



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 368 238**

② Número de solicitud: 201000229

⑤ Int. Cl.:

**F24J 2/18** (2006.01)

**H01L 31/052** (2006.01)

**F24J 2/12** (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

② Fecha de presentación: **25.02.2010**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **15.11.2011**

④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**15.11.2011**

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

⑦ Inventor/es: **Núñez Bootello, Juan Pablo;**  
**Muñoz Gilabert, Félix y**  
**Sosa Naranjo, Cristina**

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

⑤ Título: **Disco solar paramétrico con estructura modular y método de montaje.**

⑤ Resumen:

Disco solar paramétrico con estructura modular y método de montaje formado por un reflector primario discontinuo (1) y simétrico, un reflector secundario (2) independiente del primario, un receptor (3) sobre el que se concentra la radiación solar (4) que refleja el primario (1), un motor Stirling o microturbina o unidad AMTEC o equivalente (5) y un generador que transforma el calor solar en electricidad; donde la geometría de ambos reflectores primario (1) y secundario (2) es paramétrica y sobre el secundario (2) se sitúa un panel fotovoltaico (6). La estructura modular que soporta al colector está formada por dos subestructuras independientes: el subestructura primera de cubos en forma de cruz griega y la subestructura segunda en forma de estrella con módulos tetraédricos (1); también cuenta con un seguidor solar con corona circular para el movimiento acimutal y martinete para el cenital.

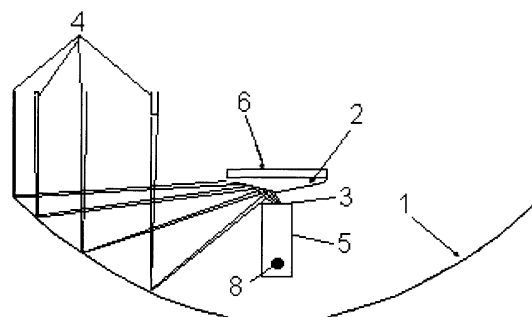


FIGURA 3

ES 2 368 238 A1

## DESCRIPCIÓN

Disco solar paramétrico con estructura modular y método de montaje.

### 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 puntuales del tipo disco parabólico, disco Stirling o disco AMTEC (alkali-metal thermal-to-electric conversión, es decir conversor térmico de energía térmica a eléctrica mediante el uso de metales alcalinos).

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

25

En las centrales de torre, un campo de heliostatos o espejos móviles que se orientan según la posición del sol, reflejan la radiación solar para concentrarla hasta 600 veces sobre un receptor que se sitúa en la parte superior de una torre. Este calor se transmite a un fluido con el objeto de generar vapor que se expande en una turbina acoplada a un generador para la producción de electricidad.

30

Un sistema de concentrador puntual del tipo disco solar cuenta con un concentrador parabólico con seguimiento a dos ejes que refleja los rayos solares incidentes sobre un punto o foco donde se sitúa el receptor solar unido a un motor o una microturbina. En el receptor se absorbe la radiación solar concentrada originando el calentamiento de un fluido, habitualmente helio o hidrógeno en el caso de los motores Stirling, hasta una temperatura entorno a los 750°C. Esta energía es utilizada para la generación de electricidad por el motor o la microturbina, a través de un alternador o generador que tiene conectado a su eje. Para lograr un óptimo funcionamiento, el sistema debe estar provisto de los mecanismos necesarios para poder realizar un seguimiento continuo de la posición del sol.

35

Así pues, los componentes principales de una planta solar de tecnología de disco Stirling son:

40

- Concentrador solar de alta reflectividad (denominado concentrador o reflector primario): su misión es reflejar y concentrar sobre el receptor solar la radiación solar directa que incide sobre su superficie. La superficie especular se consigue a través de un disco parabólico espejado que se soporta en una estructura adecuada.

45

- Receptor solar: es un intercambiador de calor que suele estar compuesto por una serie de tubos de pequeño diámetro y paralelos por los que circula el fluido de trabajo.

50

- Motor Stirling o microturbina: transforma el calor absorbido en el receptor en energía mecánica, la cual a su vez es transformada en energía eléctrica por un generador acoplado directamente al eje del motor.

55

- El sistema de seguimiento del sol: el sistema seguidor más común consiste en un dispositivo que gira el conjunto del sistema de manera que los rayos incidan siempre perpendiculares a la parábola (paralelas al eje óptico de ésta).

- La estructura metálica: la misión de la estructura del colector es la de sustentar y dar rigidez al conjunto de elementos que lo componen.

60

Los discos AMTEC (alkali-metal thermal-to-electric conversión) son similares a los discos Stirling pero en este caso el motor Stirling se sustituye por una nueva unidad de conversión de potencia regenerativa que permite la conversión directa de calor en electricidad mediante la utilización de un metal alcalino.

65

Los sistemas de disco solar han demostrado ser la tecnología con mayor eficiencia de conversión de radiación solar en energía eléctrica, con valores máximos del 30% y hasta del 25 % de promedio diario. Pese a estos excelentes resultados la tecnología no ha conseguido la madurez comercial de otras tecnologías - como centrales de torre o colectores cilindro parabólicos - debido entre otros factores a costes demasiados elevados y a estructuras muy pesadas.

Los diseños tradicionales de concentradores para discos Stirling se basan en paraboloides de revolución que concentran la luz solar en su foco. En esta configuración el motor Stirling, la microturbina, o la unidad AMTEC hacen sombra al primario penalizando ligeramente la apertura del disco.

## ES 2 368 238 A1

Si no se usa reconcentrador o reflector secundario la concentración  $C/C_{max}$ ; con  $C_{max} = 1/\text{seno}$  (semiaceptancia) se maximiza para un semiángulo de apertura para el disco de  $45^\circ$  alcanzando el cociente un valor de 0.25. La eficiencia de colección de este concentrador, definida como la fracción de potencia incidente dentro del ángulo de aceptación de diseño del primario, que alcanza el receptor es del 100% y el número de reflexiones es igual a 1. Así, teniendo en cuenta que el semiángulo de aceptación de diseño de este tipo de concentradores está en el entorno de los 10 mrad, la concentración  $C$  alcanza unos valores cercanos a 2500 soles siempre que el desbordamiento de luz solar en el receptor sea nulo, es decir, que la suma de los errores debidos a las tolerancias de fabricación de los componentes, a la precisión de los mecanismos que mueven el colector en su seguimiento del sol, a la deformación estructural y el error debido a la forma del sol, al no ser una fuente puntual, sean efectivamente menor o igual que el semiángulo de aceptación de diseño de 10 mrad referido anteriormente.

Un inconveniente que presentan este tipo de concentradores es que el motor queda enfrentado al primario y alejado del cuerpo principal del disco, penalizando el gasto en estructura.

Es por ello que resulta atractivo incluir secundarios que permitan aumentar la relación  $C/C_{max}$ , aumentar el semiángulo de aceptación de diseño manteniendo las concentraciones  $C$  actuales, mantener la eficiencia de colección en el 100% y acercar el motor a la estructura.

