

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 703 159**

51 Int. Cl.:

F24S 23/70 (2008.01)

F24S 20/20 (2008.01)

F24S 30/425 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.10.2015 PCT/EP2015/073140**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.04.2016 WO16055516**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.10.2015 E 15775702 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.10.2018 EP 3204700**

54 Título: **Procedimiento de guía en rotación de un reflector solar y reflector solar**

30 Prioridad:

09.10.2014 FR 1459687

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

07.03.2019

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
25, Rue Leblanc, Bâtiment "Le Ponant D"
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

VIDAL, FRÉDÉRIC

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 703 159 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de guía en rotación de un reflector solar y reflector solar

5 Campo técnico

La presente invención se refiere al campo general de las centrales (o instalaciones) solares y, más específicamente, al campo de los sistemas de puesta en rotación de reflectores solares presentes en centrales de este tipo.

10 La invención se aplica, en particular, pero de manera no limitativa, al campo de la energía termosolar de concentración (o incluso campo del "CSP" por sus siglas en inglés de "Concentrated Solar Power") y, más concretamente, al campo de los reflectores con espejos de Fresnel lineales (o incluso campo del "CLFR" por sus siglas en inglés de "Compact Linear Fresnel Reflector").

15 La invención propone así un procedimiento de guía en rotación de un reflector solar, así como un reflector solar accionado en rotación y una central solar que incluye una pluralidad de reflectores solares de este tipo.

Estado de la técnica anterior

20 Entre las tecnologías conocidas del sector de la energía solar termodinámica, existe la tecnología de la energía termosolar de concentración (CSP), tal como se describe, por ejemplo, en la técnica anterior WO 02/02995 A2, que usa lentes o espejos para concentrar la radiación solar en una pequeña superficie. De manera más precisa, la tecnología de reflectores con espejos de Fresnel lineales (CLFR) es una de las soluciones solares térmicas de concentración más fiables y sencillas.

25 La tecnología CLFR permite generar generalmente vapor de agua. La misma se basa en el uso de concentradores de Fresnel que comprenden espejos primarios casi planos y modulares, denominados reflectores compactos lineales, que pivotan siguiendo la trayectoria del sol para redirigir y concentrar permanentemente los rayos solares hacia receptores situados en tubos que contienen agua. La concentración de los rayos del sol hace hervir el agua en el interior de los tubos, lo que produce de este modo vapor saturado y sobrecalentado. Este vapor puede usarse a continuación para producir electricidad o para procedimientos industriales que usan vapor de agua.

30 La puesta en rotación de los reflectores de las centrales solares es necesaria para poder seguir permanentemente la trayectoria del sol y captar sus radiaciones solares. De este modo, normalmente, los reflectores se montan en rotación, a través de elementos móviles motorizados en una estructura de soporte con suelo fijo según varias líneas paralelas que comprenden, cada una, una serie de diversos reflectores.

35 Ahora bien, durante la puesta en rotación de una estructura flexible, como un reflector solar, con respecto a un soporte fijo, es muy recomendable poder equilibrar la parte rotativa con respecto a su o sus ejes de rotación con el fin de optimizar el conjunto de los elementos estructurales. En efecto, un equilibrio de este tipo ofrece muchas ventajas y puede permitir limitar en particular los valores del o de los pares de fuerza necesarias para asegurar la orientación del reflector y, por tanto, poder limitar de este modo la potencia total necesaria para la rotación, así como el consumo de los motores. Además, un equilibrio de este tipo puede permitir reducir igualmente el rozamiento porque las fuerzas aplicadas en los elementos móviles, como los cojinetes, son menores.

40 Sin embargo, las soluciones actuales conocidas de la técnica anterior, que se emplean para la puesta en rotación de los reflectores de centrales solares no son plenamente satisfactorias. En efecto, generalmente no logran optimizar lo mejor posible la rotación de los reflectores mediante un equilibrado adecuado de los mismos con respecto a su(s) eje(s) de rotación.

45 En particular, aunque en la práctica sea técnicamente posible posicionar un reflector solar en su posición de equilibrio, es decir colocarse lo suficiente cerca del centro de gravedad para que el par de fuerzas debido al equilibrado sea inferior al par de fuerzas debido al rozamiento inducido por la gravedad, ya que los ejes de rotación de los reflectores generalmente se posicionan por construcción y equilibrado, puede controlarse gracias al respecto de tolerancias de fabricación adaptadas o gracias a unos medios de ajuste para centrar lo mejor posible los ejes (equilibrado), sin embargo, esta posición de equilibrio no se conserva durante la rotación, evolucionando continuamente la posición del centro de gravedad durante esta rotación dada la deformación debido a la gravedad que cambia con la inclinación de las partes móviles. Este fenómeno se acentúa aún más con una estructura optimizada, como un reflector solar, que se deforma más dada su flexibilidad.

50 La variación de posición del centro de gravedad durante la rotación modifica, por tanto, el equilibrado del reflector solar e induce entonces pares de fuerzas parásitas suplementarias que aumentan la deformación del propio sistema global. Esta deformación puede limitarse a través de unos medios de ajuste que permiten ajustar lo mejor posible la posición de equilibrio, en particular, desfasando en función de la inclinación el o los ejes de rotación del reflector lo más cerca posible de la nueva posición de centro de gravedad. Sin embargo, este principio de desfase presenta lo más a menudo poco interés en cuanto a la optimización deseada en términos de equilibrado y de disminución del rozamiento. En

efecto, en general, una vez ajustado el centro de rotación es fijo y los pares parásitos suplementarios debidos a un desplazamiento del centro de gravedad los sufre el sistema. En general, los componentes están, por tanto, dimensionados con el fin de que sean lo suficiente rígidos para que los desplazamientos del centro de gravedad sean aceptables y también para que la deformación suplementaria inducida por los esfuerzos parásitos resultantes sea aceptable.

Al generar estos pares parásitos suplementarios torsiones, estos limitan, no obstante, la reducción del peso de los elementos, así como la longitud máxima de una línea de reflectores accionada con un solo motor. Sin embargo, este principio de desfase solo resulta prácticamente útil en el caso de la realización de líneas de reflectores de grandes longitudes accionadas a través de un solo motor.

A modo de ejemplos, se presentan a continuación, tres grandes principios de puesta en rotación de los reflectores solares que se encuentran de manera muy particular en las centrales solares que incluyen líneas de reflectores con espejos de Fresnel lineales (CLFR).

Primero, existe un principio de puesta en rotación de los reflectores, poco corriente, denominado principio de rotación "rodante", que usa una rueda dentada circular en desplazamiento sobre una superficie plana que forma una cremallera, accionando este desplazamiento la rotación. Este principio se caracteriza por un rodamiento sin deslizamiento con un punto de contacto que se desplaza sobre la rueda, actuando como árbol de rotación, en función de la inclinación de los reflectores.

