



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 358 815**

⑫ Número de solicitud: 200802278

⑬ Int. Cl.:

F24J 2/38 (2006.01)

F24J 2/54 (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

⑫ Fecha de presentación: **31.07.2008**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **16.05.2011**

Fecha de la concesión: **23.09.2011**

⑭ Fecha de anuncio de la concesión: **05.10.2011**

⑮ Fecha de publicación del folleto de la patente:
05.10.2011

⑯ Titular/es:
APLICACIONES RENOVABLES INTEGRADAS, S.L.
Inmaculada Concepción, 48 – 2º B Esc. Centro
28019 Madrid, ES

⑰ Inventor/es: **Murcia Pacheco, Emilio;**
López Garrido, Julián;
Iñesta González, Daniel y
Murcia Pacheco, Pedro José

⑱ Agente: **No consta**

⑳ Título: **Helióstatos con un eje de accionamiento apuntando al objetivo, sensor de reflexión y control en lazo cerrado.**

㉑ Resumen:

Helióstatos con un eje de accionamiento apuntando al objetivo, sensor de reflexión y control en lazo cerrado.

Comprende una superficie reflectante (1), capaz de girar mediante un accionamiento primario (4) alrededor de un eje geométrico primario (3) que apunta al objetivo, solidario de un soporte móvil (2) que, a su vez, es capaz de girar alrededor de un eje geométrico secundario (5) perpendicular al eje geométrico primario (3), mediante un accionamiento secundario (6). Ambos accionamientos (4) (6) están gobernados por un dispositivo de control (8). El sistema de control (8) junto con los sensores (14) (15), de los cuales uno de ellos a su vez contiene un sistema óptico (17), permite que se gobierne en modo de lazo cerrado.

Los sensores detectan la posición del sol a uno u otro lado de sus respectivos planos de referencia. Uno de los sensores se colocará en la estructura móvil (2) que soporta la superficie reflectante (1) con el plano de referencia paralelo al eje geométrico primario (3). El otro sensor se unirá solidariamente a la parte móvil del sistema que gira según el eje geométrico primario (3) con el plano de referencia paralelo al eje geométrico secundario (5), y recibirá la radiación reflejada de un plano reflectante perpendicular en origen a la superficie reflectante (1) y paralelo al eje geométrico secundario (5).

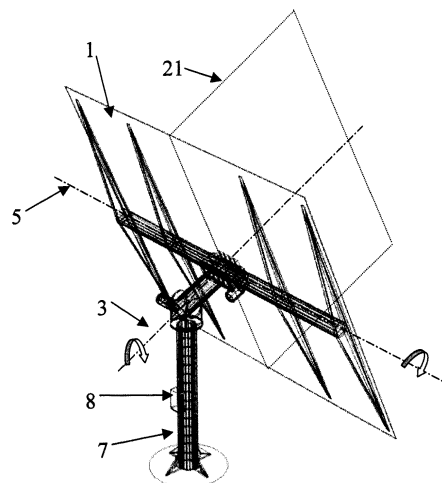


Figura 3

ES 2 358 815 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 40.2.8 LP.

DESCRIPCIÓN

Helióstatos con un eje de accionamiento apuntando al objetivo, sensor de reflexión y control en lazo cerrado.

5 **Objeto de la invención**

La presente invención se refiere a un heliostato perteneciente a un campo solar que refleja los haces de luz que llegan a él, dotado de un mecanismo de seguimiento solar. Se trata de una invención que pertenece, dentro del área de la termotecnia, al campo de la producción de energía a partir de la radiación solar.

10 Esta invención no contempla la tipología o naturaleza de la superficie reflectante principal que soporte ésta, por lo que ésta superficie podría ser plana, esférica, parabólica, cilíndrica, toroidal, teselada o adoptar cualquier otra configuración geométrica.

15 Esta invención no especifica la ejecución estructural definida del sistema, sino que engloba todas las ejecuciones estructurales que cumplan las condiciones de movimiento y operación.

Antecedentes de la invención

20 El aprovechamiento de la energía solar como fuente de energía es realizada por el hombre desde la antigüedad. El Sol emite una ingente cantidad de energía, una parte de la cual llega a la Tierra en forma de luz y calor. Desde mediados del siglo XX se vienen realizando investigaciones para intentar transformar esa energía en electricidad: así, se han desarrollado placas fotovoltaicas que producen directamente electricidad cuando su superficie es convenientemente activada por la luz, y distintos tipos de colectores de calor que concentrando haces de luz sobre una tubería o sobre un receptor central que contiene un fluido logran alcanzar temperaturas suficientes como para producir grandes cantidades de vapor de agua que genera electricidad a través de una turbina, normalmente en un ciclo de Rankine. Es sobre este último tipo de instalación sobre la que versa la presente invención.

30 Dada la baja potencia específica por unidad de superficie de la radiación solar, para aprovechar esta energía de manera adecuada es necesario concentrar un gran número de haces de luz sobre un mismo punto, lo que tradicionalmente se realiza por medio de espejos orientados sobre un depósito o sobre una tubería a modo de colector. En este caso la radiación es por concentración indirecta, ya que para alcanzar su objetivo los rayos han de rebotar previamente en el espejo.

35 El estado de la técnica cuenta con distintos sistemas patentados internacionalmente encaminados a optimizar la concentración y aprovechamiento de energía solar reflejada por sistemas de heliostatos para la producción de energía eléctrica, así como accesorios y complementos que vienen reflejados en distintos epígrafes de la Clasificación Internacional de Patentes.

40 La solución adoptada por la patente con número de publicación ES 8100499, es la denominada solución clásica de eje vertical o cenital. Esta solución mecánica requiere de un control y accionamiento extremadamente preciso y calibración inicial compleja para mantener el apuntamiento durante un corto periodo de tiempo hasta la siguiente calibración. La aberración astigmática (fenómeno indeseado de todas las lentes cuando se mira a través de ellas oblicuamente, en nuestro caso deformación de la imagen reflejada del Sol) tiende a aumentar el tamaño aparente del Sol fuera de las condiciones de operación óptimas. Dado que el objetivo es obtener una imagen del Sol tan pequeña como se pueda (concentración de la energía recibida), este fenómeno es indeseado. La invención presentada soluciona ambas inconveniencias debido a que el sistema de control en lazo cerrado se elimina la necesidad de recalibración continua, y que constructivamente la aberración astigmática es mínima en sistemas de accionamiento spin-elevación.

50 Otra patente con número de publicación ES 2244339, propone una solución constructiva diferente a la configuración clásica. Ésta, al igual que la anterior, también posee un control en lazo abierto condicionado a multitud de recalibraciones del sistema, que como ya se ha indicado la invención presentada soluciona añadiendo la ventaja de la reducción de costes tanto en el sistema de seguimiento como en el mantenimiento.

55 Los primeros heliostatos considerados como elementos industriales se desarrollaron a los inicios de la década de los ochenta para las plantas experimentales termosolares de receptor central, con el propósito de probar la viabilidad de la energía solar térmica en los procesos de producción de electricidad a escala industrial. La tabla 1 resume los proyectos realizados debido a la iniciativa internacional (Datos, Nombre de la instalación, Año de instalación, Lugar de la instalación, MWe potencia eléctrica de la instalación, Tipo de heliostatos instalados, N° número de heliostatos y m²):

65

Nombre	Año	Lugar	MWe	Tipo	Nº/m²
SSPS-CRS	1981	Almería	0.5	Martin-Marietta	93/3655
Eurelios	1981	Andrajo	0.7		182/6216
Sunshine	1981	Nio	0.8		807/12912
Themis	1982	Targassone	2.5		201/10800
Solar ONE	1982	Barstow	10	Martin-Marietta	1818/71447
CESA-1	1983	Almería	1	CASA y SENER	300/11880
SPP-5	1985	Crímen	5		1600/40000
WISS	1988	Rehovot	3	ASINEL	

Una vez finalizados los proyectos de demostración, la mayoría de estas plantas fueron cerradas. En USA la planta Solar One fue remodelada y, con el mismo campo de helióstatos, se puso en funcionamiento la planta Solar Two la cual ha estado funcionando hasta Abril de 1999.