Existen diferentes referencias bibliográficas que avanzan en este sentido.

En unos casos, aprovechan el hecho de que un espejo parabólico concentra la luz colimada en su foco unido a la propiedad óptica de la hipérbola que consigue que los rayos dirigidos hacia uno de los focos sean reflejados en el otro foco.

En esta línea, el documento US 4784700 A (STERN *et al.*), divulga un concentrador de energía solar (las referencias se refieren a este documento) que comprende un espejo primario parabólico (12), un espejo secundario hiperbólico (40) enfrentado al espejo primario parabólico (12), que capta los rayos del sol reflejados por el concentrador primario (12) y los reconduce al receptor solar (20) que mediante el motor (22) transforma ese calor en energía eléctrica. El receptor (20/22) se sitúa en el centro del primario parabólico (12), a diferente distancia entre el primario y el secundario dependiendo de la realización. El receptor y el primario se mueven de manera solidaria.

El documento DE 29606687 U1 (WEBER ECKHART) también describe un concentrador de energía solar con un concentrador primario (5) de geometría paraboloidal y un reconcentrador secundario (7) de geometría hiperboloidal. El receptor (6) se sitúa entre el primario (5) y el secundario (7) y se encuentra solidariamente unido al primario (5).

Pese a que estos diseños sí permiten acercar el motor Stirling, la microturbina o la unidad AMTEC al cuerpo principal de la estructura, en la práctica la luz no llega perfectamente colimada al primario debido, como se ha indicado anteriormente, a las tolerancias de fabricación de los componentes, a la precisión finita de los mecanismos que mueven el colector en su seguimiento del sol, a la deformación de la estructura y a que el sol no es una fuente puntual.

Este inconveniente puede salvarse aplicando los principios de la óptica Anidólica u óptica no formadora de imagen.

Existe la posibilidad de diseñar con ángulos de apertura mayores y un secundario tipo TERC (Tailored Edge Ray Concentrators) truncado; o utilizar secundarios de tipo trompeta o tipo CEC (Compound Elliptical Concentrator) manteniendo la eficiencia de colección en el 100% y penalizando el número promedio de reflexiones de los rayos solares. En todos los casos el motor Stirling, la microturbina o la unidad AMTEC siguen mirando al reflector primario y manteniendo un voladizo elevado.

Otra posibilidad es aplicar el método de diseño denominado "The Simultaneous Multiple Surface (SMS)" de Miñano, Benítez, *et al.* El método está bien descrito en el documento US 6,639,733 B2 y en otras publicaciones y permite diseñar una superficie para el primario y para el secundario que deja de ser parabólica o hiperbólica como en los casos anteriores y que mantiene la eficiencia de colección en el 100% para los rayos incidentes al colector, dentro de la aceptación de diseño, a la vez que permite maximizar la relación  $C/C_{max}$ . En este caso el número de reflexiones de los rayos solares es 2.

El método implica diseñar ignorando la sombra que el secundario produce en el primario. Los parámetros de partida son la posición y el ancho del receptor, la separación del receptor en relación al secundario, la separación entre el primario y el secundario y el ángulo de aceptación del colector. Una vez acabado el diseño sólo queda operativa la parte de primario no sombreada por el secundario, lo cual penaliza la concentración  $C/C_{max}$ . Sólo una elección adecuada de los parámetros de partida anteriores permite minimizar el tamaño del secundario y la sombra que produce en el primario, maximizar la concentración  $C/C_{max}$  a valores por encima de 0.75 manteniendo la eficiencia de colección en el 100% y optimizar la curvatura y la profundidad tanto del primario como del secundario.

Para un valor de  $C/C_{max} = 0.75$ , si se mantienen las concentraciones actuales de 2500 soles, la semiaceptancia de diseño del primario puede relajarse de 10 mrad a 17,3 mrad. Ello implica que puede relajarse la precisión de los mecanismos que mueven el colector en su seguimiento del sol y las limitaciones en deformación estructural reduciendo drásticamente el coste del colector solar.

## ES 2 368 238 A1

A la vista de los antecedentes, si se tratan de aunar las ventajas de unos y otros diseños y aplicando el método de diseño SMS - para mantener la eficiencia de colección en el 100% y maximizar la concentración C/Cmax, se comprueba que el reconcentrador secundario tendría un tamaño tal que ensombrecería todo el primario, anulando la captación de energía solar.

5 Referente a la estructura, existe en el estado de la técnica un gran número de documentos y desarrollos con diversos diseños de estructuras. Por ejemplo, en el documento ES1062138U (las referencias que figuran a continuación corresponden a dicho documento) se describe un disco cóncavo de facetas reflectoras constituido por tres casquetes esféricos concéntricos (1), (2) y (3) enfrentados a distancia predeterminada y unidos rígidamente mediante marcos intermedios (10), casquillos separadores (4), espárragos roscados (5) y (12) y tuercas (6).

Muchas de ellas además incorporan seguidores solares, para el mayor aprovechamiento de la radiación solar, como por ejemplo el documento ES2157857A1. Existen seguidores solares de uno o varios ejes con los que se consigue compensar tanto los movimientos del sol a lo largo del día como la posición del mismo según las estaciones del año (movimiento acimutal y cenital).

Así pues, la presente invención se centra en el desarrollo de un colector disco Stirling, disco AMTEC o equivalente paramétrico, con una estructura novedosa, que optimice la geometría del reflector primario y del secundario, alejándose de la convencional geometría de parábola actual y mejorando tanto ópticamente - aprovechando toda la apertura bruta del primario - como estructuralmente, haciendo el conjunto más robusto y fiable gracias a una estructura que se adapte a la nueva geometría, que ya no es parabólica y que disminuya el coste tanto de la estructura como del seguidor solar.

### Descripción de la invención

25 La presente invención se refiere a un concentrador solar puntual de disco Stirling, disco AMTEC o equivalente, optimizado.

Se trata de un colector solar innovador formado por un reflector o concentrador primario de geometría optimizada ópticamente y discontinuo, un reflector o reconcentrador secundario, un receptor, el motor Stirling o microturbina o unidad AMTEC, la estructura soporte de todos los elementos anteriores y el seguidor solar.

El reflector primario y el secundario se diseñan utilizando el método de diseño SMS de Miñano, Benítez et al., que permite maximizar la concentración manteniendo la eficiencia de colección en el 100%. La geometría del primario y del secundario se aleja de la clásica parábola de los discos utilizados hasta el momento.

El método implica diseñar ignorando la sombra que el secundario produce en el primario. Los parámetros de partida son la posición y el ancho del receptor, la separación del receptor en relación al secundario, la separación entre el primario y el secundario y el ángulo de aceptación del colector. Una vez acabado el diseño sólo queda operativa la parte de primario no sombreada por el secundario.