Existe igualmente un principio de puesta en rotación de los reflectores, frecuentemente usado en las centrales solares, denominado principio de rotación "sobre viradores", que consiste en el uso de un árbol de rotación cilíndrico que descansa sobre dos rodillos. Este principio se caracteriza por dos puntos de contacto distintos, estando el centro de rotación situado sobre la mediatriz del segmento que pasa por los centros de los dos rodillos, formando esta mediatriz un eje de apoyo.

Finalmente, existe también un principio de puesta en rotación de los reflectores, comúnmente usado en las centrales solares, denominado principio de rotación "sobre cojinetes", que consiste a su vez en el uso de un árbol de rotación cilíndrico soportado en un orificio cilíndrico ajustado al diámetro del árbol. En general, un buje está alojado en el orificio con el fin de reducir el rozamiento. Este principio se caracteriza entonces por un contacto de superficie contra superficie, estando el centro de rotación situado en el centro del orificio.

Cabe señalar que para estos tres principios, los arboles de rotación son todos cilíndricos y fijos con respecto al reflector. El eje de rotación corresponde al eje alrededor del cual gira el reflector, pasando este eje por los centros de los árboles de rotación cilíndricos.

Además, ahora a continuación, con la ayuda de la figura 1, se van a ilustrar los esfuerzos o pares de fuerzas C_b , C_f y C_m , que se aplican en una línea de reflectores solares 1 provista de un motor M para su accionamiento en rotación.

Como se ha indicado anteriormente, las soluciones de la técnica anterior para la puesta en rotación de los reflectores 1 generalmente no prevén tener en cuenta la evolución de la posición del centro de gravedad a medida que se inclinan los reflectores 1. De este modo, sin considerar la evolución de la posición del centro de gravedad, solo se toman en consideración los defectos de equilibrado (o de centrado del o de los ejes de rotación) y el rozamiento, con el fin de evaluar el comportamiento de la línea de reflectores 1 y, por tanto, su correcto dimensionamiento, en particular en torsión.

De este modo, como se puede ver en la figura 1, el motor M soporta los pares de rozamiento C_f , que se añaden al nivel de en cada cojinete de la línea de reflectores 1. Están todos en el mismo sentido, contrario al sentido de rotación de los reflectores 1. Además, el motor M soporta también los pares de desajustes C_b (de desequilibrio) que tendrán por tanto un sentido aleatorio y un comportamiento alterno de tipo sinusoidal, que pueden ser por tanto motores en determinados momentos. Estos desajustes incluyen por tanto el defecto de posicionamiento inicial del eje de rotación con respecto al centro de gravedad, así como los desajustes parásitos favorables o desfavorables relacionados con el movimiento del centro de gravedad durante la inclinación. El motor M presenta de este modo un par de motor C_m igual a la suma del conjunto de los pares de rozamiento C_f y del conjunto de los pares de desajustes máximo C_b encontrados durante la rotación.

Asimismo, la ausencia de corrección del o de los ejes de rotación de los reflectores solares a medida que su orientación evoluciona para seguir el sol y que, en consecuencia, la posición del centro de gravedad cambia, tiene como principal inconveniente que aumenta el rozamiento y el desequilibrio del sistema y, por lo tanto, aumenta el par motor necesario para la puesta en rotación de los reflectores.

Descripción de la invención

Existe por tanto una necesidad para proponer una solución que permita corregir la posición de equilibrio de uno o varios reflectores solares a medida que giran o se inclinan, en función de la trayectoria del sol, para adaptarse al

cambio de posición del centro de gravedad. En particular, existe una necesidad para proponer una solución que permita corregir el o los ejes de rotación de las líneas de reflectores en función de su inclinación.

5 La invención tiene como objetivo atender al menos parcialmente las necesidades mencionadas anteriormente y remediar los inconvenientes relativos a las realizaciones de la técnica anterior.

La invención tiene por tanto por objetivo, según uno de sus aspectos, un procedimiento de guía en rotación de al menos un reflector solar para una central solar, en concreto un reflector de tipo reflector con espejo de Fresnel lineal, alrededor de al menos un árbol de rotación, caracterizado por que incluye las siguientes etapas:

- 10 a) determinar la forma gráfica de gravedad definida por la evolución de la posición del centro de gravedad en sección de dicho al menos un reflector solar en el transcurso de una rotación alrededor de al menos un árbol de rotación de forma cilíndrica,
- 15 b) determinar la forma gráfica de árbol de la sección de al menos un árbol de rotación corregido a partir de la forma gráfica de gravedad obtenida en la etapa a) para la toma en cuenta de la evolución de la posición del centro de gravedad en el transcurso de la rotación de dicho al menos un reflector para la obtención de un centro de gravedad situado sobre el eje de apoyo de dicho al menos un reflector, por lo tanto, en equilibrio en el transcurso de su rotación,
- 20 obteniéndose la forma gráfica de árbol por traslación de una pluralidad de puntos de la forma gráfica de gravedad de un mismo valor constante para obtener una pluralidad de puntos que definen la forma gráfica de árbol, realizándose la traslación de un punto dado de la forma gráfica de gravedad del valor constante en el sentido y en la dirección de la fuerza de gravedad aplicada a dicho punto dado.

25 Además, la invención tiene igualmente por objeto, según otro de sus aspectos, un reflector solar para una central solar, accionado en rotación a través de un sistema de guía en rotación, concretamente, un reflector de tipo reflector con espejo de Fresnel lineal, concretamente, obtenido mediante la implementación del procedimiento de guía en rotación como se ha definido anteriormente,

30 caracterizado por que incluye al menos un árbol de rotación corregido, alrededor del cual gira dicho al menos un reflector solar, definiendo en concreto la sección de dicho al menos un árbol de rotación corregido una forma gráfica de árbol obtenida a partir de una forma gráfica de gravedad, definida por la evolución de la posición del centro de gravedad en sección de dicho al menos un reflector solar en el transcurso de una rotación alrededor de al menos un árbol de rotación no corregido, por traslación de una pluralidad de puntos de la forma gráfica de gravedad de un mismo valor constante para obtener una pluralidad de puntos que definen la forma gráfica de árbol, realizándose la traslación de un punto dado de la forma gráfica de gravedad del valor constante en el sentido y en la dirección de la fuerza de gravedad aplicada a dicho punto dado, a fin de tomar en cuenta la evolución de la posición del centro de gravedad en el transcurso de la rotación de dicho al menos un reflector para la obtención de un centro de gravedad situado sobre el eje de apoyo de dicho al menos un reflector, por lo tanto, en equilibrio durante su rotación.