En Europa únicamente continuaron en servicio los campos de helióstatos correspondientes a las plantas CRS y CESA-1, gracias a un acuerdo de colaboración entre los gobiernos alemán y español, constituyéndose la Plataforma Solar de Almería (PSA).

La PSA sigue operando en la actualidad estos campos de helióstatos gracias a una gran diversidad de proyectos que se han llevado a cabo durante los últimos años. El objetivo de estos proyectos ha sido el desarrollo y evaluación de nuevos componentes solares en esta tecnología, fundamentalmente helióstatos y receptores solares.

Ninguno de los helióstatos desarrollados y aplicados en estas plantas es similar al presentado aquí, ya que todos estos se basan en un mecanismo de seguimiento azimut-elevación, mientras que el presentado se basa en un mecanismo de rotación alrededor del eje de apuntamiento y elevación.

El sistema azimut-elevación consta de un eje de giro vertical (constante) y otro horizontal (que gira con el primero). Este montaje conlleva problemas asociados a la óptica en la reflexión, disminuyendo la concentración de los rayos reflejados por el sistema y por tanto la eficiencia total de la planta solar.

La diferencia esencial de la invención es la configuración de los ejes de giro, la cual permite, por otra parte, introducir el sistema de control en lazo cerrado.

La invención que se describe a continuación se ha desarrollado tras numerosos estudios y pruebas, y tras la comprensión de las posibilidades de optimización de diversas soluciones previamente planteadas por diversos equipos de investigación.

El objetivo general pretendido con la presente invención es el desarrollo de un dispositivo económico en su instalación, que minimice las necesidades y gastos de mantenimiento, que aproveche al máximo la radiación solar y que resulte rápido y fácil de instalar en cualquier ubicación.

Descripción de la invención

En los dispositivos ya existentes cuyo cometido es reflejar la energía proveniente del Sol hacia un objetivo se encuentran dos problemas principales:

El sistema de control es en lazo abierto, ya que por construcción estos dispositivos no son capaces de obtener una señal que indique en qué medida se acercan o alejan al estado deseado de funcionamiento. Esto es causa de costosos sistemas de control, aparte de una reducción de la precisión.

La energía reflejada varía la forma de incidir en el objetivo en gran medida con el tiempo. Debido a que el ángulo con que el Sol se refleja en el helióstato varía grandemente, esto afecta a la óptica de reflexión variando la forma en que la energía reflejada incide en el objetivo a lo largo del tiempo, pudiendo llegar a doblar el tamaño de la región de incidencia de los rayos reflejados.

La invención que se propone para satisfacer los objetivos planteados y solventar estos problemas consiste en un dispositivo formado por un helióstato que refleje la radiación solar con menor error astigmático (fenómeno explicado

anteriormente) en función del tiempo, y cuya operación se hace en configuración diferente a las existentes, con control en lazo cerrado.

Todo esto es posible porque la cinemática del sistema es sustancialmente diferente a la de los anteriores dispositivos.

Al igual que en estos dispositivos, el sistema consta de dos giros ortogonales a lo largo de sendos ejes de giro de los cuales uno de ellos, el primario, es fijo en el espacio y el otro, el secundario, varía su posición en función del giro alrededor del primario.

Por el contrario, en la invención propuesta el eje primario se mantiene apuntando al objetivo en todo momento, por tanto el eje primario contiene al objetivo. A esta configuración la llamamos de apunte a objetivo. El plano formado por el eje primario y el Sol será el plano de reflexión, ya que en dicho plano se refleja la energía solar al objetivo. El eje secundario será el eje perpendicular al plano de reflexión.

Esta condición geométrica, en la que el plano perpendicular al eje secundario ha de contener al Sol y por tanto los rayos provenientes del Sol se mantienen perpendiculares al eje secundario, es la que brinda la posibilidad de disminuir el error astigmático. El cómo hacerlo entra dentro del campo de aplicación referido a la superficie reflectante, y al estar éste fuera del alcance de esta patente no se ahondará más en esta cuestión.

La condición geométrica destacada en el párrafo anterior es utilizada también para obtener la primera de las dos señales que permiten el control en lazo cerrado. Para ello, se coloca un apuntador o sensor solar en el extremo exterior de la superficie reflectante, y contenido en el plano perpendicular al eje secundario. Este sensor solar proporciona una señal que indica si el Sol se encuentra a un lado u otro del plano perpendicular al eje secundario. Esta señal permite saber si el giro del eje primario es el adecuado para reflejar la energía solar en el objetivo.

El fin último de la invención es reflejar la energía hacia el objetivo, lo cual significa que la energía reflejada se desplace hacia el objetivo según la dirección indicada por el eje primario. Esto se puede traducir en que el rayo principal reflejado se encuentre simultáneamente en dos planos perpendiculares, que geométricamente indica que dicha dirección es la de la recta formada por la intersección de ambos planos.

El primer sensor presentado comprueba la primera de estas dos condiciones. La segunda condición es que el rayo principal reflejado se encuentre contenido en el plano formado por el eje primario y el eje secundario. El plano formado por el eje primario y secundario es el plano de accionamiento.

Existen dos métodos para comprobar que se cumple la segunda condición:

Medición directa: se coloca un sensor en el camino de la energía reflejada al objetivo. Se intercepta una pequeña cantidad de energía de la destinada a alcanzar al receptor para verificar que apunta correctamente.

Medición indirecta: se desvía una pequeña cantidad de energía de la destinada a alcanzar al receptor en sentido opuesto y paralelamente a su dirección de desplazamiento mediante un sistema óptico. Es ésta energía la que es comprobada por el sensor.

Existen dos tipos de sistema óptico:

Reflexivo: refleja la energía incidente mediante una superficie reflectante secundaria que forma 90° con la superficie reflectante del heliostato. Por geometría básica, el ángulo formado por las direcciones principales energía reflejada por el sistema de reflexión principal y éste secundario es 180° . Este sistema se encuentra representado en la figura 10.

Holográfico: capta parte de la energía incidente mediante una superficie con un tratamiento óptico especial que tras de sí forma una imagen virtual del Sol que indica cuando la energía reflejada llega al receptor o si el sistema no está correctamente alineado.

Para completar el sistema de medición se coloca en el eje primario, tras el sistema óptico, un sensor igual al que monitoriza la primera condición y con su plano de referencia paralelo al formado por el eje primario y el eje secundario.

El conjunto de los elementos descritos y la estrategia de movimiento y control conforman la invención de la que es objeto este documento.

Para una mejor comprensión de lo expuesto aquí en el siguiente apartado se clarifican todos los términos utilizados y se ilustran mediante imágenes.

Descripción de los dibujos

En primer lugar se enumeran y desarrollan una serie de términos, con el significado que se describe y que están representados en una serie de figuras.

ES 2 358 815 B2

- Energía solar: energía radiante que proviene del Sol y que llega a la superficie terrestre con una intensidad y composición espectral características.

5 - Helióstato: Espejo de gran distancia focal, dotado de movimiento en dos ejes y cuya misión es reflejar, concentrar y mantener estática la imagen del Sol en un determinado foco a lo largo del día.

