- 30 10. Zona espejada

Realización detallada de la invención

La presente invención se refiere a un concentrador solar cilíndrico paramétrico con reconcentrador secundario optimizado.

35

La figura 1 y la figura 2 reflejan el estado del arte considerado por los inventores como más cercano a la invención reivindicada. La figura 1 muestra un colector Snail y la figura 2 un colector Helmet. En ambos casos el secundario (2) se sitúa fuera del receptor (3) y por encima de él. En el concentrador Snail (figura 1) adopta una geometría en espiral que hace que los rayos del sol (4) vayan rebotando hacia el receptor (3). En el colector Helmet (figura 2) el reflector primario (1) es discontinuo y simétrico, dejando un hueco o espacio libre intermedio y por donde se coloca el secundario (2) aunque más próximo al receptor (3) también para que los rayos (4) reboten en él.

40

La figura 3 muestra el colector de la invención. La geometría del reflector primario es de tipo discontinuo, lo que implica que existen uno o varios huecos o espacios y/o discontinuidades a lo largo del mismo. Dicho receptor es simétrico y con geometría que no es parabólica en toda su longitud.

45

Concretamente, la geometría del reflector primario de la invención cuenta con un primer tramo parabólico (8), más cercano al tubo absorbedor (6) y un segundo tramo paramétrico (9) dividido en dos partes simétricas.

50

El proceso de diseño del colector es el siguiente (ver figura 3):

55

- Siendo ϕ el semiángulo de aceptación de la radiación incidente en el reflector primario (1), en primer lugar se traza la curva lugar geométrico de los puntos desde los cuales es posible emitir luz confinada en un ángulo de apertura θ igual a 2ϕ de tal forma que los rayos extremos del mencionado haz de luz (4) resulten tangentes al tubo absorbedor (6), uno de ellos sin reflexión alguna sobre el reconcentrador secundario (5) y el otro tras una única reflexión sobre el referido reconcentrador (5). El punto extremo (11) de esta curva, la geometría completa del reconcentrador secundario (5) espejado (10) y la posición relativa entre el tubo absorbedor (6) y el tubo de vidrio (6'), se obtienen imponiendo la condición de simetría y obligando a que, para el punto en cuestión (11), todos los rayos (4) intermedios situados entre los referidos rayos extremos alcancen el tubo absorbedor (6) tras una o ninguna reflexiones en el reconcentrador secundario (5).

60

65

- En segundo lugar se traza la curva que, pasando por el punto (11) asegura que los rayos incidentes perpendiculares al frente de ondas inclinado un ángulo ϕ respecto a la horizontal en el sentido de las agujas del reloj, son reflejados tangentes al tubo absorbedor (6). Las dos curvas anteriores intersectan en los puntos (11) y (11') y definen los límites de la curva del tramo paramétrico derecho (9) del reflector primario. El tramo paramétrico izquierdo del reflector primario es el simétrico del anterior.

ES 2 364 115 A1

De esta manera se consigue definir una geometría que permite que el 100% de los rayos incidentes a la curva paramétrica, con ángulo de incidencia comprendido dentro de la aceptación de diseño, se reflejen alcanzando el tubo absorbedor.

- 5
- El segundo tramo de la geometría del reflector primario es un tramo parabólico (8). Los dos puntos extremos (12) del tramo parabólico (8) reúnen tres condiciones: son simétricos, ven al tubo (6) con una aceptación igual o superior a la de diseño y no bloquean el haz de luz reflejado por el punto (11') y por su simétrico. En estos dos puntos se manifiestan sendas discontinuidades en la geometría del primario.

10 El cuerpo central de la estructura (7) del colector queda encajada en dichas discontinuidades lo cual permite acercar el tubo absorbedor (6) a la estructura (7), reducir las cargas de viento y acercar el centro de gravedad del colector al eje de giro del propio colector.

15 Aunque en la realización preferente el tramo parabólico (8) sea único, podría dividirse a su vez en varios tramos creando un mayor número de discontinuidades.