40 La solución implementada por la invención para la obtención de una forma gráfica de árbol de la sección de al menos un árbol de rotación corregido puede consistir, concretamente, en la movilización de los árboles de rotación de los reflectores con el fin de desplazar el eje de rotación para corregir los movimientos del centro de gravedad en el transcurso de la rotación. El eje de rotación entonces ya no coincide con los centros de los árboles de rotación, de modo que no se hace referencia a este para la descripción de la invención salvo si se hace referencia a un árbol de rotación cilíndrico, en cuyo caso, su posición estará en el centro del cilindro.

45 En toda la descripción, por "centro de gravedad", se entenderá el punto de aplicación de la resultante de las fuerzas de gravedad. Se entiende por "centro de gravedad al vacío", la posición del centro de gravedad del reflector no deformado, dicho de otra forma, como si el reflector estuviera en el vacío.

50 Además, por "posición/posiciones del centro de gravedad", se entenderá la o las posiciones adoptadas por el centro de gravedad durante la rotación del reflector alrededor de un árbol de rotación cilíndrico fijo. Estas posiciones pueden trazarse en el marco de referencia terrestre o en un marco de referencia del reflector, en cuyo caso, se habla de trazado en gravedad rotacional.

55 Por otra parte, por "árboles de rotación", se entenderán los elementos de extremo del reflector que permiten realizar la rotación del reflector, en particular a través de uniones de tipo pivote.

60 Por último, por "eje de apoyo", se entenderá el eje vertical de apoyo del reflector en una estructura soporte durante su rotación. Por ejemplo, en presencia de un solo punto de apoyo del reflector, el eje de apoyo corresponde al eje vertical que pasa por el punto de apoyo. En presencia de dos puntos de apoyo del reflector, el eje de apoyo corresponde a la mediatriz del segmento que une los dos puntos de apoyo. La posición de equilibrio del reflector se alcanza cuando el centro de gravedad se encuentra sobre el eje de apoyo. Cualquier desfase lateral del centro de gravedad con respecto al eje de apoyo provoca la aparición de un par de fuerzas parásitas.

65 Gracias a la invención, puede ser posible obtener una corrección del equilibrado de un reflector solar a lo largo de toda su rotación, aun cuando la posición del centro de gravedad varía. De esta manera, puede ser posible limitar los pares

- de fuerzas parásitas suplementarios generalmente debidas a la variación de posición del centro de gravedad. La invención puede permitir reducir también los esfuerzos en las uniones de reflectores de una línea de reflectores y reducir, por tanto, los pares de rozamiento. En otras palabras, puede permitir reducir los pares de fuerza necesarios para la puesta de rotación de los reflectores y disminuir de este modo las dimensiones de las motorizaciones. Además,
- 5 la invención puede permitir limitar las deformaciones de los reflectores o de las líneas de reflectores acopladas y, por tanto, mejorar los rendimientos ópticos de las centrales solares. Además, al poder permitir la invención reducir los esfuerzos, puede permitir disminuir el peso de las estructuras de los reflectores. Puede permitir contemplar igualmente el diseño de líneas de reflectores de varias longitudes. Cabe señalar, además, que la invención no implica la adicción de muchas piezas y presenta de
- 10 este modo un interés significativo en términos de complejidad, de peso y de mantenimiento. Por último, al poder compensarse en parte la flexión por el propio peso del reflector solar, el desfase lateral o vertical de elementos de espejos del reflector puede compensarse igualmente con el fin de limitar las pérdidas ópticas debidas a este fenómeno.
- El procedimiento y el sistema de guía en rotación según la invención pueden incluir, además, una o varias de las
- 15 siguientes características tomadas por separado o según todas las combinaciones técnicas posibles.
- La etapa b) corresponde ventajosamente a una ovalización de la forma inicial en sección de dicho al menos un árbol de rotación de forma cilíndrica para obtener la forma en sección de dicho al menos un árbol de rotación corregido.
- 20 Las formas gráficas de gravedad y de árbol pueden obtenerse en gravedad rotacional.
- La forma gráfica de gravedad de la etapa a) puede obtenerse mediante simulación digital y/o ensayos de rotación sobre arboles cilíndricos fijos con medidas del par de fuerzas inducidas por la evolución de la posición del centro de gravedad durante la rotación de dicho al menos un reflector.
- 25 La sección de dicho al menos un árbol de rotación corregido presenta ventajosamente una forma ovalada.
- En particular, la forma ovalada de la sección de dicho al menos un árbol de rotación corregido se obtiene por ovalización de la forma inicial de dicho al menos un árbol de rotación no corregido (de forma cilíndrica). Dichos de otra
- 30 forma, a partir de un reflector que presenta en sección cualquier forma dada, por ejemplo, circular o poligonal, como por ejemplo triangular, cuadrada o rectangular, el principio de la invención tiene por efecto obtener un árbol de rotación corregido cuya forma en sección corresponde a una ovalización de la forma cualquiera dada. Por ejemplo, en el caso de un reflector que presenta una forma en sección triangular (por ejemplo un entramado), el árbol de rotación corregido presenta entonces en sección una forma triangular oval. En el caso de un reflector que presenta una forma en sección
- 35 poligonal, y en concreto triangular, cuadrada o rectangular, el árbol de rotación corregido presenta entonces en sección una forma poligonal ovalada, en otras palabras, una forma poligonal con ángulos redondeados y dimensiones longitudinal y transversal diferentes.
- La forma en sección de dicho al menos un árbol de rotación corregido puede depender de la rigidez de dicho al menos
- 40 un reflector. Al ser mayor la variación de altitud del centro de gravedad, la ovalización debe ser mayor con el fin de compensar su desplazamiento, debiendo la forma permitir conservar simultáneamente el eje de apoyo bajo el centro de gravedad y mantener el centro de gravedad a una altitud constante.
- Dicho al menos un árbol de rotación corregido puede presentar ventajosamente en sección una forma oval para un
- 45 reflector de forma paralelepípedica rectangular. Entonces, la diferencia entre el radio mayor y el radio menor de la forma oval de la sección de dicho al menos un árbol corregido debe ser igual al desplazamiento vertical del centro de gravedad de dicho al menos un reflector durante su rotación.
- La forma ovalada de la sección de dicho al menos un árbol de rotación corregido puede presentar respectivamente
- 50 mayores dimensiones longitudinal y transversal que corresponden a la suma de dos veces el desplazamiento vertical, o respectivamente dos veces el desplazamiento horizontal, del centro de gravedad de dicho al menos un reflector.
- Dicho valor constante puede ser superior a un valor límite predeterminado, en concreto superior o igual a 20 mm, o superior o igual a la amplitud máxima de movimiento del centro de gravedad obtenida en la etapa a) y esto con el fin
- 55 de que el punto de apoyo se coloque bien bajo el centro de gravedad durante la rotación. En efecto, se puede mostrar mediante un trazado gráfico que si el valor constante es demasiado bajo, la corrección no se hace correctamente y puede ser perjudicial.
- Según una primera realización, la puesta en rotación de dicho al menos un reflector puede efectuarse según el principio
- 60 de rotación denominado "sobre viradores", incluyendo el sistema al menos un árbol de rotación corregido en los extremos de dicho al menos un reflector que descansa sobre dos rodillos, tendiendo entonces dicho al menos un árbol de rotación corregido de dicho al menos un reflector dos puntos de apoyo, uno sobre cada rodillo.
- Según una segunda realización, la puesta en rotación de dicho al menos un reflector puede efectuarse según el
- 65 principio de rotación denominado "rodante", incluyendo el sistema unos medios de rodamiento sin deslizamiento de dicho al menos un árbol de rotación corregido en un plano, teniendo entonces dicho al menos un árbol de rotación

corregido de dicho al menos un reflector un punto de apoyo sobre el plano.