- Campo de heliostatos: También denominado concentrador primario o campo solar, es un conjunto de heliostatos dispuestos en un terreno acotado y cuya misión es el aporte de energía radiante a un objetivo o receptor.

10 - Receptor solar u objetivo: Dispositivo que intercepta y absorbe la radiación solar proporcionada por un campo de heliostatos, con objeto de transferirla mediante un intercambiador de calor al bloque de potencia de la planta.

15 - Planta termosolar de receptor central: planta de producción de energía eléctrica que basa su estrategia de operación en el aporte de calor a un determinado ciclo termodinámico convencional, mediante la concentración de la radiación solar por un elevado número de heliostatos sobre un único receptor.

- Rayo principal incidente: el que proviene del centro del disco solar y corta en el punto central de la óptica del helióstato.

20 - Rayo principal reflejado: el que proviene del punto medio central de la óptica del helióstato y resulta de la reflexión del rayo principal incidente en el helióstato.

25 - Sensor solar o apuntador solar: Dispositivo que mediante fenómenos ópticos, fotovoltaicos, térmicos o de cualquier otra índole es capaz de discriminar la posición del Sol respecto a un plano de referencia, permitiendo conocer si el Sol queda a un lado u otro del mismo, generalmente con la finalidad de llevar a coincidir este plano de referencia con la posición del Sol (condición de apunte).

30 - Sistema óptico: dispositivo instalado en el helióstato cuya finalidad es desviar una pequeña parte de la energía incidente de manera que sea posible monitorizar gracias a ésta, y mediante un sensor solar, la incidencia del resto de la energía reflejada en el receptor solar u objetivo.

35 - Primera condición o condición 1: El plano perpendicular al eje secundario ha de contener al Sol. Es una de las dos condiciones geométricas que conducen a que el rayo principal reflejado se dirija correctamente hacia el objetivo, y en la invención propuesta se consigue mediante una rotación adecuada del eje primario.

- Sensor de condición 1 o sensor 1: Sensor solar que informa del cumplimiento de la condición 1.

40 - Segunda condición o condición 2: Puede enunciarse como “el rayo principal reflejado se encuentra contenido en el plano formado por los ejes primario y secundario”. Es una de las dos condiciones geométricas que conducen a la correcta reflexión del rayo principal hacia el objetivo, y en la invención propuesta se consigue mediante una rotación adecuada del eje secundario.

- Sensor de condición 2 o sensor 2: Sensor solar que informa del cumplimiento de la condición 2.

45 - Rayo secundario incidente: el que proviene del centro del disco solar y corta en el punto central del sistema óptico.

- Rayo principal desviado: el que proviene del punto central del sistema óptico y resulta de la reflexión del rayo secundario incidente.

50 - Plano de reflexión: El que contiene al rayo principal incidente y al rayo principal reflejado.

55 - Eje primario: Eje de giro del helióstato que permanece fijo en el espacio durante su operación y respecto del que gira el conjunto móvil.

- Plano principal de la óptica: Plano de simetría de la superficie reflectante, que a su vez contiene al eje primario.

- Eje secundario: Eje de giro del helióstato que es ortogonal al eje primario, y al plano principal de la óptica.

60 - Eje óptico de un helióstato: línea recta virtual que pasa por el centro de la óptica, corta ortogonalmente al eje secundario del helióstato y está contenido en el plano principal de la óptica.

- Plano de accionamiento: plano que contiene al eje primario y al eje secundario.

65 - Montura horizontal: Dispositivo mecánico de orientación en dos ejes de un helióstato respecto a un sistema topocéntrico de coordenadas horizontales, denominadas acimut y altura. El plano fundamental es el horizonte del observador y el punto fundamental es el Norte verdadero. La orientación del helióstato, en función de la evolución diurna del Sol en este mismo sistema de coordenadas, se consigue mediante giros acimutales (arcos de horizonte desde

el punto fundamental) y de altura o cenitales (arcos ortogonales al plano horizonte en dirección al cenit del observador). El eje mecánico de giro acimutal es ortogonal al plano del horizonte y de orientación fija. Por el contrario, el eje de giro cenital es paralelo al plano del horizonte y de orientación variable, debido a la existencia de una ligadura mecánica entre ambos movimientos, que provoca el “arrastre” del eje cenital cada vez que el giro acimutal acontece.

- Montura spin-elevación: Dispositivo mecánico constructivamente similar a la montura horizontal pero cuyo eje primario no es vertical sino que se orienta de tal manera que dicho eje apunta al objetivo o receptor solar. El sistema de ejes en este caso también es ortogonal, lo que significa que el eje secundario permanece perpendicular al primario en todo momento. La orientación del helióstato, en función de la evolución diurna del Sol se consigue mediante giros alrededor del eje primario e inclinación respecto del eje de apunte.

- Facetas: Elementos especulares individuales de que se compone la superficie reflectante de algunos helióstatos.

- Declinación: Variación de la altura del Sol sobre el ecuador celeste cuando la tierra, a lo largo del año, recorre su trayectoria (la eclíptica) alrededor del Sol.

- Estrategia de apunte: Procedimiento de operación de una planta termosolar que consiste en definir un conjunto de coordenadas sobre el receptor a donde deben apuntar cada uno de los helióstatos del campo para conseguir la distribución de energía requerida sobre éste.

- Estrategia dinámica de apunte: Es una estrategia de apunte en la cual las coordenadas sobre el receptor cambian con el tiempo, siguiendo determinados criterios de control.

Para completar la descripción que sigue y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se va a realizar una descripción detallada de una realización preferente basándose en un juego de dibujos que se acompañan a esta memoria descriptiva, y en donde con carácter meramente orientativo y no limitativo se ha representado lo siguiente:

La figura 1 muestra una planta termosolar de receptor central donde puede utilizarse el helióstato de la invención. También pueden observarse los elementos principales de la planta como la torre (13) donde se ubica el receptor (11), los helióstatos y otras instalaciones anexas.

La figura 2 muestra una vista en perspectiva trasera de la montura “horizontal” de un helióstato. En esta figura se pueden observar el eje cenital (9), que en este caso coincide con el eje primario (3), y el eje secundario (5) en este caso horizontal. Esta configuración es la más habitual, en configuración monoposte donde la estructura es soportada por un pedestal (7), donde también se puede observar un elemento común a todo helióstato, el dispositivo de control (8).

La figura 3 muestra una vista en perspectiva trasera de una montura “spin-elevación” de una variante del helióstato de la invención. Esta configuración es más similar a la configuración de montura “horizontal”. El modo de soportar el peso de la estructura es mediante un pedestal (7), y también consta de dispositivo de control (8). En esta montura, el eje primario (3) varía su inclinación y orientación en función de la posición relativa al objetivo (11). El eje secundario (5), que en la posición representada se encuentra en posición horizontal, varía su posición dentro de un plano perpendicular al eje primario (3). En la figura se puede observar también los puntos de giro en los que se regula la inclinación y orientación del eje primario, en el mecanismo de unión del pedestal (7) y el eje primario (3).

La figura 4 muestra una perspectiva del helióstato objeto de la invención, en configuración general. Cabe destacar que en esta se puede observar claramente los ejes primario (3) y secundario (5), y una manera de accionarlos mediante los accionamientos primario (4) y secundario (6). También se representa el sistema de control (8), común a todo helióstato. En el centro de la superficie reflectante se ubica el sistema óptico (17) por delante del sensor de la condición 2 (15) que junto con el sensor de condición 1 (14) representado en la siguiente figura conforman el sistema de captación necesario para el control en lazo cerrado.