El reconcentrador secundario optimizado (5) se fabrica espejando parte del tubo de vidrio que mantiene el vacío del tubo absorbedor y asegura que todos los rayos llegan al tubo de vacío.

20 En la figura 4 se puede ver el tubo receptor que comprende un tubo interior (6) con forma circular o no y con material y recubrimiento especial para maximizar la absorción de la luz solar y minimizar su emisividad por temperatura y por un tubo de vidrio (6') parcialmente espejado (10) con una geometría circular o no circular y optimizada ópticamente para aumentar la concentración de la luz del sol en el tubo de acero (6). La parte espejada (10) se sitúa en la parte exterior o en la parte interior del tubo de vidrio (6'). En la parte no espejada el tubo de vidrio (6') tendrá un recubrimiento antirreflectante que optimice la absorción de la luz solar. El tubo receptor en su conjunto tendrá doble función: funcionará como tubo receptor y como reconcentrador secundario optimizado (5). Los dos tubos (6, 6') que lo conforman podrán ser o no coaxiales y podrá existir o no vacío entre ellos.

30 El tubo interior (6') será dimensionado para aceptar cualquier rango de presiones de operación y su material será tal que el fluido caloportador que circule por el interior del tubo pueda ser cualquiera: aceite, agua, CO₂, sales, líquidos iónicos.

35 En la figura 5 se muestra un trazado de rayos con diferentes ángulos de incidencia comprendidos dentro de la aceptación de diseño del primario. La figura muestra cómo inciden los rayos solares (4) sobre el reconcentrador secundario (5) para ir a terminar en el tubo absorbedor (6).

40 Este diseño de receptor solar está especialmente concebido para colectores lineales para tecnología termosolar, pero no se descarta su posible aplicación en otros campos, como la tecnología fotovoltaica o aplicaciones de generación de agua caliente sanitaria o calor industrial realizándole las adaptaciones apropiadas.

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Colector solar cilindro paramétrico con reconcentrador secundario optimizado, formado por un reflector primario discontinuo y simétrico de geometría no parabólica en su totalidad, **caracterizado** porque la geometría del reflector primario comprende como mínimo dos tramos simétricos de geometría paramétrica (9), un tramo parabólico (8) situado centralmente entre los tramos paramétricos, estando el tramo parabólico situado más cercano al tubo absorbedor (6) que los tramos simétricos de geometría paramétrica (9) y un secundario optimizado (5) que funciona como tubo receptor y como reconcentrador secundario y que comprende un tubo absorbedor interior (6) con recubrimiento absorbente selectivo y un tubo de vidrio exterior (6') parcialmente espejado (10), con la parte espejada situándose o en la parte exterior o en la parte interior del tubo de vidrio.

2. Colector solar cilindro paramétrico con reconcentrador secundario optimizado según reivindicación 1, **caracterizado** porque el cuerpo central de la estructura (7) del colector queda encajada en la discontinuidad que se forma entre los tramos simétricos del reflector primario (9), quedando el centro de gravedad del colector muy próximo al eje de giro del propio colector.

3. Colector solar cilindro paramétrico con reconcentrador secundario optimizado según reivindicación 1, **caracterizado** porque el tramo parabólico (8) se divide en varias secciones independientes.

4. Colector solar cilindro paramétrico con reconcentrador secundario optimizado según reivindicación 1, **caracterizado** porque la parte no espejada del tubo de vidrio (6') tiene un recubrimiento antirreflectante que optimice la absorción de la luz solar.

5. Colector solar cilindro paramétrico con reconcentrador secundario optimizado según reivindicación 1, **caracterizado** porque el tubo absorbedor interior (6) y el tubo de vidrio exterior (6') no son coaxiales.

6. Colector solar cilindro paramétrico con reconcentrador secundario optimizado según reivindicación 1, **caracterizado** porque el tubo absorbedor interior (6) y el tubo de vidrio exterior (6') son de geometría no circular.