La geometría del nuevo colector permite aumentar la concentración C/Cmax a más de 0.75 - a comparar con el 0.25 actual -. Además el motor deja de mirar al primario y pasa a mirar al secundario posicionándose en el interior del primario muy cerca del cuerpo principal de la estructura.

El reflector o reconcentrador secundario, además de reconcentrar y permitir la reducción de la distancia del motor al cuerpo principal de la estructura permite uniformizar la radiación en el receptor, minimizando los posibles picos y mejorando el intercambio de calor y la eficiencia del motor Stirling, de la microturbina o de la unidad AMTEC.

Otro de los avances planteados por esta invención es el de situar en el secundario un panel fotovoltaico que genere electricidad de manera adicional, combinando así la tecnología termosolar y la fotovoltaica, aunando sus ventajas.

La estructura del colector también supone un gran avance respecto a lo conocido hasta el momento. Se trata de una estructura modular que se divide en dos partes: una primera subestructura que sustenta el motor, el receptor y el reconcentrador secundario y soporta todos los esfuerzos del movimiento y una segunda subestructura que sustenta el primario, ajustándose a éste de manera extraordinaria debido a su geometría y que es arrastrada en el movimiento por la primera.

La primera subestructura tiene forma de cruz griega a la cual le sale un quinto brazo perpendicular en forma de cubo para soportar el motor y sustentar el reconcentrador.

La segunda subestructura está formada por dieciséis brazos que conforman una estructura en estrella que se ancla a la primera.

El secundario tendría la posibilidad de ser sustentado tanto por el propio motor como por la subestructura primaria o incluso la secundaria, adaptándola para ello.

Las dos subestructuras están formadas por piezas simples, apilables y de acero galvanizado en caliente.

## ES 2 368 238 A1

El mecanismo de seguidor solar para los movimientos se resuelve mediante una corona circular que realiza el movimiento acimutal y un martinete para ejecutar el movimiento cenital. El seguidor solar permite que el colector se coloque siempre orientado para recibir la mayor cantidad de radiación solar.

- 5 El diseño de la estructura está concebido para dar satisfacción a los objetivos siguientes:
- Fáciles de fabricar que permita tener un amplio abanico de proveedores sin tener que desvelar el destino final de dichas piezas.
  - 10 - Fáciles de transportar pues al ser piezas apilables permiten un transporte óptimo transportando peso y no volumen.
  - De gran durabilidad a un costo idóneo, ya que el acero galvanizado en caliente es un producto extendido y de fácil adquisición, su capacidad de soportar el paso del tiempo está ampliamente comprobado dada que su existencia es conocida y aplicada industrialmente hace más de un siglo.
  - 15

El ensamblaje de la estructura está concebido como un Sistema Lean Manufacturing (Fabricación en Línea) de gran simplicidad y que no requiere grandes inversiones, los útiles o mesas de montaje se diseñan desmontables de tal forma que una vez terminado el ensamblaje previsto en una localización se desmontan y se trasladan a otra localización.

20

La secuencia de montaje es como sigue:

- montaje de la primera subestructura con la viga en forma de cruz griega;
- 25 - posicionado del motor Stirling o microturbina o unidad AMTEC o equivalente;
- montaje de la segunda subestructura en forma de estrella que sustenta el primario, para ello se montan primero sobre una mesa la mitad de los brazos; terminados estos se colocan en su posición y se ultiman los otros ocho brazos apoyándose en los anteriores;
- 30 - montaje del seguidor solar, montando la corona circular y el martinete.

35 Como en el diseño propuesto el motor queda protegido en el interior del reflector primario, se consigue que las cargas de viento sobre el conjunto de receptor y motor se reduzcan, tanto por el hecho de disminuir la altura a la que éste se posiciona como por verse protegido de ellas por el propio reflector primario.

Por tanto, el concepto planteado aglutina una serie de ventajas como son:

- 40 - El centro de gravedad del disco y su eje de giro quedan muy próximos uno de otro.
- Las cargas de viento en el disco son más favorables.
- 45 - El motor deja de mirar hacia el primario para mirar hacia arriba aproximándose al cuerpo de la estructura y reduciendo el peso en voladizo.
- Los rayos solares se reflejan en el primario y luego en el secundario antes de llegar al receptor (número de reflexiones = 2).
- 50 - La concentración solar  $C/C_{max}$  pasa de 0.25 en el concepto de paraboloide actual a más de 0.75 con el nuevo concepto.
- La eficiencia de colección es del 100%.
- 55 - El panel fotovoltaico permite aprovechar el 100% de la apertura bruta del disco, alimentar en corriente continua el sistema de control del disco Stirling y rigidizar el secundario.
- El sistema de desenfoque del disco se puede realizar desfocalizando el secundario.
- 60

### Descripción de los dibujos

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

Figura 1. Sistema de colector solar del tipo disco Stirling (estado de la técnica).

## ES 2 368 238 A1

Figura 2. Geometrías diseñadas con el método SMS (estado de la técnica).

Figura 3. Disco Stirling paramétrico de la invención.

5 Figura 4. Trazado de rayos sobre el colector.

Figura 5.

A. Subestructura primera.

10

B. Subestructura segunda.

C. Montaje de ambas subestructuras con motor, receptor, secundario y panel fotovoltaico.

15 Figura 6. Seguidor solar.

Figura 7. Secuencia de montaje.

20 Los elementos que se mencionan en las referencias representan:

1. Reflector o concentrador primario.

2. Reflector o reconcentrador secundario.

25

3. Receptor.

4. Radiación solar.

30

5. Motor o microturbina o unidad AMTEC o equivalente.

6. Panel fotovoltaico.

7. Estructura.

35

8. Centro de gravedad del primario.

9. Subestructura primera.

40

10. Subestructura segunda.

11. Quinto brazo de la subestructura primera.

12. Martinete.

45

13. Corona circular.

### Realización detallada de la invención

50

La presente invención se refiere a un concentrador solar puntual de tipo disco solar paramétrico incluyendo su estructura, el seguidor solar y el método de montaje.

55 La figura 1 y la figura 2 reflejan el estado del arte considerado por los inventores como lo más cercano a la invención reivindicada.

60 La figura 1 muestra el esquema general de este tipo de colectores. De forma general se componen de un reflector primario (1) de geometría parabólica, donde se concentra la radiación solar (4), un receptor (3) que se convierte en el foco de la radiación solar (4) que refleja el primario (1) y un motor Stirling (5). Además se puede observar también la estructura (7) que soporta al conjunto del colector.

65 La figura 2 muestra un posible diseño de reflector o concentrador primario (1) y reconcentrador secundario (2) de geometrías no parabólicas y diseñados con el método SMS. Si se trata de aunar las ventajas de los diseños del estado de la técnica, utilizando un colector con reflector o concentrador primario (1) y reconcentrador secundario (2) independientes y además aplicar el método de diseño SMS, se comprueba que el reconcentrador secundario (2) tendría un tamaño tal que ensombrecería todo el primario (1), anulando la captación de energía solar, como puede verse en la figura 2.