La figura 5 muestra una vista lateral y otra frontal del helióstato. En esta figura, aparte de los elementos destacados en la figura anterior, tales como el eje primario (3), accionamiento primario (4), eje secundario (5), accionamiento secundario (6) y el sistema de control (8), se pueden observar otros elementos. La superficie reflectante (1) se monta sobre el soporte móvil (2), y sobre este soporte también se ubica el sensor de la condición 1 (14) en un extremo.

La figura 6 muestra una vista en planta del plano de reflexión. En esta vista se pueden observar las principales características de la reflexión de la energía solar en una posición correcta de apunte. La superficie reflectante (1) se orienta según el eje óptico (18). El rayo principal incidente (22) y el rayo principal reflejado (23) forman en cada momento ambos un ángulo γ con el eje óptico (18) consecuencia directa de la ley de reflexión. El rayo principal reflejado (23) resulta de la reflexión del rayo principal incidente (22) que proviene del Sol (12), y es reflejado por la superficie reflectante (1), y para que éste alcance al objetivo (11), situado en la torre (13), ha de cumplirse que éste sea coincidente con el eje principal (3), para lo que se acciona el sistema mediante los ejes principal (3) y secundario (5). Aunque en esta figura no esté representado, el plano principal de la óptica (21) y el plano de referencia del sensor de la condición 1 se ubicarán ambos en el plano de reflexión para que se cumpla la condición 1.

ES 2 358 815 B2

La figura 7 muestra, esquemáticamente en perspectiva, la geometría espacial en que se fundamenta la invención. En esta configuración se están cumpliendo las dos condiciones de apunte que permiten al rayo principal reflejado (23) alcanzar el objetivo (11). Esta representación aclara la participación de algunos elementos que no aparecen en la figura anterior, como el plano de accionamiento (10).

La figura 8 es un alzado de la figura 6. Esta figura junto con las dos anteriores acaba de clarificar la posición espacial de todos los elementos que intervienen en la reflexión.

La figura 9 representa el detalle de una posible configuración del sensor 1 (14). Este sensor está compuesto por una superficie opaca (24) como representación física del plano de referencia y dos superficies sensibles (25) a la energía solar incidente. La superficie sensible (25) del lado de donde se encuentre el Sol (12) producirá una mayor señal (puede observarse la parte punteada donde no se ilumina la superficie sensible), lo que indica el incumplimiento de la condición 1. En el momento que el Sol (12) se encuentre contenido en el plano de referencia, las superficies sensibles (25) generarán la misma señal y se sabrá que la posición respecto al giro del eje principal es correcta.

La figura 10 representa el detalle de una posible configuración del sistema óptico (17) del sensor 2 (15). En este caso, el sensor 2 (15) es igual al sensor 1 (14), con la salvedad de que solo varía su posición por acción del eje primario (3) permaneciendo en todo momento la superficie opaca (24) paralela a este eje. La superficie opaca (24) también permanece paralela al eje secundario (5), por lo que dicha superficie se ubica en el plano de accionamiento (10), que es perpendicular al plano principal de la óptica (21) que es el plano al que es paralela la superficie opaca (24) del sensor 1 (14). La superficie reflectante secundaria (26) gira alrededor del eje secundario (5) reorientando el rayo principal desviado hacia el sensor 2 (15). Por el mismo fenómeno que en el sensor 1 (14), cuando las superficies sensibles produzcan la misma señal, el rayo principal desviado (19) será paralelo al eje primario (3) y por tanto el principal reflejado (23) también será paralelo a dicho eje y por tanto se dirigirá al objetivo (11).

La figura 11 presenta una vista del plano de reflexión, una vez se cumple la condición 1, por tanto el Sol como el objetivo están en el plano de reflexión. En esta figura puede verse la disposición del sensor 2 (15) y su sistema óptico (17) cuando el giro alrededor del eje secundario (5) lleva al cumplimiento de la condición 2. Conviene enfatizar aquí que el accionamiento del giro alrededor del eje secundario (5) modifica la orientación en el plano de la figura de todos los elementos del helióstato representados con la excepción del sensor 2 (15). Esto es así debido a que el sensor 2 (15) se encuentra ubicado o unido a la pieza en T que articula el movimiento según el eje secundario (5), y por ello no experimenta movimiento alrededor de éste eje.

Se hace notar que las figuras 1 a 3 corresponden al campo de aplicación de la invención, técnica anterior y necesidad de la invención, las figuras 4 a 6 corresponden a la descripción estructural de la invención, las figuras 7 y 8 corresponden a la explicación del modo de funcionamiento de la invención, mientras que las figuras 9 a 11 son un detalle de una realización preferente de los sensores del sistema.

En dichas figuras las referencias numéricas corresponden a las siguientes partes y elementos:

1. Superficie reflectante.
2. Soporte móvil.
3. Eje primario.
4. Accionamiento primario.
5. Eje secundario.
6. Accionamiento secundario.
7. Pedestal.
8. Dispositivo de control.
9. Eje cenital.
10. Plano de accionamiento.
11. Objetivo o receptor solar.
12. Sol.
13. Torre.
14. Sensor condición 1.

15. Sensor condición 2.
16. Suelo.
- 5 17. Sistema óptico.
18. Eje óptico.
19. Rayo principal desviado.
- 10 20. Plano de reflexión.
21. Plano principal de la óptica.
- 15 22. Rayo principal incidente.
23. Rayo principal reflejado.
24. Superficie opaca.
- 20 25. Superficie sensible.
26. Superficie reflectante secundaria.
- 25 27. Rayo secundario incidente.

Realización preferente de la invención

La figura 1 muestra una planta termosolar de receptor central, donde se ha representado un detalle de la zona de la torre en que se ubica el receptor solar.

En la figura 2 se muestra el montaje convencional de un heliostato. Obsérvese como el eje primario (3) se introduce en el pedestal (7), mientras que el eje secundario (5) es “arrastrado” por el propio eje primario (3).

La solución propuesta pasa por inclinar el eje primario para que apunte al objetivo (11).

La realización preferente se representa en la figura 3, donde se puede observar que el sistema consta de una estructura fija formada por un pedestal (7) que puede ser de acero u hormigón, y el eje principal (3), siendo éste regulable en elevación y orientación horizontal para apuntar al objetivo (11). Esta regulación se realiza para cada heliostato y en una única ocasión al ser instalado el sistema, ya que a partir de esta regulación inicial el eje principal (3) permanece fijo en el espacio a lo largo del tiempo. También consta de una superficie reflectante (1), la cual se apoya en un soporte móvil (2) que impide la deformación de dicha superficie y a su vez permite el movimiento por el que la reflexión de la energía solar alcanza el receptor. Estos movimientos son producidos por un sistema de accionamiento compuesto por dos actuadores independientes (4) y (6), de los cuales en esta realización preferente y sin carácter limitante el actuador principal (4) es un actuador lineal mientras que el actuador secundario es un actuador rotatorio, siendo ambos los que permiten el apunte del heliostato. Completan el sistema un conjunto de sensores de reflexión (14) y (15), representados en las figuras de detalle 9, 10 y 11, y un dispositivo de control que se encarga de que en todo momento la energía reflejada por el heliostato alcance el receptor (11).

El sistema basa su funcionamiento en realizar un giro alrededor de un eje fijo (eje principal (3)) que tiene la peculiaridad de apuntar al receptor solar u objetivo (11).

El segundo giro que realiza el heliostato para poder controlar el apunte del sistema se realiza según un eje perpendicular al eje principal denominado eje secundario (5).

La primera condición de apunte que ha de cumplir el sistema es que el plano principal de la óptica (21) contenga al rayo principal incidente (22), o lo que es lo mismo, que el plano principal de la óptica (21) sea coincidente con el plano de reflexión (20). En las figuras 6 a 8 se cumple esta condición, siendo además el plano del dibujo en el caso de la figura 6 el plano principal de la óptica (21). Si esta condición no se cumpliera, el rayo principal reflejado se desviaría respecto al objetivo (11).