7. Procedimiento de diseño de un colector solar cilindro paramétrico como el descrito en las reivindicaciones anteriores que comprende las siguientes etapas:

- Siendo ϕ el semiángulo de aceptación de la radiación incidente en el reflector primario (1), en primer lugar se traza la curva lugar geométrico de los puntos desde los cuales es posible emitir luz confinada en un ángulo de apertura θ igual a 2ϕ de tal forma que los rayos extremos del mencionado haz de luz (4) resulten tangentes al tubo absorbedor (6), uno de ellos sin reflexión alguna sobre el reconcentrador secundario (5) y el otro tras una única reflexión sobre el referido reconcentrador (5); el punto extremo (11) de esta curva, la geometría completa del reconcentrador secundario (5) espejado (10) y la posición relativa entre el tubo absorbedor (6) y el tubo de vidrio (6'), se obtienen imponiendo la condición de simetría y obligando a que, para el punto en cuestión (11), todos los rayos (4) intermedios situados entre los referidos rayos extremos alcancen el tubo absorbedor (6) tras una o ninguna reflexiones en el reconcentrador secundario (5).
- En segundo lugar se traza la curva que, pasando por el punto (11) asegura que los rayos incidentes perpendiculares al frente de ondas inclinado un ángulo ϕ respecto a la horizontal en el sentido de las agujas del reloj, son reflejados tangentes al tubo absorbedor (6); las dos curvas anteriores intersectan en los puntos (11) y (11') y definen los límites de la curva del tramo paramétrico derecho (9) del reflector primario; el tramo paramétrico izquierdo del reflector primario es el simétrico del anterior.
- El segundo tramo de la geometría del reflector primario es un tramo parabólico (8); los dos puntos extremos (12) del tramo parabólico (8) reúnen tres condiciones: son simétricos, ven al tubo (6) con una aceptación igual o superior a la de diseño y no bloquean el haz de luz reflejado por el punto (11') y por su simétrico; en estos dos puntos (12) se manifiestan sendas discontinuidades en la geometría del primario.