El reflector solar puede ser ventajosamente de tipo reflector con espejo de Fresnel lineal.

- 5 Además, la invención tiene también por objeto, según otro de sus aspectos, una central solar, caracterizada por que incluye una pluralidad de reflectores solares tales como los que se han definido anteriormente.

Los reflectores solares pueden disponerse en concreto según una pluralidad de líneas paralelas de reflectores solares.

- 10 El procedimiento así como el reflector y la central solares según la invención pueden incluir una cualquiera de las características mencionadas en la descripción, tomadas por separado o según cualquier combinación técnicamente posibles con otras características.

Breve descripción de los dibujos

- 15 La invención podrá entenderse mejor tras la lectura de la siguiente descripción detallada de unos ejemplos de implementación no limitativos de la misma, así como tras el examen de las figuras, esquemáticas y parciales, del dibujo adjunto, en el que:

- 20 - la figura 1 es un esquema parcial que ilustra la aplicación de los esfuerzos sobre una línea de reflectores solares provista de un motor para su accionamiento en rotación, sin consideración del cambio de posición del centro de gravedad,
 - las figuras 2A, 2B y 2C ilustran respectivamente, con una vista frontal, un ejemplo de reflector con espejo de Fresnel lineal según una inclinación de 0°, una inclinación de 45° y una inclinación de 90°,
 25 - la figura 3 es un gráfico que ilustra la evolución de la posición del centro de gravedad de un reflector de forma paralelepípedica rectangular con espejo de Fresnel lineal en el transcurso de su rotación sobre un árbol de rotación no corregido,
 - la figura 4 es un gráfico que ilustra la evolución del par de fuerzas parásitas inducido por el desplazamiento del centro de gravedad de la figura 3 en función de la inclinación del reflector,
 30 - las figuras 5 y 6 son gráficos respectivamente similares a los de las figuras 3 y 4, que ilustran, además, respectivamente los desplazamientos del centro de gravedad y del centro de rotación después de un desfase del árbol de rotación no corregido del reflector y la evolución del par de fuerzas parásitas después de un desfase de este tipo en función de la inclinación del reflector,
 - la figura 7 es un gráfico que ilustra un primer ejemplo del principio del procedimiento de guía en rotación de un reflector solar conforme a la invención,
 35 - la figura 8 es un esquema que ilustra el principio de la gravedad rotacional,
 - la figura 9 es un gráfico que ilustra un segundo ejemplo del principio del procedimiento de guía en rotación de un reflector solar conforme a la invención,
 - la figura 10 representa, en sección parcial y esquemática, un primer ejemplo de sistema de guía en rotación de un reflector solar conforme a la invención con un principio de tipo virador,
 40 - las figuras 11A, 11B, 11C y 11D representan varias configuraciones del sistema de guía de la figura 10 en el transcurso de la rotación del reflector solar con un principio de tipo virador, y
 - las figuras 12A, 12B, 12C, 12D y 12E representan, en sección parcial y esquemática, varias configuraciones de un segundo ejemplo de sistema de guía en rotación de un reflector solar conforme a la invención durante la rotación del reflector solar con un principio de tipo rodante.
 45

En el conjunto de estas figuras, referencias idénticas pueden designar elementos idénticos o análogos.

- 50 Además, las diferentes partes representadas en las figuras no se representan necesariamente según una escala uniforme, para hacer las figuras más legibles.

Descripción detallada de modos de realización particulares

- 55 La figura 1 ya se ha descrito anteriormente en la parte relativa al estado de la técnica anterior.

- Con referencia a las figuras 2A a 6, a continuación, se expone el principio de evolución de la posición del centro de gravedad G a medida que un reflector 1 gira para seguir el sol, luego se ilustran a continuación unos ejemplos de implementación del procedimiento y del sistema de guía en rotación de un reflector 1 conformes a la invención con referencia a las figuras 7 a 12E.

60 Desplazamiento del centro de gravedad G

- Primero, con referencia a las figuras 2A a 6, se presenta un ejemplo de principio de desplazamiento del centro de gravedad G en función de la inclinación de un reflector 1. Según la geometría usada para el reflector 1, el mismo se deforma de forma diferente en función de su inclinación.
 65

Con referencia a las figuras 2A, 2B y 2C, que son unas vistas frontales parciales y esquemáticas, se ilustran diferentes configuraciones de inclinación de un ejemplo de reflector 1 y la incidencia sobre la posición del centro de gravedad G. De manera más precisa, el reflector 1 considerado es un reflector paralelepípedo rectangular de tipo CLFR, es decir un reflector con espejo de Fresnel lineal usado para los concentradores solares. El mismo se mantiene en un primer extremo mediante un encastrado que representa el motor y en un segundo extremo mediante un cojinete libre en rotación.

Las figuras 2A, 2B y 2C son de este modo el resultado de la simulación digital con elementos finitos que presentan respectivamente las deformadas adoptadas por el reflector 1 según una inclinación de 0°, según una inclinación de 45° y según una inclinación de 90°.

Como se puede ver en estas figuras, la posición del centro de gravedad G evoluciona con respecto a la posición del eje de rotación X del reflector 1 cuando la inclinación del reflector 1 evoluciona.

En particular, cuando la inclinación del reflector 1 es de 45° (figura 2B), el centro de gravedad G se encuentra desfasado lateralmente con respecto al eje de rotación X del reflector 1. Este desfase lateral induce entonces un par (momento de las fuerzas en el eje de rotación X) que es igual al producto de la distancia del desfase lateral del centro de gravedad G por el peso del reflector 1.

Además, la posición del centro de gravedad G es igualmente diferente entre las configuraciones de inclinación a 0° (figura 2A) y a 90° (figura 2C). De manera más precisa, la posición vertical del centro de gravedad G cuando la inclinación es de 90° es más alta que la posición vertical del centro de gravedad G cuando la inclinación es de 0°. Este desfase vertical entre las posiciones del centro de gravedad G a 0° y a 90° necesita un aporte de energía que es proporcional al par de fuerzas del motor.