## ES 2 368 238 A1

La figura 3 muestra el colector de la invención. La geometría del reflector primario (1) en la invención es de tipo discontinuo, lo que implica que existen uno o varios huecos o espacios y/o discontinuidades a lo largo del mismo (en la figura un hueco). Dicho reflector (1) es simétrico y con geometría que no es parabólica.

5 Concretamente, la geometría del reflector primario (1) de la invención se ha calculado utilizando el método SMS. Las superficies SMS son curvas continuas constituidas por trozos sucesivos de óvalos cartesianos. El método implica diseñar ignorando la sombra que el secundario (2) produce en el primario (1). Los parámetros de partida son la posición y el ancho del receptor (3), la separación del receptor (3) en relación al secundario (2), la separación entre el primario (1) y el secundario (2) y el ángulo de aceptación del colector. Siendo  $\phi$  el semiángulo de aceptación de la radiación  
10 incidente en el reflector primario (1) y asegurando la igualdad de las longitudes de los caminos ópticos hacia uno de los dos frentes de ondas, cada tramo del primario (1) ayuda a definir cada tramo del secundario (2) y viceversa respecto al otro frente de ondas. El ciclo continúa y ambos reflectores (1, 2) continúan creciendo hasta que se completa el diseño con las características requeridas al colector.

15 Una vez acabado el diseño sólo queda operativa la parte de primario (1) no sombreada por el secundario (2). La geometría del nuevo colector permite aumentar la concentración  $C/C_{max}$  a más de 0.75 - a comparar con el 0.25 actual - manteniendo la eficiencia de colección en el 100%. Además el motor (5) deja de mirar al primario (1) y pasa a mirar al secundario (2) posicionándose en el interior del primario (1) muy cerca del cuerpo principal de la estructura (7) o subestructura primera (9) que se detalla más adelante.

20 El secundario (2), además de reconcentrar y permitir la reducción de la distancia del motor (5) al cuerpo principal de la estructura (7), permite uniformizar la radiación en el receptor (3), minimizando los posibles picos y mejorando el intercambio de calor y la eficiencia del motor Stirling o de la microturbina o de la unidad AMTEC (5). La curvatura y la profundidad tanto del primario (1) como del secundario (2) quedan también optimizadas a efectos de fabricación  
25 de espejos y de estabilidad estructural.

Así, entre el reflector primario (1) y el secundario (2) se sitúa el conjunto formado por el receptor (3) y el motor Stirling o microturbina o unidad AMTEC o equivalente (5), centrado con respecto al centro de gravedad (8) del primario (1).

30 Otra de las mejoras propuestas y que se observa en la figura 3, es la colocación de un panel fotovoltaico (6) sobre el secundario (2). De esta forma se aprovecha el 100% de la apertura del disco y con la energía que produzca se alimenta en corriente continua los equipos eléctricos y electrónicos del colector solar, al mismo tiempo que rigidiza el secundario (2).

35 La figura 4 muestra el trazado de rayos del colector y se comprueba que la eficiencia de colección es del 100%, pues todos los rayos que llegan al reflector primario (1) se terminan por concentrar en el receptor (3).

40 La figura 5 muestra las dos subestructuras en las que se divide la estructura que soporta el conjunto; según se observa en la figura 5A la primera subestructura (9) tiene forma de cruz griega a base de módulos en forma de cubos a la cual le sale un quinto brazo (11) perpendicular en forma de cubo para soportar el motor (5) y sustentar el reconcentrador secundario (2) y la placa fotovoltaica (6) (figura 5C); la segunda subestructura (10) se muestra en la figura 5B y está formada por dieciséis brazos a base de módulos de geometría tetraédrica, que conforman una subestructura en estrella que se ancla a la primera (9), tal y como se ve en la figura 5C.

45 La primera subestructura (9) soporta todos los esfuerzos del movimiento.

La segunda subestructura (10) sustenta el primario (1) acoplándose a su geometría paramétrica perfectamente gracias a su modularidad y geometría y es arrastrada en el movimiento por la primera subestructura (9).

50 Las dos subestructuras (9, 10) están formadas por piezas simples, apilables y de acero galvanizado en caliente.

55 En la figura 6 se muestra el plano del seguidor solar o mecanismo para los movimientos del colector, el cual comprende una corona circular (13) que realiza el movimiento acimutal y un martinete (12) para ejecutar el movimiento cenital. El seguidor solar permite que el colector se coloque siempre orientado para recibir la mayor cantidad de radiación solar. En la figura 6 se muestran dos de las posibles posiciones del colector.

60 En la figura 7 se ilustra la secuencia de montaje del colector, de izquierda a derecha. Comprende las siguientes etapas:

- montaje de la primera subestructura (9) con la viga en forma de cruz griega;
- posicionado del receptor (3) y del motor Stirling o microturbina o unidad AMTEC o equivalente (5), con el secundario (2) y la placa fotovoltaica (6);
- montaje sobre una mesa la mitad de los brazos de la subestructura segunda (10); terminados estos se colocan en su posición y se ultiman los otros ocho brazos apoyándose en los anteriores;

## ES 2 368 238 A1

- montaje de la segunda subestructura (10) en forma de estrella que sustentará el primario;
- montaje del concentrador primario (1) sobre la subestructura segunda (2);
- 5 • montaje del seguidor solar, montando la corona circular (13) y el martinete (12) (corresponde al último paso, no mostrado en la figura 7).

10 Este diseño de receptor solar está especialmente concebido para plantas solares de colectores puntuales tipo disco Stirling o equivalente, pero no se descarta su posible aplicación en otros campos, realizándole las adaptaciones apropiadas.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65



## REIVINDICACIONES

1. Disco solar paramétrico con estructura modular formado por un reflector primario (1), un reflector secundario (2) independiente del primario, un receptor (3) que se convierte en el foco de la radiación solar (4) que refleja el primario (1), un motor Stirling o microturbina o unidad AMTEC o equivalente (5) que transforma el calor solar en electricidad y una estructura (7) que sustenta el colector, donde la geometría de ambos reflectores primario (1) y secundario (2) es paramétrica y diseñada por el método SMS (Simultaneous Multiple Surface) ignorando la sombra que el secundario produce en el primario **caracterizado** porque la geometría del reflector primario (1) es de tipo discontinuo y simétrico y entre el reflector primario (1) y el secundario (2) se sitúa el conjunto formado por el receptor (3) y el motor Stirling o microturbina o unidad AMTEC o equivalente (5), centrado con respecto al centro de gravedad (8) del primario (1); la estructura (7) que soporta el conjunto se divide en dos partes: una primera subestructura (9) que sustenta el motor (5), el receptor (3) y soporta todos los esfuerzos del movimiento y una segunda subestructura (10) que sustenta el reflector primario (1) y es arrastrada en el movimiento por la primera subestructura (9), así como un seguidor solar que coloca al colector, siempre orientado para recibir la mayor cantidad de radiación solar (4).