Esta condición se satisface mediante el accionamiento primario (4) dispuesto según el eje primario (3).

La segunda condición es que el rayo principal reflejado (23) sea paralelo al eje primario (3). Esta condición se consigue mediante el accionamiento secundario (6) según el eje secundario (5), y sólo es posible si se satisface la condición primera.

ES 2 358 815 B2

La operación de ambos accionamientos sigue una estrategia independiente, pero finalmente han de cumplirse ambas condiciones.

5 El sistema de sensores detecta si se cumplen o no las condiciones de apunte, y de no cumplirse advierte al sistema de control en qué medida o de qué manera no se cumplen las condiciones.

El sistema consta de dos tipos de sensores que miden si:

- 10 - El plano principal de la óptica (21) contiene al rayo principal incidente (22).
- El rayo principal reflejado (23) es paralelo al eje primario (11).

15 La primera de las condiciones se monitoriza por un sensor dispuesto en la intersección del plano principal de la óptica (21) y el borde exterior de la superficie reflectante (1) y detecta en cual de las dos regiones espaciales de las definidas por el plano principal de la óptica (21) se encuentra el rayo principal incidente. Para una mayor claridad de este sistema, la figura 5 clarifica la ubicación referida, y la figura 9 presenta una realización preferente de este sensor.

20 La segunda de las condiciones se monitoriza por un sensor dispuesto según el eje principal que detecta en qué región del espacio de las definidas por el plano de accionamiento (10) se encuentra la imagen del Sol, tras ser redireccionada por un sistema óptico (17) ubicado en la realización preferente en el centro de la superficie reflectante (1) y por delante del sensor de la condición 2 (15). Este sistema esta representado en la figura 10, donde el detalle se extrae de la zona central de la superficie reflectante (1). Aquí existe un hueco por el que el rayo principal desviado se dirige al sensor de condición 2 (15) que para este caso es idéntico al sensor condición 1 (14) pero orientado su plano opaco (24), que es su plano de referencia, paralelo al plano de accionamiento (10).

25 En la figura 5 se muestra una realización preferente desde el tipo de vista constructivo, en la que no se ha introducido restricción alguna en cuanto a la orientación del objetivo. El helióstato objeto de la invención comprende una superficie reflectante (1), capaz de girar mediante un accionamiento primario (4) alrededor de un eje geométrico primario (3) solidario de un soporte móvil (2) que, a su vez, es capaz de girar alrededor de un eje geométrico secundario (5) perpendicular al eje geométrico primario (3), mediante un accionamiento secundario (6). Ambos accionamientos (4) y (6) están gobernados por un dispositivo de control (8). El conjunto esta soportado por un pedestal (7) cuyo diseño permite el movimiento de la superficie reflectante (1) y del soporte móvil (2) sin interferir con el propio pedestal (7).

30 En una realización particular, denominada de montaje monoposte y descrita en la figura 3, se dispone el objetivo (11) sobre el receptor de una torre (13), estando alineado el eje primario (3) de manera que atraviesa el objetivo (11).

40 El sistema de sensores permite determinar de manera independiente el comportamiento de las condiciones de reflexión expresadas anteriormente, lo que por accionamiento independiente (ambas variables de control no están ligadas lo que facilita enormemente el control de la invención) llevará al sistema de control mediante lazo cerrado a cumplir constantemente las condiciones de reflexión.

45 La estructura soporte móvil (2) es una estructura reticular simple con secciones longitudinales perpendiculares al eje de accionamiento y soporte que es el eje secundario (5). Un detalle de la realización preferente se puede observar en la figura 3. El eje secundario (5) es una viga de sección circular accionada por el actuador secundario (6), actuador lineal, rotando este sistema en torno a los orificios de las orejetas pertenecientes a una pieza en T, siendo el eje de dicha T (el brazo perpendicular al eje formado por los centros de las orejetas) el eje primario (3). En cierto punto de su longitud, el eje de la T quedará dividido en dos secciones, que dispondrán de giro relativo respecto a este eje primario (3) mediante una unión por cojinetes. Este giro del eje primario (3) estará accionado por el actuador primario (4).

50 Esta T a su vez se encuentra articulada según un eje horizontal perpendicular al eje primario (3) y en un punto inferior a la unión por cojinetes que permite el giro alrededor del eje primario (3). La pieza en T mencionada se articula para permitir variar la elevación del eje primario (3) en el apunte inicial, sobre una segunda pieza en T similar a la ya mencionada compuesta por dos orejetas y un eje (brazo perpendicular al eje formado por las orejetas). En este caso el eje es una única pieza a diferencia de la pieza en T mencionada con anterioridad. El eje formado por el centro de estas orejetas es el eje horizontal mencionado, alrededor del cual se articula la pieza en T inicial. Esta segunda pieza en T gira alrededor de un eje vertical respecto al pedestal (7) para permitir la orientación acimutal del eje primario (3). Ambos giros, alrededor de éste eje vertical y alrededor de las orejetas de la segunda pieza en T, son los que permiten la orientación inicial del eje primario (3) para que apunte siempre al objetivo (11). Estos dos últimos giros se impiden en el funcionamiento normal del sistema siendo utilizados simplemente para el apunte al objetivo en el momento de
60 instalación y ajuste del sistema.

REIVINDICACIONES

5 1. Helióstato **caracterizado** por disponer de un eje de accionamiento apuntando al objetivo, dos sensores solares de reflexión o refracción, control en lazo cerrado, e independiente de la solución de la óptica reflectante principal. El primer sensor solar (14) detecta la posición del rayo principal incidente (22) respecto al plano principal de la óptica (21), mientras que el segundo sensor solar (15) detecta la posición del rayo principal reflejado (23) respecto al plano de accionamiento (10). El sistema de control en lazo cerrado es alimentado retroactivamente por las señales de estos dos sensores que comparan en todo momento dichas señales y coordina los accionamientos primario (4) y secundario (6) para conseguir en todo momento la condición de apuntamiento a objetivo.

15 2. Helióstato de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** por disponer de un soporte móvil (2), que gira bajo la acción de un accionamiento primario (4) respecto a un eje primario (3) coincidente con la dirección de apunte al objetivo (11), y sobre el que va montada la superficie reflectante (1) de muy alta reflectividad que gira bajo la acción de un accionamiento secundario (6) respecto a un eje secundario (5) perpendicular tanto al eje primario (3) como al plano principal de la óptica (21).

20 3. Helióstato de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** por disponer de un sensor solar (14) que se sitúa preferentemente en el contorno de la superficie reflectante (1) y es solidario a la misma, y dispone de una superficie opaca (24) que actúa como plano de referencia y dos superficies sensibles (25) a la energía solar incidente.

25 4. Helióstato de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** por disponer de un sensor solar (15) que se sitúa en el centro de la superficie reflectante (1) girando exclusivamente alrededor del eje primario (3) permaneciendo en todo momento su superficie opaca (24) paralela a este eje y al eje secundario (5). El sensor recibe la radiación solar tras el reflejo de la misma en un sistema óptico (17), formado por una superficie reflectora secundaria (26). Esta superficie reflectante secundaria (26) es perpendicular a la superficie reflectante (1) del helióstato, y contiene el eje secundario del mismo.