Por otra parte, los resultados de las figuras 2A, 2B y 2C hacen destacar dos posiciones de equilibrio del sistema, es decir, una posición de equilibrio estable cuando la inclinación es de 0°, ya que la rotación del reflector 1 induce un par de fuerzas que devuelve el conjunto a esta posición y una posición de equilibrio inestable cuando la inclinación es de 90°, porque el centro de gravedad G está en el punto alto.

Asimismo, estos resultados confirman bien la existencia de un desplazamiento del centro de gravedad G durante la rotación del reflector 1, que genera la aparición o el aumento de pares de fuerzas parásitas que afectan a la eficacia de funcionamiento del reflector 1 y, en concreto, al par de fuerzas del motor.

La figura 3 tiene por objeto ilustrar gráficamente un ejemplo de desplazamiento del centro de gravedad G de un reflector 1 durante su rotación. El reflector 1 es en este caso un reflector de aproximadamente 10 m de longitud, soportado sobre dos apoyos simples en sus extremos.

En el gráfico de la figura 3, el eje de las abscisas representa la posición lateral y (en mm) de la flexión F por el propio peso y del centro de gravedad G. El eje de las ordenadas representa a su vez la posición vertical z (en mm) de la flexión F y del centro de gravedad G.

Para obtener este gráfico, se determina la flexión F por el propio peso para diferentes inclinaciones del reflector 1, con el fin de deducir así la posición del centro de gravedad G.

Mediante calculo, se obtiene en este caso asimilable a una viga en flexión sobre dos apoyos simples, una relación constante de aproximadamente un 64 % entre la posición del centro de gravedad G y la flexión máxima F. La posición del centro de gravedad G describe sustancialmente un círculo, que pasa por el centro de gravedad G en la horizontal (un 64 % de la flexión máxima F) y que está muy cerca del centro de rotación ya que la flexión F a 90° de inclinación es prácticamente nula en este caso.

Además, la figura 4 ilustra gráficamente la evolución del par de fuerzas parásitas C_p inducidas por el desplazamiento del centro de gravedad G en función de la inclinación del reflector 1.

En el gráfico de la figura 4, el eje de las abscisas representa el ángulo de inclinación del reflector 1 con respecto a la horizontal y el eje de las ordenadas representa el par de fuerzas parásitas C_p (en N.m.) que están inducido por el desplazamiento del centro de gravedad G.

De este modo, el par de fuerzas parásitas C_o , inducido por el fenómeno de movimiento del centro de gravedad G, es mayor cuando la inclinación es de 45° aproximadamente, con un desfase lateral igual a 64/2 % de la flexión máxima con respecto al centro de rotación. De manera más precisa, para una flexión máxima F en la horizontal de 20 mm, este par de fuerzas parásitas C_p induce un desajuste parásito equivalente a un defecto de posicionamiento del eje de aproximadamente 6,4 mm que se añade a los defectos habitualmente considerados, por ejemplo, un desfase de 1 mm equivalente al rozamiento y de 2,5 mm para el centrado del eje (desajustes), es decir un total de 3,5 mm.

La aparición de este par de fuerzas parásitas C_p , debido al movimiento del centro de gravedad G, repercute en los

reflectores 1 que pueden ser adyacentes al considerado, de modo que está en el origen de una torsión del conjunto.

Como se ha indicado anteriormente en la parte relativa al estado de la técnica anterior, como primera mejora que no forma parte del objeto de la invención, se puede posicionar el eje de rotación fijo en una posición favorable para la reducción de los pares parásitos, en concreto en el rango de funcionamiento angular que es como máximo de 180° , es decir, posicionar el eje lo mejor posible con respecto a los movimientos del centro de gravedad obtenidos en la etapa a). En efecto, se puede considerar el desfase ligeramente el eje de rotación X del reflector 1 hacia abajo con el fin de limitar los efectos de este fenómeno, por ejemplo, puede aplicarse un desfase de 6,4 mm aproximadamente en este caso durante el montaje de los árboles de rotación cilíndricos en el reflector.

Las figuras 5 y 6 representan respectivamente gráficos similares a los de las figuras 3 y 4, que ilustran, además, respectivamente los desplazamientos del centro de gravedad después del desfase G_d y del centro de rotación después del desfase R_d y la evolución del par de fuerzas parásitas después del desfase C_{pd} en función de la inclinación.

De este modo, desde un punto de vista teórico, el par de fuerzas parásitas C_p puede dividirse en tres conservando árboles de rotación cilíndricos y desfasando 6,4 mm el eje de rotación X. Sin embargo, el par de fuerzas necesario en caso de volteo, para una inclinación de 135° por ejemplo, se multiplica por dos.

Por consiguiente, el desfase constante de la posición del eje de rotación X del reflector 1 no basta para adaptarse a los cambios de posición del centro de gravedad G en función de la inclinación del reflector 1 y no permite evitar los pares de fuerzas parásitas.

Como se describe en lo sucesivo, la invención se propone aportar una solución que permita eliminar, o al menos reducir fuertemente, cualquier par de fuerzas parásitas C_p que pueda aparecer debido a los cambios de posición del centro de gravedad G durante la rotación del reflector 1.

Ejemplos de realización conformes a la invención

Con referencia a las figuras 7 a 12E, se presentan a continuación unos ejemplos de implementación del procedimiento y del sistema de guía en rotación de un reflector solar 1 conformes a la invención.

En todos estos ejemplos, se considera en concreto, como anteriormente, que el reflector 1 es un reflector paralelepípedo rectangular de tipo CLFR, es decir un reflector con espejo de Fresnel lineal utilizado para los concentradores solares. Una pluralidad de reflectores 1 de este tipo pueden situarse en una central solar, disponiéndose los reflectores 1 según una pluralidad de líneas paralelas de reflectores 1.

De manera ventajosa, los procedimientos y sistemas de guía en rotación según la invención descritos a continuación permiten corregir el eje de rotación del reflector solar 1 con el fin de compensar los desplazamientos del centro de gravedad G que se deben al cambio de la deformación por el propio peso.

Según el principio de la invención, se logra restablecer un equilibrio del reflector 1 durante su rotación alrededor de un árbol de rotación corregido X_c , es decir, conservar el centro de gravedad G del reflector 1 sobre el eje de apoyo A del reflector 1, mediante el diseño de un árbol de rotación corregido X_c que presenta una sección S_c de forma ovalada, y en concreto oval en el presente caso, en el que la sección S_x del árbol de rotación no corregido X es de forma circular. De este modo, el mantenimiento del centro de gravedad G alineado sobre el eje de apoyo A del reflector 1 permite evitar, o al menos limitar, los pares de fuerzas parásitas como se han descrito anteriormente.

Para obtener la forma oval de la sección S_c del árbol de rotación corregido X_c , se estudia la deformación del reflector 1 en función de su inclinación con el fin de conocer las posiciones G_1, \dots, G_n adoptadas por el centro de gravedad G en el transcurso de la rotación del reflector 1. Esto puede hacerse mediante una simulación digital o bien mediante ensayos de rotación con medidas del par de fuerzas inducido por la evolución de la posición del centro de gravedad G durante la rotación del reflector 1.