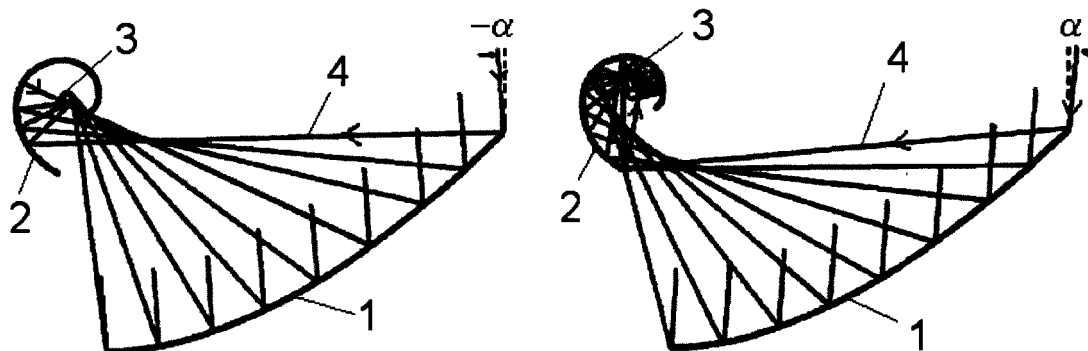


FIGURA 1
Estado del arte

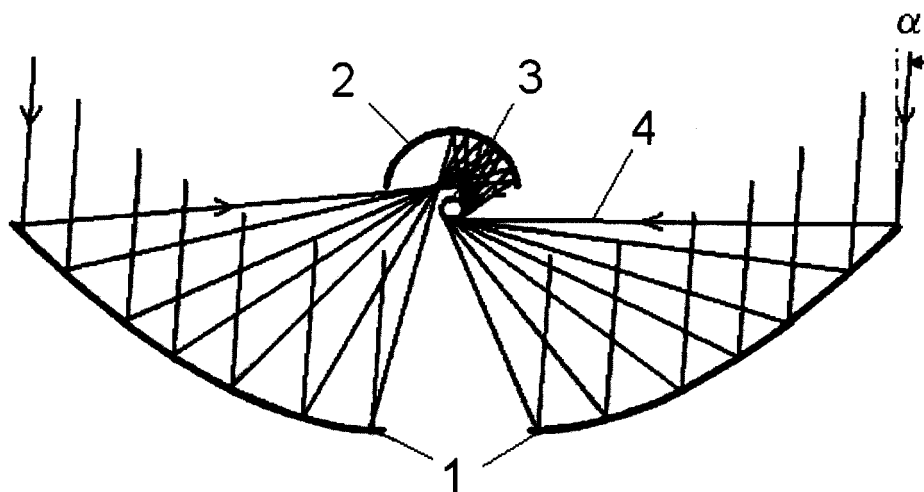


FIGURA 2
Estado del arte

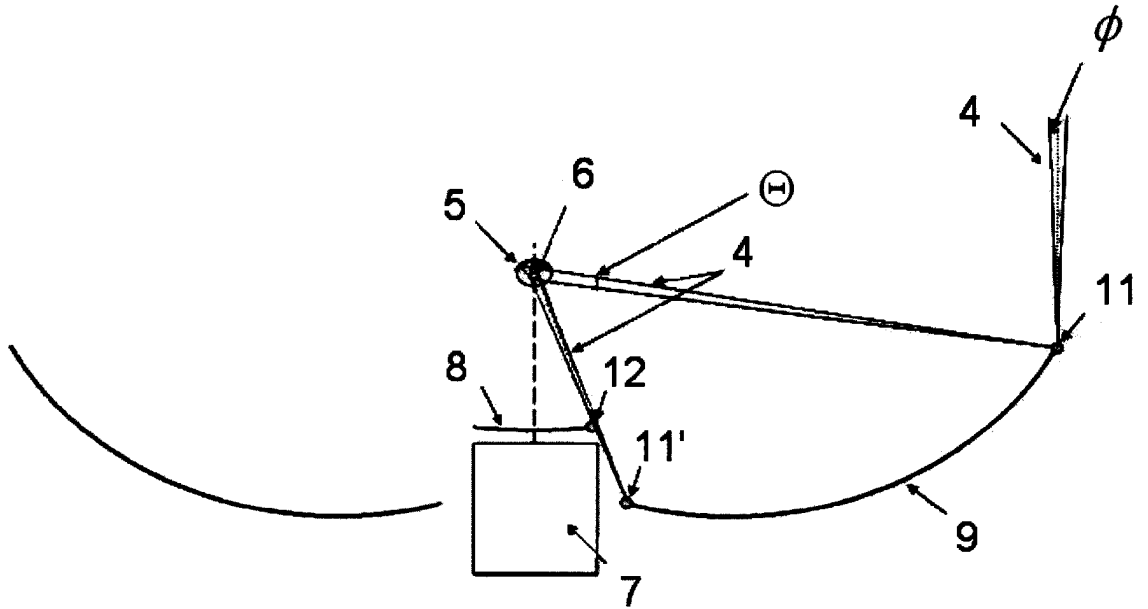


FIGURA 3

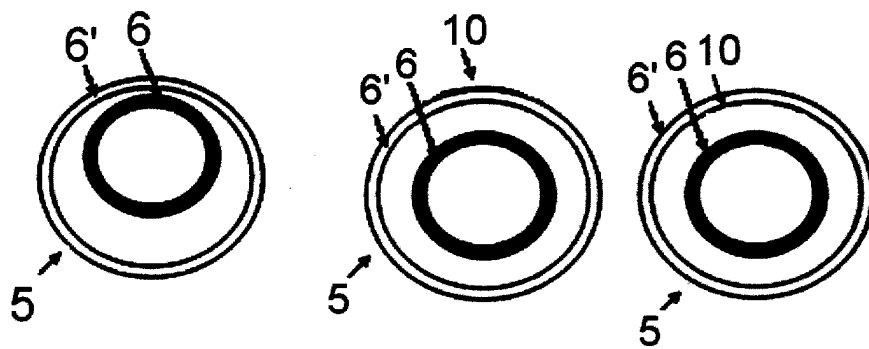


FIGURA 4

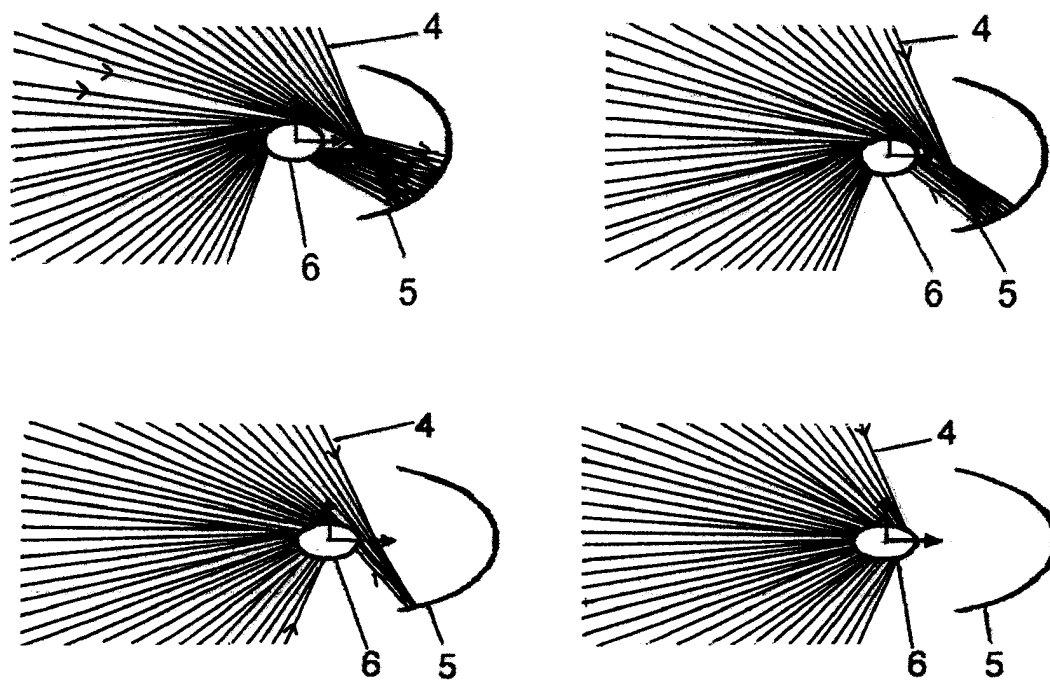


FIGURA 5



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 200902422

②② Fecha de presentación de la solicitud: 30.12.2009

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **F24J2/10** (2006.01)
G02B5/10 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	US 4142510 A (HARE JOHN G et al.) 06.03.1979, todo el documento.	1-6
Y	US 4119085 A (KNOWLES GREGORY W et al.) 10.10.1978, columna 2, línea 58 – columna 6, línea 14; figuras.	1-6
A	US 4432343 A (RIISE H NORMAN et al.) 21.02.1984, columna 2, línea 29 – columna 4, línea 58; figuras 1-3.	1,2,4,7
A	WO 2009113073 A2 (SAHAR G.N. INTERNAT LTD et al.) 17.09.2009, páginas 8,13,14; figuras 2A-2B.	1,3
A	WO 2004090437 A1 (COLLARES PEREIRA ENGENHARIA UN et al.) 21.10.2004, página 4, línea 8 – página 10, línea 21; figuras 1-4.	1,4-7
A	US 4230095 A (WINSTON ROLAND) 28.10.1980, columna 2, línea 57 – columna 6, línea 2; figuras.	1,5-7