2. Disco solar paramétrico con estructura modular según reivindicación 1 **caracterizado** porque sobre el reflector secundario (2) se sitúa un panel fotovoltaico (6) que da rigidez al reflector secundario (2) y alimenta con corriente continua los equipos eléctricos y electrónicos del colector solar.

3. Disco solar paramétrico con estructura modular según reivindicación 1 **caracterizado** porque el colector solar tiene un índice de concentración C/Cmax mayor de 0.75 y una eficiencia de colección del 100%.

4. Disco solar paramétrico con estructura modular según reivindicación 1 **caracterizado** porque el motor Stirling o microturbina o unidad AMTEC (5) deja de mirar al reflector primario (1) y pasa a mirar al reflector secundario (2) posicionándose en el interior del primario (1) acercándose a la subestructura primera (9).

5. Disco solar paramétrico con estructura modular según reivindicación 1 **caracterizado** porque la primera subestructura (9) tiene forma de cruz griega a base de cubos a la cual le sale un quinto brazo perpendicular (11) en forma de cubo para soportar el motor (5) y sustentar el receptor (3).

6. Disco solar paramétrico con estructura modular según reivindicación 5 y 2 **caracterizado** porque el motor (5) soporta el reflector secundario (2) y la placa fotovoltaica (6)

7. Disco solar paramétrico con estructura modular según reivindicación 5 y 2 **caracterizado** porque la subestructura primera (9) soporta el reflector secundario (2) y la placa fotovoltaica (6).

8. Disco solar paramétrico con estructura modular según reivindicación 1 **caracterizado** porque la segunda subestructura (10) está formada por una serie de brazos a base de módulos de geometría tetraédrica que conforman una estructura en estrella que se ancla a la primera (9).

9. Disco solar paramétrico con estructura modular según reivindicación 8 **caracterizado** porque la segunda subestructura (10) está formada por dieciséis brazos.

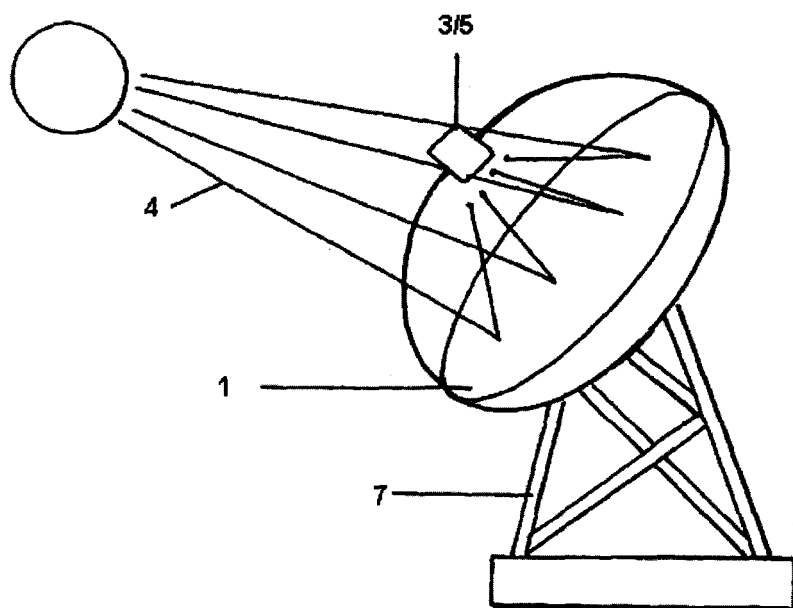
10. Disco solar paramétrico con estructura modular según reivindicación 8 **caracterizado** porque la subestructura segunda (10) soporta el reflector secundario (2) y la placa fotovoltaica (6).

11. Disco solar paramétrico con estructura modular según reivindicaciones 5 y 8 **caracterizado** porque las dos subestructuras (9, 10) están formadas por piezas simples, apilables y de acero galvanizado en caliente.

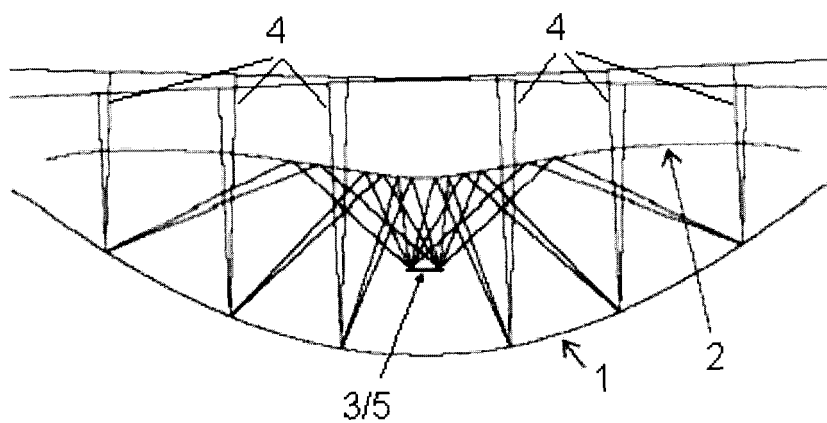
12. Disco solar paramétrico con estructura modular según reivindicación 1 **caracterizado** porque el seguidor solar o mecanismo para los movimientos se resuelve mediante una corona circular (13) que realiza el movimiento acimutal y un martinete (12) para ejecutar el movimiento cenital.

13. Método de montaje del disco solar paramétrico con estructura modular descrito en las reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque la secuencia de montaje del colector comprende las siguientes etapas:

- montaje de la primera subestructura (9) con la viga en forma de cruz griega;
- posicionado del receptor (3) y del motor Stirling o microturbina o unidad AMTEC o equivalente (5), con el secundario (2) y la placa fotovoltaica (6);
- montaje sobre una mesa la mitad de los brazos de la subestructura segunda (10); terminados estos se colocan en su posición y se ultiman los otros ocho brazos apoyándose en los anteriores;
- montaje de la segunda subestructura (10) en forma de estrella que sustentará el primario;
- montaje del concentrador primario (1) sobre la subestructura segunda (2);
- montaje del seguidor solar, montando la corona circular (13) y el martinete (12).