La figura 7 representa de este modo un gráfico que ilustra un primer ejemplo del principio del procedimiento de guía en rotación del reflector 1.

De manera más precisa, en el gráfico de la figura 7, el eje de las ordenadas representa la posición vertical y (en mm) del centro de gravedad G, y el eje de las abscisas representa la posición lateral x (en mm) del centro de gravedad G en el transcurso de una rotación del reflector 1.

Conforme a la invención, el procedimiento de guía en rotación del reflector 1 incluye la etapa a) en la que se determina la forma gráfica de gravedad FG definida por la evolución de la posición del centro de gravedad G en sección del reflector solar 1 en el transcurso de una rotación alrededor del eje de rotación no corregido X.

Como se puede ver en la figura 7, la forma gráfica de gravedad FG es oval, presentando un radio mayor igual al desplazamiento vertical V del centro de gravedad G y un radio menor igual al desplazamiento horizontal H del centro

de gravedad G.

Con el fin de concebir entonces la forma del árbol de rotación corregido Xc que permitirá colocar el reflector 1 en equilibrio durante su rotación, se implementa una segunda etapa b) en la que se determina la forma gráfica de árbol FA de la sección Sc del árbol de rotación corregido Xc a partir de la forma gráfica de gravedad FG obtenida en la etapa a). De esta manera, es posible tomar en cuenta la evolución de la posición del centro de gravedad G en el transcurso de la rotación del reflector 1 para la obtención de un centro de gravedad G constantemente situado sobre el eje de apoyo A del reflector 1 por lo tanto, en equilibrio durante su rotación.

De manera más precisa, la forma gráfica de árbol FA se obtiene por traslación de una pluralidad de puntos G1, ..., Gn de la forma gráfica de gravedad FG de un mismo valor constante D para obtener una pluralidad de puntos A1, ..., An que definen la forma gráfica de árbol FA, realizándose la traslación de un punto dado G1, ..., Gn de la forma gráfica de gravedad de árbol FA del valor constante D en el sentido y en la dirección de la fuerza de gravedad g aplicada en este punto dado G1, ..., Gn.

El valor constante D considerado es en particular el diámetro de la forma circular que forma la sección Sx del eje de rotación no corregido X. En este ejemplo de la figura 7, este diámetro D es igual a aproximadamente 4 mm.

Cabe señalar que en el gráfico de la figura 7 (e igualmente en la figura 9 descrita a continuación), las formas gráficas de gravedad FG y de árbol FA se obtienen en gravedad rotacional. La figura 8 es un esquema que ilustra el principio de la gravedad rotacional. Según este principio, se considera que el reflector 1 es fijo y horizontal mientras que la fuerza de gravedad g es rotativa alrededor del reflector 1, de modo que su módulo de fuerza F sea igual a la suma de su componente normal Fn y de su componente tangencial Ft. En particular, cuando la fuerza de gravedad g forma un ángulo α con la normal al plano horizontal del reflector 1, se obtiene entonces $F_n = F \times \cos(\alpha)$ y $F_t = F \times \sin(\alpha)$.

Con referencia a la figura 7, se observa de este modo que cada punto A1, ..., An de la forma gráfica de árbol FA se obtiene por traslación de un valor D del punto correspondiente G1, ..., Gn de la forma gráfica de gravedad FG realizando esta traslación según el sentido y la dirección de la fuerza de gravedad g aplicada en dicho punto correspondiente G1, ..., Gn.

De este modo, por ejemplo, la traslación T1 representada corresponde a una traslación horizontal del punto G1 cuando la inclinación del reflector es de 90°, de un valor D para obtener el punto A1. Asimismo, la traslación T2 corresponde a una traslación inclinada del punto G4 cuando la inclinación del reflector 1 es de 60°, del mismo valor D para obtener el punto A4. La traslación T3 corresponde a una traslación inclinada del punto G7 cuando la inclinación del reflector 1 es de 30°, del mismo valor D para obtener el punto A7. Por último, la traslación T4 corresponde a una traslación vertical del punto G10 cuando la inclinación del reflector 1 es de 0° del valor D para obtener el punto A10.

La forma gráfica de árbol FA obtenida constituye una forma reveladora del comportamiento del reflector 1 en función de su geometría y puede permitir comprender las disimetrías relativas a la rigidez del reflector 1.

Cabe señalar que, según este principio de construcción de la forma gráfica de árbol FA, el punto correspondiente A1, ..., An, después de la traslación del valor D según el sentido y la dirección de la fuerza de gravedad aplicada al punto G1, ..., Gn, está situado sistemáticamente bajo el punto G1, ..., Gn asociado al mismo.

Por otra parte, también cabe señalar que cuanto más bajo es el valor de D, más similar será la forma gráfica de árbol FA a la forma gráfica de gravedad FG. Asimismo, cuanto más elevado sea el valor de D, más probabilidades tendrá la forma gráfica de árbol FA de pasar de una forma oval a una forma circular. En particular, la forma gráfica de árbol FA tenderá hacia una forma circular de radio D cuando D sea muy grande.

La figura 9 es otro gráfico que ilustra un segundo ejemplo del principio del procedimiento de guía en rotación de un reflector solar 1 conforme a la invención.

El gráfico de la figura 9 se obtiene de manera análoga al de la figura 7, siendo, sin embargo, en este caso el valor de D de 20 mm, lo que es suficiente para que la corrección funcione.

En este ejemplo, se constata, en efecto, que, al ser el valor de D más elevado, la forma oval de la forma gráfica de árbol FA tiende más hacia una forma circular que la forma gráfica de árbol FA representada en la figura 7.

Se señala por otra parte que la diferencia de valores entre el radio mayor Rg y el radio menor Rp de la forma gráfica de árbol FA de la sección Sc del árbol de rotación corregido Xc es igual al desplazamiento vertical V del centro de gravedad G del reflector. De este modo esta característica puede permitir deducir fácilmente ordenes de magnitud de las desviaciones entre el radio mayor Rg y el radio menor Rp de la forma final de la sección Sc del árbol de rotación corregido Xc.

De este modo, de manera ventajosa, la forma oval de la sección Sc del árbol de rotación corregido Xc permite colocar el o los puntos de apoyo del reflector 1 (o centro(s) de rotación instantáneo(s) bajo el centro de gravedad G. Cabe

señalar, sin embargo, que el centro de rotación, así como el eje de rotación, será móvil con respecto al centro del árbol oval.

5 El principio de la invención puede aplicarse muy particularmente a los principios conocidos de rotación, descritos anteriormente, denominados “sobre viradores” y “rodante”.