30

35

40

45

50

55

60

65

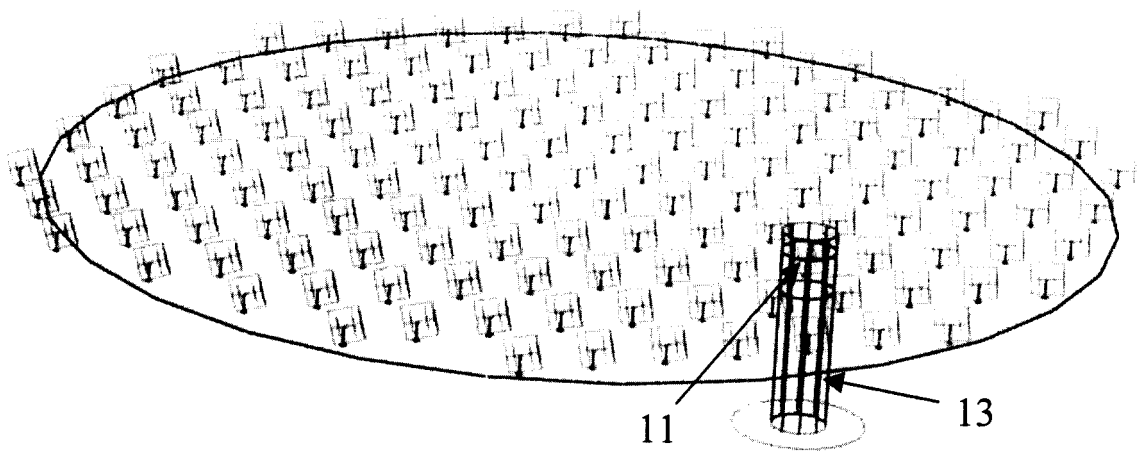


Figura 1

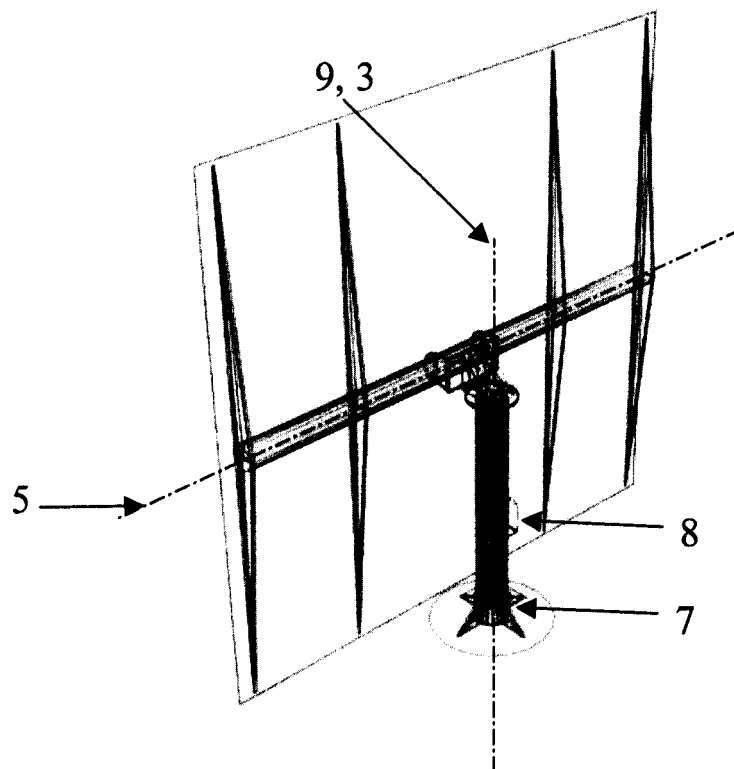


Figura 2

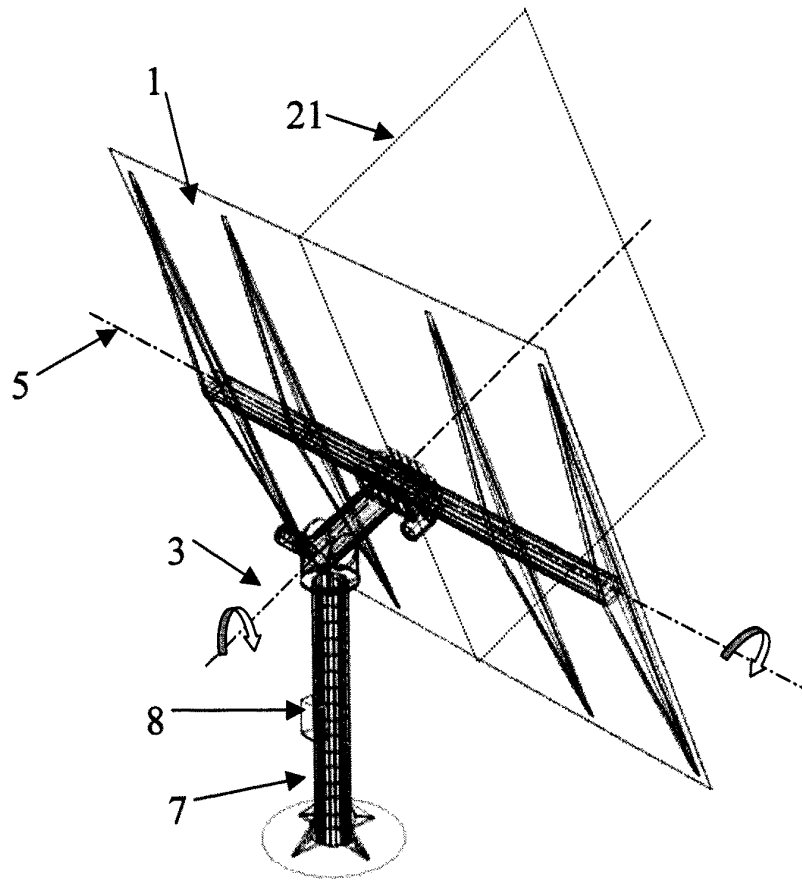


Figura 3

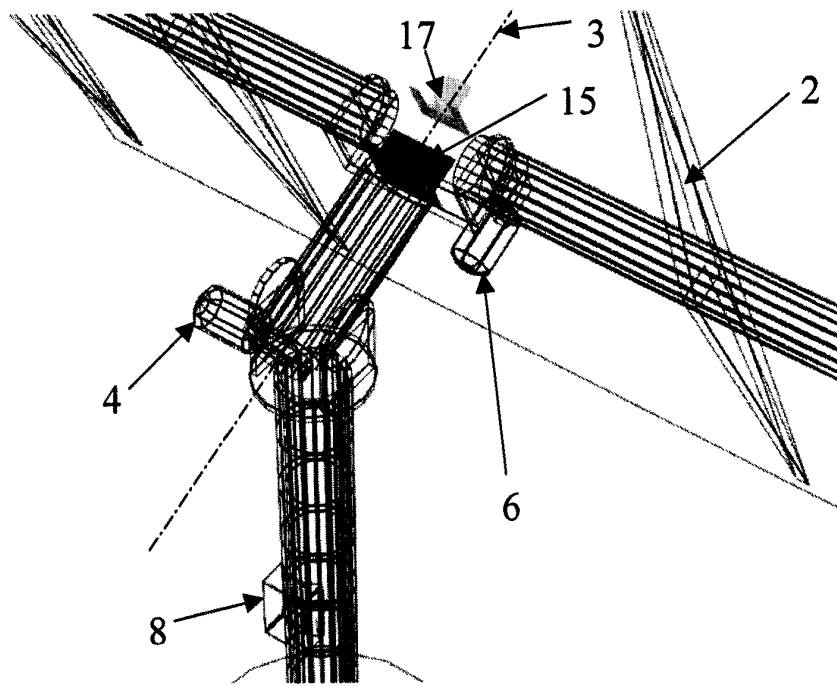


Figura 4

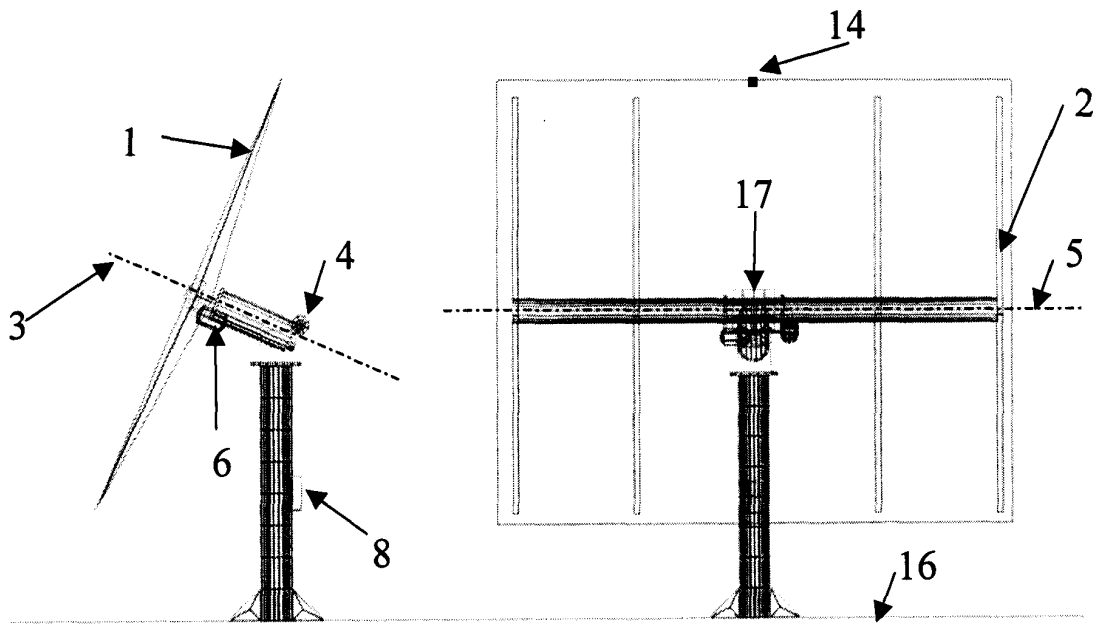


Figura 5

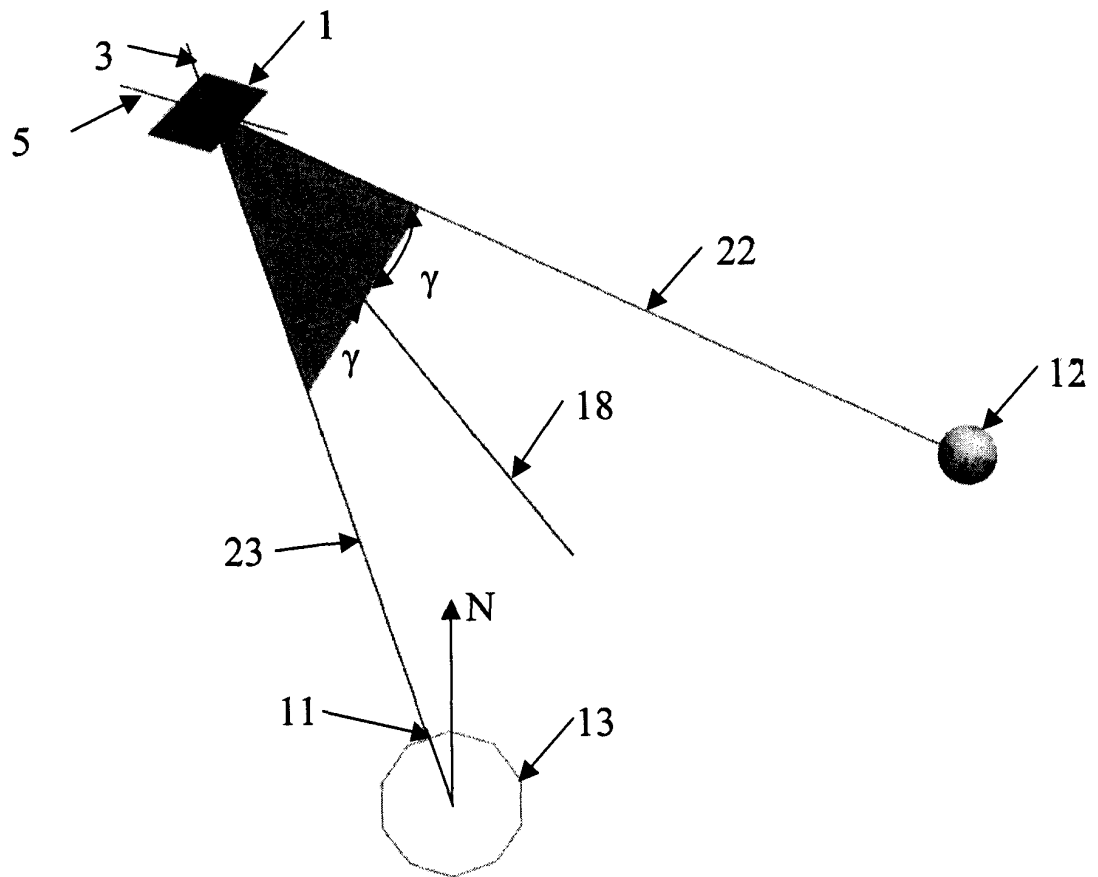


Figura 6

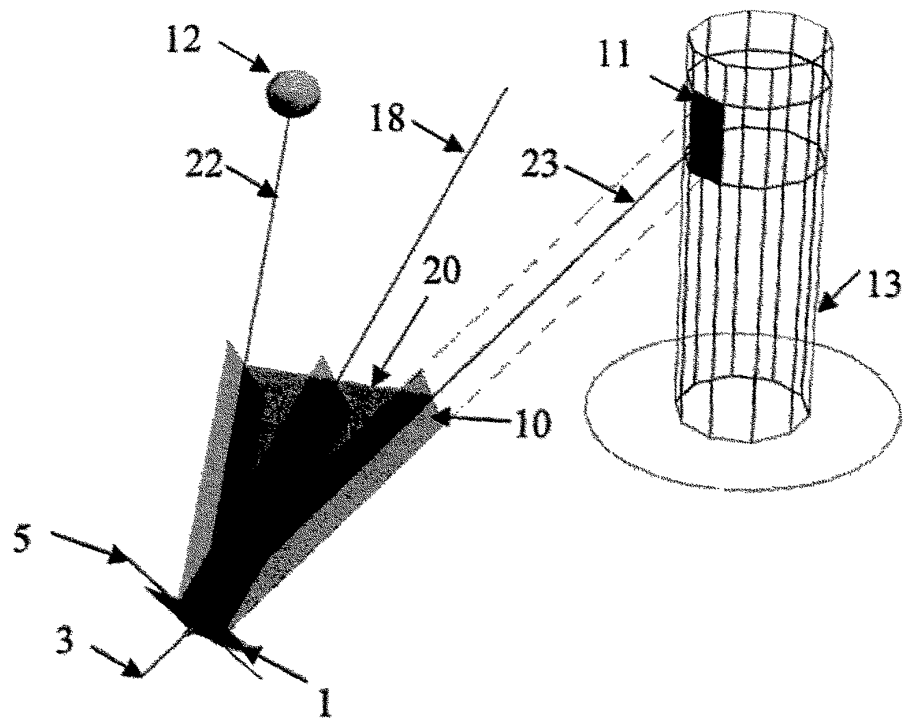


Figura 7

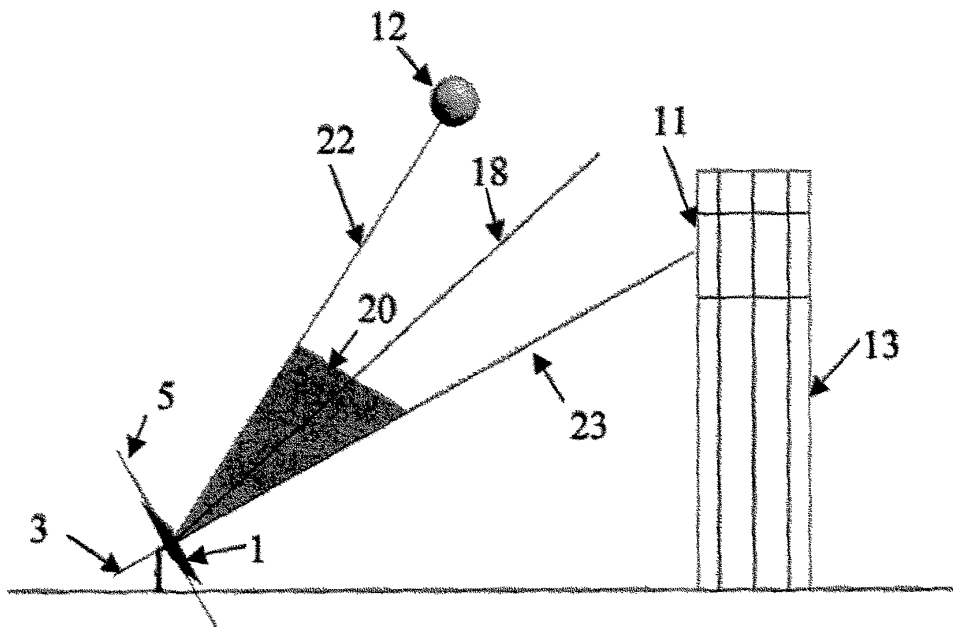


Figura 8

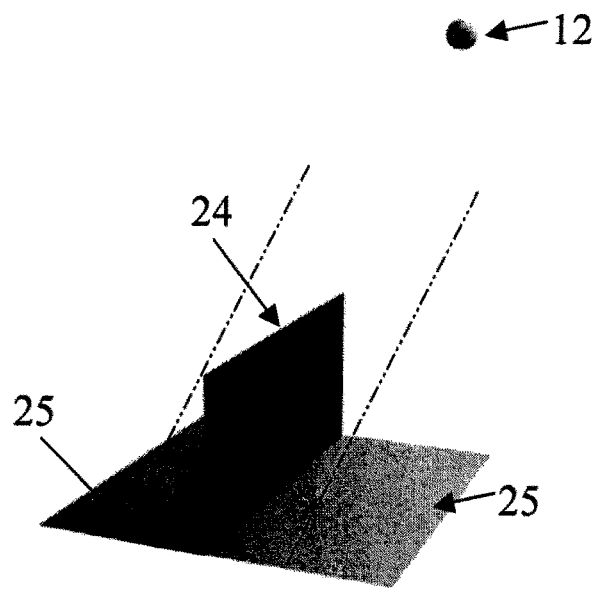


Figura 9