**FIGURA 1**  
Estado del arte



**FIGURA 2**  
Estado del arte

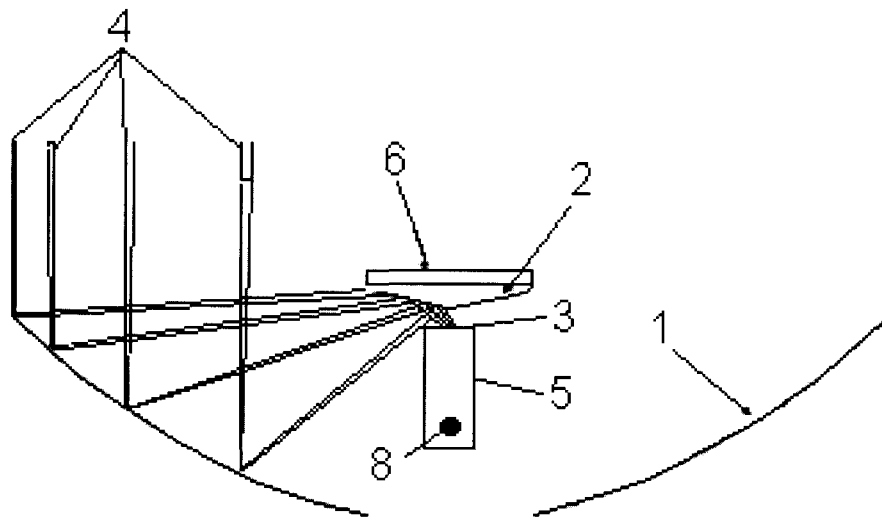


FIGURA 3

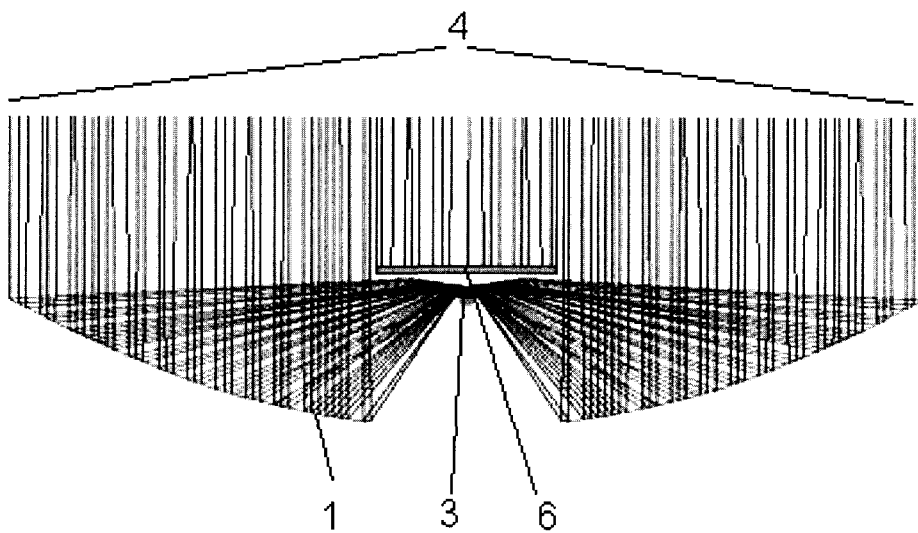


FIGURA 4

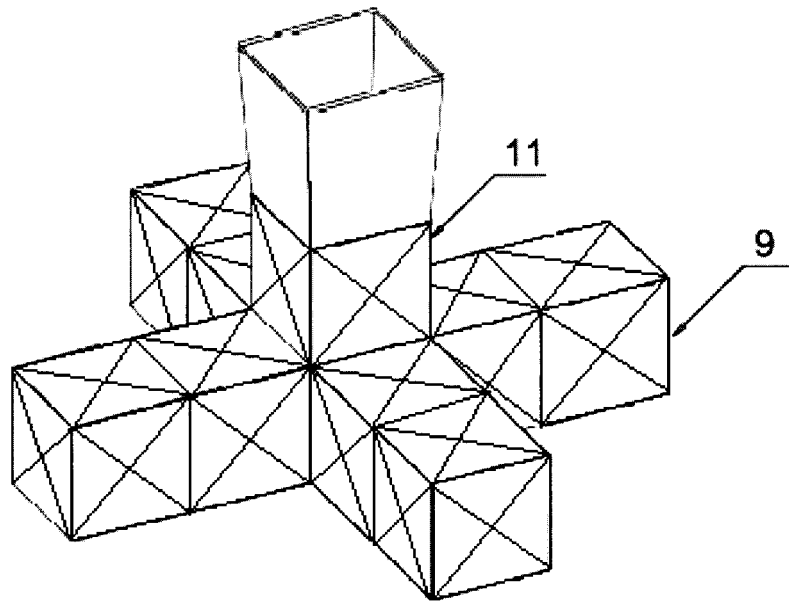


FIGURA 5A

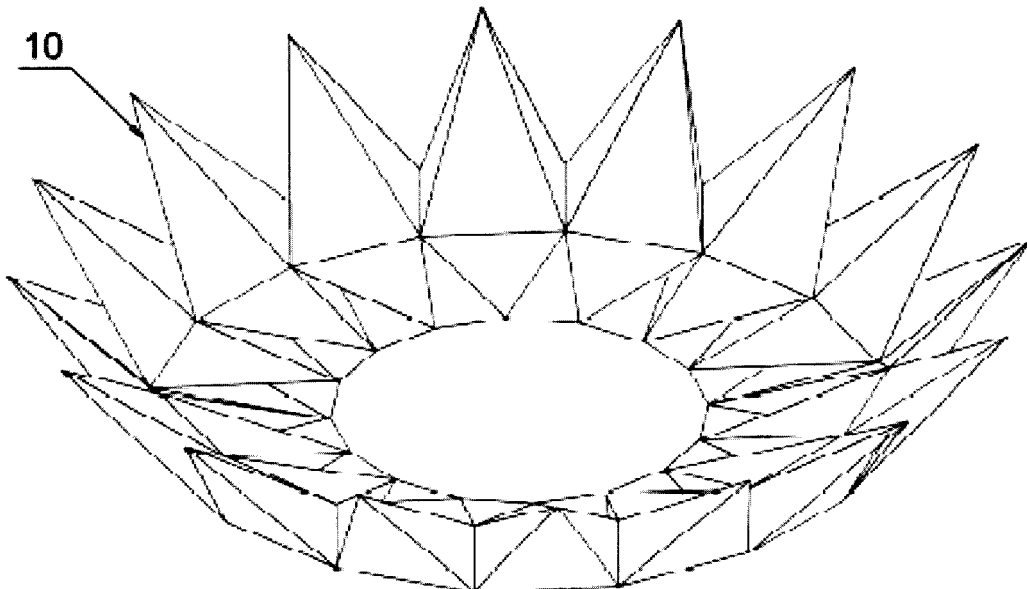
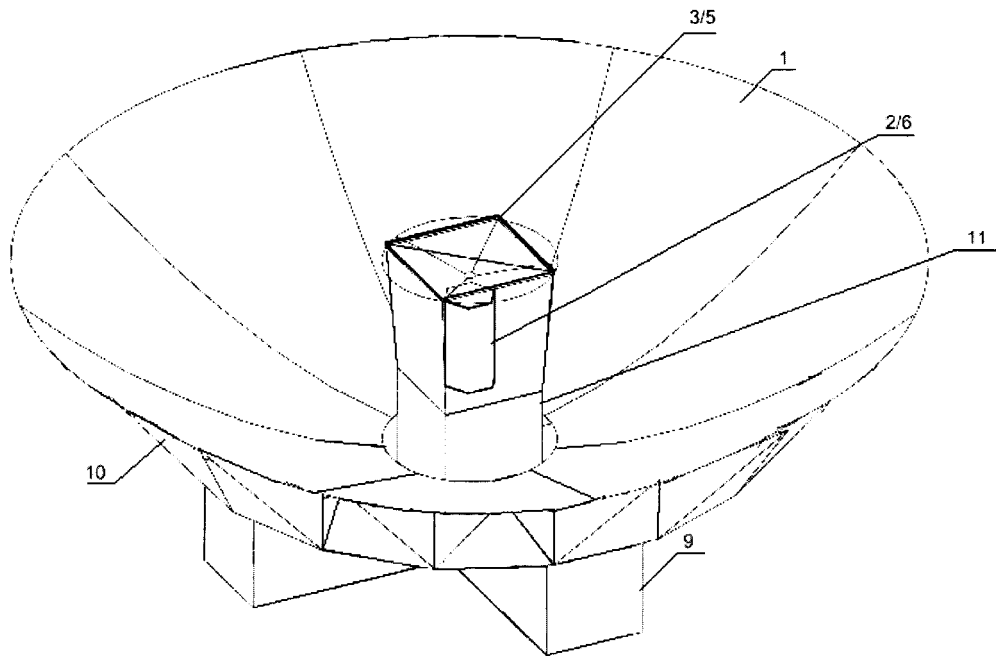