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
10.08.2011

Examinador
A. Hoces Diez

Página
1/4

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

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: 10.08.2011

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-7	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 7	SI
	Reivindicaciones 1-6	NO

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

Base de la Opinión.-

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

1. Documentos considerados.-

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

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 4142510 A (HARE JOHN G et al.)	06.03.1979
D02	US 4119085 A (KNOWLES GREGORY W et al.)	10.10.1978
D03	US 4432343 A (RIISE H NORMAN et al.)	21.02.1984
D04	WO 2009113073 A2 (SAHAR G.N. INTERNAT LTD et al.)	17.09.2009
D05	WO 2004090437 A1 (COLLARES PEREIRA ENGENHARIA UN et al.)	21.10.2004
D06	US 4230095 A (WINSTON ROLAND)	28.10.1980

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

La solicitud de invención presenta dos reivindicaciones independientes:

- la reivindicación 1 se refiere a un colector solar cilindro paramétrico;
- la reivindicación 7 se refiere a un procedimiento de diseño de un colector solar cilindro paramétrico.

En relación con la reivindicación 1 independiente, el documento D01, que puede considerarse el más cercano al objeto de la reivindicación 1 y al que pertenecen las referencias numéricas que siguen, divulga un colector solar cilindro paramétrico con reconcentrador secundario formado por un reflector discontinuo y simétrico de geometría no parabólica en su totalidad donde la geometría del reflector comprende dos tramos simétricos de geometría paramétrica (11, 12), un tramo horizontal plano (19), situado centralmente entre los tramos paramétricos, estando el tramo horizontal plano situado más cercano al tubo absorbedor (17) que los tramos simétricos de geometría paramétrica (11, 12) y un secundario (16) que funciona como tubo receptor y como reconcentrador secundario y que comprende un tubo central (17) y unas superficies planas horizontales (18) que salen lateralmente del tubo (17).

El hecho de que el tramo intermedio del colector sea parabólico en lugar de plano no se considera que implique actividad inventiva por ser una alternativa de diseño ampliamente conocida en el estado de la técnica (ver documento D02, columna 4, líneas 15-17).

La diferencia entre el documento D01 y la reivindicación 1 radica en que el reconcentrador secundario comprende un tubo absorbedor interior con recubrimiento absorbente selectivo y un tubo de vidrio exterior parcialmente espejado, con la parte espejada situándose o en la parte exterior o en la parte interior del tubo de vidrio.

El documento D02 divulga un colector solar con un reconcentrador que comprende un tubo absorbedor interior (24, 24A-24F) con recubrimiento absorbente selectivo (40) y un tubo de vidrio exterior (22, 22A-22E) parcialmente espejado, con la parte espejada situándose o en la parte exterior (80E) o en la parte interior (80) del tubo de vidrio.

Para un experto en la materia resultaría obvio incorporar el reconcentrador descrito en el documento D02 al colector solar descrito en el documento D01, dando como resultado el objeto técnico recogido en la reivindicación 1 de la solicitud. Por tanto, la reivindicación 1 carece de actividad inventiva con relación a lo divulgado en los documentos D01 y D02 (Art. 8.1 LP11/1986).

Respecto a las reivindicaciones dependientes 2 a 6, las características de diseño descritas en las mismas son meras ejecuciones particulares ampliamente conocidas en el estado de la técnica (ver documentos citados D01 a D04). Por tanto, las reivindicaciones dependientes 2 a 6 carecen de actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986).

En relación con la reivindicación 7 independiente, la invención reivindicada no es obvia para un experto en la materia ya que no hay información en los documentos citados que puedan dirigir al experto en la materia al procedimiento de diseño reivindicado en la misma. Ninguno de los documentos citados en el Informe sobre el Estado de la Técnica, tomados solos o en combinación, revelan todas las características técnicas definidas en la reivindicación independiente 7. Por tanto, los documentos citados sólo reflejan el estado de la técnica y, en consecuencia, la reivindicación 7 es nueva e implica actividad inventiva (Art. 6.1 y 8.1 LP 11/1986).