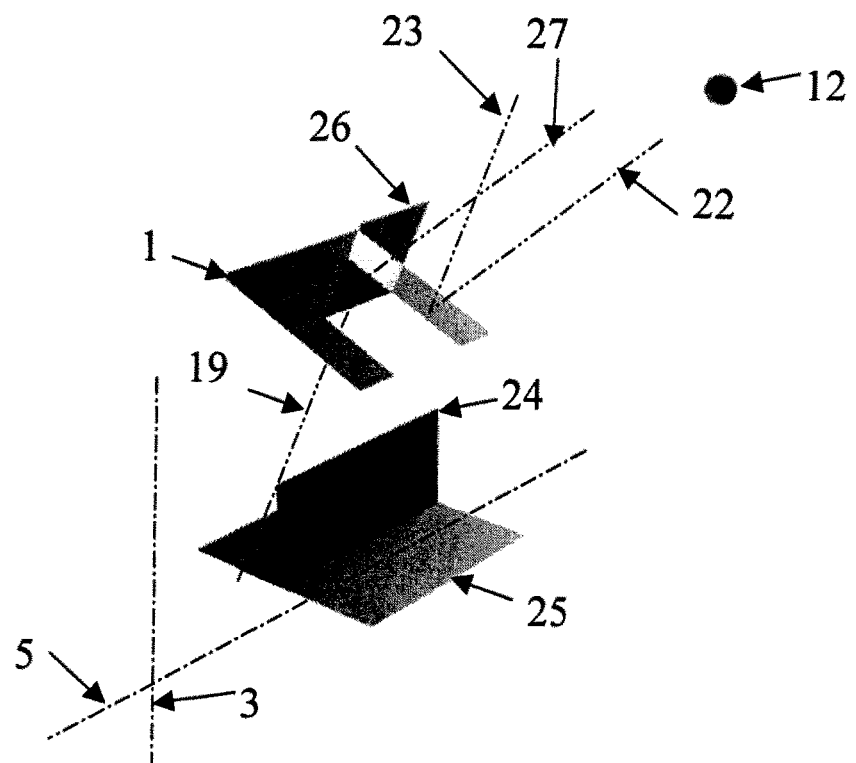


Figura 10

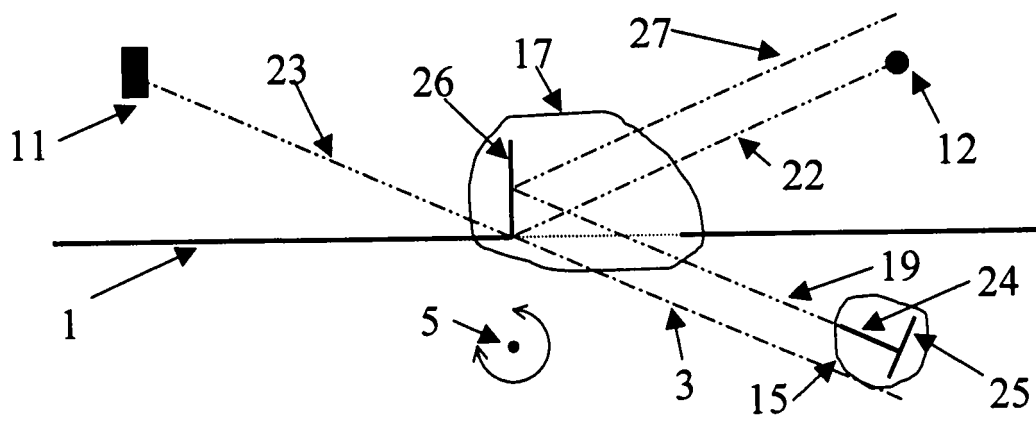


Figura 11



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 200802278

②② Fecha de presentación de la solicitud: 31.07.2008

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **F24J2/38** (2006.01)
F24J2/54 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	WO0066947 A1 (POND RICHARD JAMES) 09.11.2000, página 4, línea 11 – página 5, línea 27; figuras.	1-4
A	US 4586488 A (NOTO VINCENT H) 06.05.1986, columna 3, línea 65 – columna 4, línea 32; columna 5, líneas 19-28; figuras.	1-4
A	Base de datos EPODOC, recuperado de EPOQUE: PN JP 2007180257 A & JP 2007180257 A (HIJI DENKI KK) 12.07.2007, resumen; figuras.	1-4

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 18.02.2011	Examinador L. García Aparicio	Página 1/2
--	----------------------------------	---------------

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

F24J

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

INVENES, EPODOC