FIGURA 5B



**FIGURA 5C**

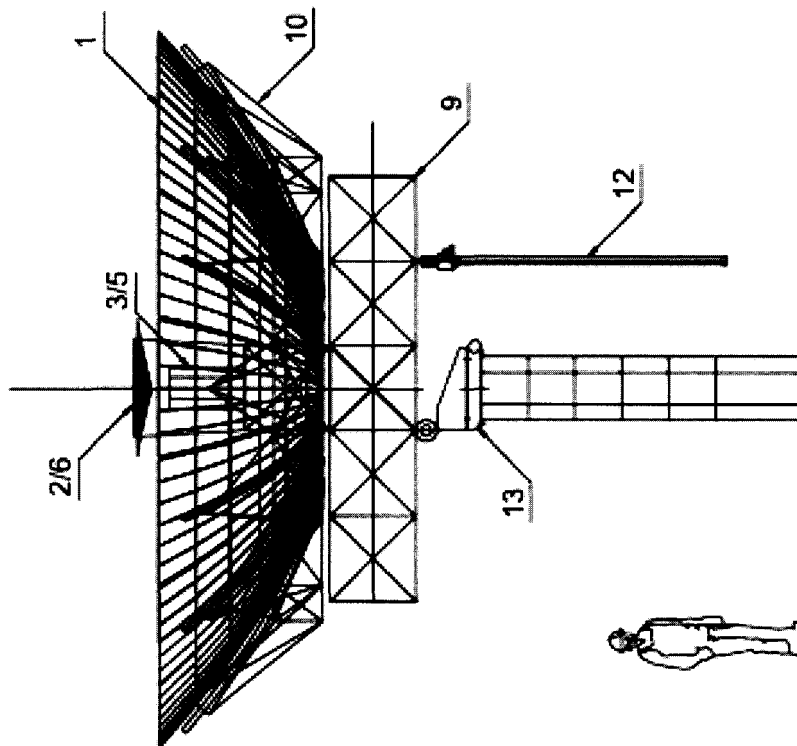
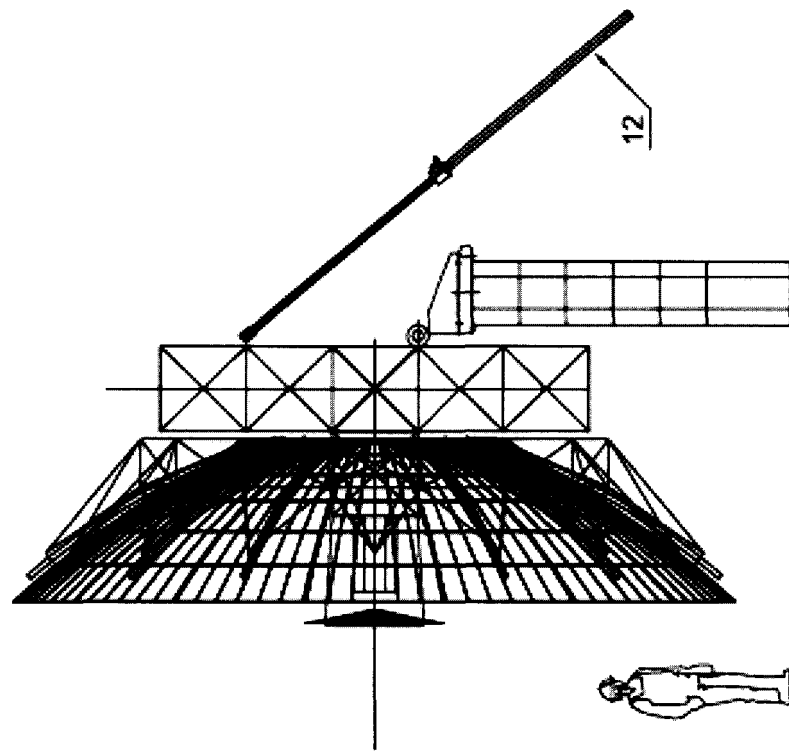