10 De este modo, la figura 10 representa, en sección parcial y esquemática, un primer ejemplo de sistema de guía en rotación del reflector 1 en el que el principio de rotación es de tipo “sobre viradores”. Además, las figuras 11A, 11B, 11C y 11D representan varias configuraciones del sistema de guía de la figura 10 en el transcurso de la rotación del reflector solar 1.

15 Según este principio de rotación, el sistema según la invención incluye, en los extremos del reflector 1, unos árboles de rotación corregidos Xc que descansan, cada uno, sobre dos rodillos 3. Entonces, los árboles de rotación corregidos Xc presentan dos puntos de apoyo P1, P2, uno sobre cada rodillo 3.

20 Se señala en la figura 10 la forma circular de la sección Sx del árbol de rotación no corregido X y la forma oval de la sección Sc del árbol de rotación corregido Xc. Para la obtención de la forma oval de la sección Sc del árbol de rotación corregido Xc, se pueden prever dimensiones de tal forma que la mayor dimensión longitudinal Dg sea igual a la suma del diámetro D de la forma circular y dos veces el desplazamiento vertical V del centro de gravedad G, y que la mayor dimensión transversal Dp sea igual a la suma del diámetro D de la forma circular y dos veces el desplazamiento horizontal H del centro de gravedad G del reflector 1.

25 En las figuras 11A a 11D, el eje de apoyo A del reflector 1 corresponde a la mediatriz del segmento que une los dos puntos de apoyo P1 y P2. La forma oval de la sección Sc del árbol de rotación corregido Xc permite obtener un equilibrio del reflector 1 durante su rotación, estando el centro de gravedad G permanentemente situado sobre el eje de apoyo A. En particular, el centro de gravedad G se mantiene a una altura constante y siempre está situado encima de los puntos de apoyo P1, P2.

30 De manera preferente, la invención puede implementarse según el principio de puesta en rotación denominado “sobre viradores”. Sin embargo, puede implementarse igualmente según el principio de rotación denominado “rodante”.

35 De este modo, las figuras 12A, 12B, 12C, 12D y 12E representan, en sección parcial y esquemática, varias configuraciones de un segundo ejemplo de sistema de guía en rotación del reflector solar 1 conforme a la invención en el transcurso de su rotación.

Según el principio denominado “rodante”, el sistema incluye unos medios de rodamiento sin deslizamiento del árbol de rotación corregido Xc sobre un plano horizontal 4, teniendo entonces el árbol de rotación corregido Xc un solo punto de apoyo P3 sobre el plano 4.

40 En estas figuras 12 a 12E, se observa bien que el eje de apoyo A está desfasado en función de la inclinación del reflector 1 con el fin de seguir los movimientos laterales del centro de gravedad G.

45 Por supuesto, la invención no se limita a los ejemplos de realización que se han descrito anteriormente. El experto en la materia puede aportar diversas modificaciones a la misma.

50 En particular, aunque el reflector 1 tenga una forma de tipo paralelepípedo rectángulo en todos los ejemplos anteriormente presentados y que de este modo la sección Sc del árbol de rotación corregido Xc del reflector 1 sea de forma oval, podría ser posible tener un reflector 1 de cualquier forma en sección y, en particular, poligonal, tal como triangular, cuadrada o rectangular, siendo entonces la forma en sección del árbol de rotación corregido Xc una ovalización de esta forma cualquiera.

La expresión “que incluye un” debe entenderse como sinónima de “que incluye al menos un”, salvo si se especifica lo contrario.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de guía en rotación de al menos un reflector solar (1) para una central solar alrededor de al menos un árbol de rotación (X), **caracterizado por que** incluye las siguientes etapas:

5 a) determinar la forma gráfica de gravedad (FG) definida por la evolución de la posición del centro de gravedad (G) en sección de dicho al menos un reflector solar (1) en el transcurso de una rotación alrededor de al menos un árbol de rotación (X) de forma cilíndrica,

10 b) determinar la forma gráfica de árbol (FA) de la sección (Sc) de al menos un árbol de rotación corregido (Xc) a partir de la forma gráfica de gravedad (FG) obtenida en la etapa a) para la toma en cuenta de la evolución de la posición del centro de gravedad (G) en el transcurso de la rotación de dicho al menos un reflector (1) para la obtención de un centro de gravedad (G) situado sobre el eje de apoyo (A) de dicho al menos un reflector (1), por lo tanto, en equilibrio en el transcurso de su rotación,

15 obteniéndose la forma gráfica de árbol (FA) por traslación de una pluralidad de puntos (G1, ..., Gn) de la forma gráfica de gravedad (FG) de un mismo valor constante (D) para obtener una pluralidad de puntos (A1, ..., An) que definen la forma gráfica de árbol (FA), realizándose la traslación de un punto dado (G1, ..., Gn) de la forma gráfica de gravedad (FG) del valor constante (D) en el sentido y en la dirección de la fuerza de gravedad (g) aplicada en dicho punto dado (G1, ..., Gn),

20 c) girar dicho al menos un reflector solar (1) alrededor de dicho al menos un árbol de rotación corregido (Xc).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la etapa b) corresponde a una ovalización de la forma inicial en sección de dicho al menos un árbol de rotación (X) de forma cilíndrica para obtener la forma en sección de dicho al menos un árbol de rotación corregido (Xc).

25 3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** las formas gráficas de gravedad (FG) y de árbol (FA) se obtienen en gravedad rotacional.

30 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la forma gráfica de gravedad (FG) de la etapa a) se obtiene mediante simulación digital y/o ensayos de rotación en árboles cilíndricos fijos con medidas del par de fuerzas inducido por la evolución de la posición del centro de gravedad (G) durante la rotación de dicho al menos un reflector (1).

35 5. Reflector solar (1) para una central solar, **caracterizado por que** se acciona en rotación a través de un sistema de guía en rotación obtenido, concretamente, mediante la implementación del procedimiento de guía en rotación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, y por que incluye al menos un árbol de rotación corregido (Xc), alrededor del cual gira dicho reflector solar (1), definiendo la sección (Sc) de dicho al menos un árbol de rotación corregido (Xc) una forma gráfica de árbol (FA) obtenida a partir de una forma gráfica de gravedad (FG), definida por la evolución de la posición del centro de gravedad (G) en sección de dicho reflector solar (1) en el transcurso de una rotación alrededor de al menos un árbol de rotación no corregido (X), por traslación de una pluralidad de puntos (G1, ..., Gn) de la forma gráfica de gravedad (FG) de un mismo valor constante (D) para obtener una pluralidad de puntos (A1, ..., An) que definen la forma gráfica de árbol (FA), realizándose la traslación de un punto dado (G1, ..., Gn) de la forma gráfica de gravedad (FG) del valor constante (D) en el sentido y en la dirección de la fuerza de gravedad (g) aplicada a dicho punto dado (G1, ..., Gn), con el fin de tener en cuenta la evolución de la posición del centro de gravedad (G) en el transcurso de la rotación de dicho reflector (1) para la obtención de un centro de gravedad (G) situado sobre el eje de apoyo (A) de dicho reflector (1), por lo tanto, en equilibrio en el transcurso de su rotación.