FIGURA 6

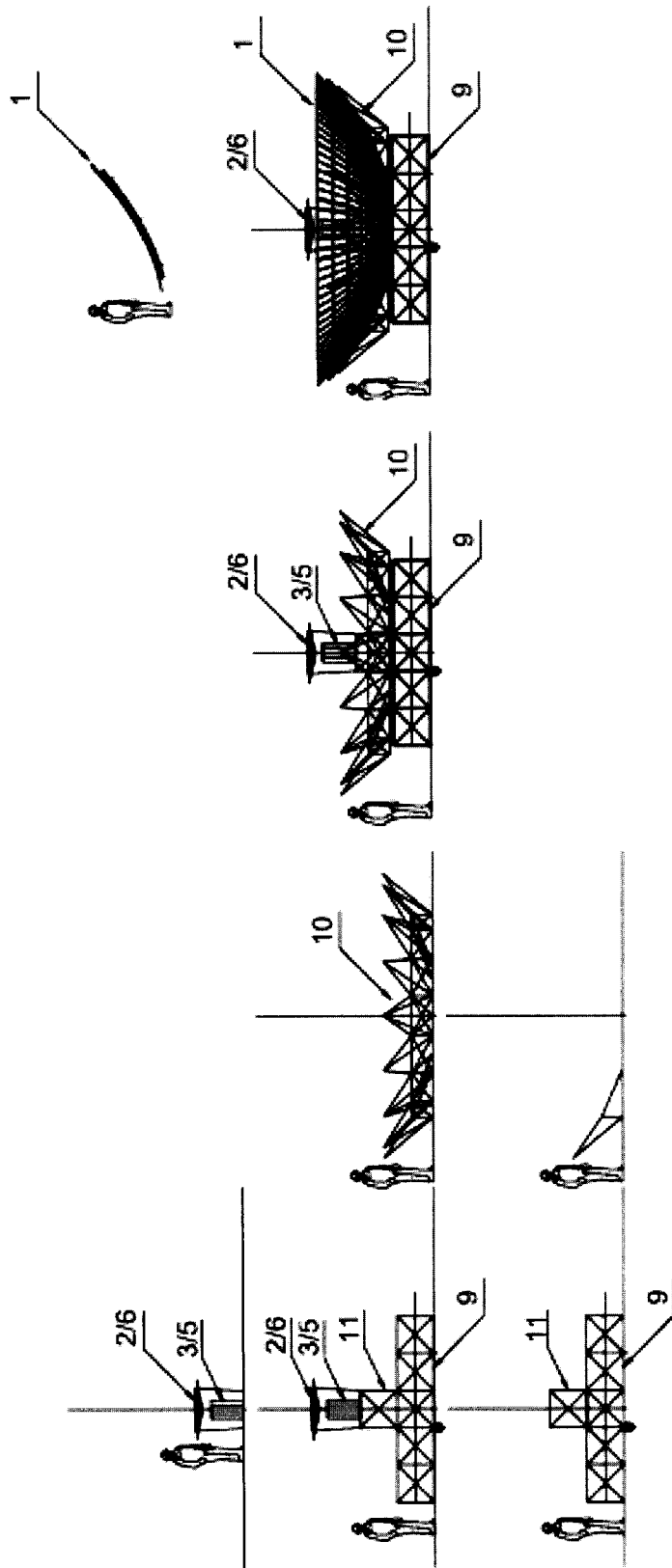


FIGURA 7



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201000229

②② Fecha de presentación de la solicitud: 25.02.2010

③② Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 2004031517 A1 ( BAREIS BERNARD F) 19.02.2004, párrafos [32-33]; reivindicación 18; figura 2B.	1-13
A	US 2009272425 A1 (GREEN TIMMY) 05.11.2009, párrafo [22]; figura 1a.	1
A	ES 2321271 A1 (TECNOLOGIAS VIVAS S L) 03.06.2009, página 2, líneas 42-51; figura 4.	1

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
25.10.2011

Examinador  
J. Merelló Arvilla

Página  
1/4



CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**F24J2/18** (2006.01)

**H01L31/052** (2006.01)

**F24J2/12** (2006.01)

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

F24J, 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: 25.10.2011

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-13	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-13	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<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 2004031517 A1 ( BAREIS BERNARD F)	19.02.2004

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

El documento D01 se considera el más próximo en el estado de la técnica a la invención de acuerdo con las reivindicaciones de la solicitud de patente objeto de la presente Opinión Escrita. Las referencias numéricas utilizadas son relativas al documento D01. En adelante se utilizará la misma terminología que las reivindicaciones de la solicitud de patente en estudio. El documento D01 presenta un disco solar con estructura modular formado por un reflector primario (242), un reflector secundario (244) independiente del primario, un receptor (246) que se convierte en el foco de la radiación solar que refleja el secundario, un motor Stirling (222) y una estructura que sustenta el colector; donde la geometría del reflector primario (242) es de tipo discontinua y simétrica. La invención de acuerdo con el documento D01 incorpora también un seguidor solar que coloca al colector siempre orientado para recibir la mayor cantidad de radiación solar. Las diferencias entre el documento D01 y la primera reivindicación en estudio son las siguientes:

- De acuerdo con la primera reivindicación en estudio el conjunto formado por el receptor y el motor Stirling se sitúa entre el reflector primario y el secundario, centrado con respecto al centro de gravedad del primario. En la invención de acuerdo con D01 el receptor (246) sí se encuentra entre el primario (242) y el secundario (244) pero no así el motor Stirling (222) y en cualquier caso el conjunto formado por ambos elementos no parece que se sitúe centrado con respecto al centro de gravedad del primario.
- La invención de acuerdo con el documento D01 no incorpora dos subestructuras en la forma propuesta en la primera reivindicación en estudio interpretada a la luz de la descripción y los dibujos. En efecto, al indicarse en la primera reivindicación que dicha estructura se divide en dos partes se considera (y la descripción y los dibujos así lo confirman) que éstas son dos estructuras independientes. Por otra parte en dicha primera reivindicación se señala que la primera subestructura sustenta el motor y el receptor y soporta todos los esfuerzos del movimiento; por tanto parece lógico pensar (y la descripción y los dibujos así lo confirman) que dicha primera subestructura debe sustentarse en el seguidor solar e introducirse por el primario y llevar hasta cierto punto entre el reflector primario y el secundario (que es donde se sitúa el conjunto motor/receptor). Por otra parte la primera reivindicación en estudio indica que la segunda subestructura sustenta el reflector primario y es arrastrada en el movimiento por la primera subestructura por lo que parece lógico pensar (y la descripción y los dibujos así lo confirman) que dicha segunda subestructura debe ser tal que permita su posicionamiento "introduciéndose" por la primera subestructura quedando apoyada en ésta.
- El documento D01 no particulariza el hecho de que tanto el primario como el secundario se diseñen por el método SMS.

No se considera obvio para un experto en la materia que partiera de la invención de acuerdo con el documento D01 el llevar a la invención propuesta en la primera reivindicación en estudio interpretada a la luz de la descripción y los dibujos. Por tanto la invención, de acuerdo con la primera reivindicación de la solicitud de patente, por no encontrarse recogida en el estado de la técnica es nueva (Ley 11/1986, Art. 6.1.) y, por no resultar del mismo de una manera obvia para un experto en la materia, tiene actividad inventiva (Ley 11/1986, Art. 8.1.). Por contar la primera reivindicación con novedad y actividad inventiva las reivindicaciones dependientes de la misma, es decir las reivindicaciones 2 a 12, presentan igualmente novedad (Ley 11/1986, Art. 6.1.) y actividad inventiva (Ley 11/1986, Art. 8.1.) .

La reivindicación 13 de la solicitud P201000229 propone un método de montaje del disco solar descrito en las reivindicaciones 1 a 12, dicho método de montaje implica el aprovechamiento de ciertas características singulares del disco solar haciendo que el método no se encuentre recogido en el estado de la técnica ni tampoco se considere obvio para un experto en la materia. Por tanto la invención, de acuerdo con la reivindicación 13 de la solicitud de patente, por no encontrarse recogida en el estado de la técnica es nueva (Ley 11/1986, Art. 6.1.) y, por no resultar del mismo de una manera obvia para un experto en la materia, tiene actividad inventiva (Ley 11/1986, Art. 8.1.) .