45 6. Reflector según la reivindicación 5, **caracterizado por que** la sección (Sc) de dicho al menos un árbol de rotación corregido (Xc) presenta una forma ovalada.

50 7. Reflector según las reivindicaciones 5 o 6, **caracterizado por que** dicho al menos un árbol de rotación corregido (Xc) presenta en sección (Sc) una forma oval para un reflector (1) de forma paralelepípedica rectangular.

55 8. Reflector según la reivindicación 7, **caracterizado por que** la diferencia entre el radio mayor (Rg) y el radio menor (Rp) de la forma oval de la sección (Sc) de dicho al menos un árbol corregido (Xc) es igual al desplazamiento vertical (V) del centro de gravedad (G) de dicho reflector (1).

60 9. Reflector según una de las reivindicaciones 6 a 8, **caracterizado por que** la forma ovalada de la sección (Sc) de dicho al menos un árbol de rotación corregido (Xc) presenta respectivamente unas mayores dimensiones longitudinal (Dg) y transversal (Dp) que corresponden a la suma de dos veces el desplazamiento vertical (V), o respectivamente dos veces el desplazamiento horizontal (H), del centro de gravedad (G) de dicho reflector (1).

65 10. Reflector según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9, **caracterizado por que** dicho valor constante (D) es superior a un valor límite predeterminado, concretamente, superior o igual a 20 mm o a la amplitud máxima de movimiento del centro de gravedad.

11. Reflector según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 10, **caracterizado por que** la puesta en rotación de

dicho reflector (1) se efectúa según el principio de rotación denominado "sobre viradores", incluyendo el sistema al menos un árbol de rotación corregido (Xc) en los extremos de dicho reflector (1) que descansa sobre dos rodillos (3), teniendo entonces dicho al menos un árbol de rotación corregido (Xc) de dicho reflector (1) dos puntos de apoyo (P1, P2), uno sobre cada rodillo (3).

5
12. Reflector según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 10, **caracterizado por que** la puesta en rotación de dicho reflector (1) se efectúa según el principio de rotación denominado "rodante", incluyendo el sistema unos medios de rodamiento sin deslizamiento de dicho al menos un árbol de rotación corregido (Xc) sobre un plano (4), teniendo entonces dicho al menos un árbol de rotación corregido (Xc) de dicho reflector (1) un punto de apoyo (P3) sobre el
10 plano (4).

13. Reflector según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 12, **caracterizado por que** es de tipo reflector con espejo de Fresnel lineal.

15 14. Central solar, **caracterizada por que** incluye una pluralidad de reflectores solares (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 13.

20 15. Central según la reivindicación 14, **caracterizada por que** los reflectores solares (1) están dispuestos según una pluralidad de líneas paralelas de reflectores solares (1).

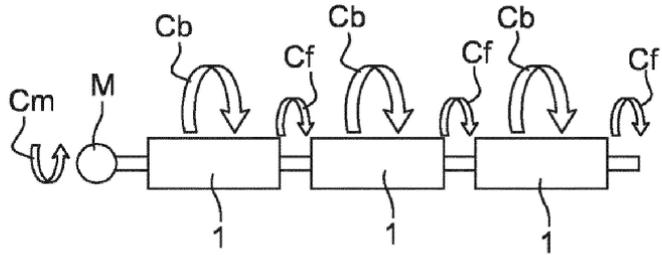


Fig. 1

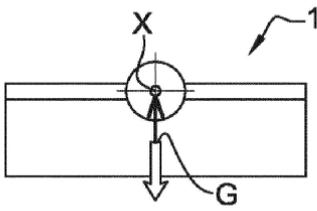


Fig. 2A

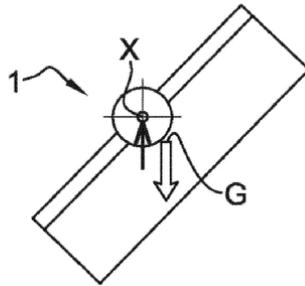


Fig. 2B

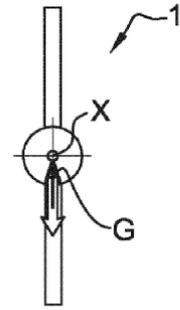


Fig. 2C

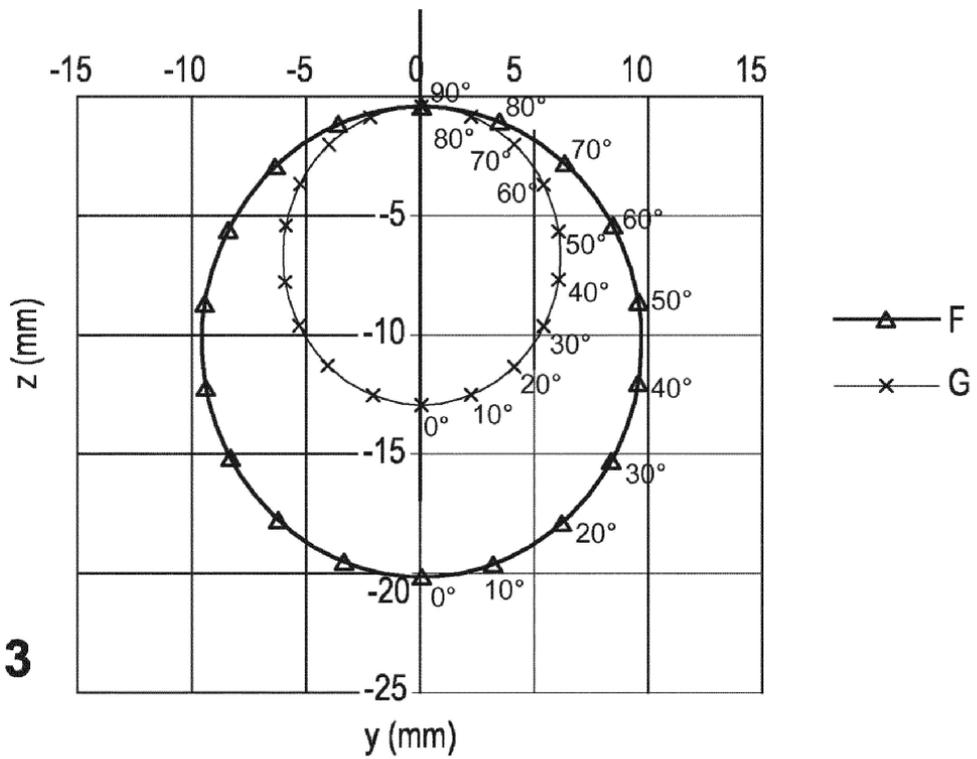


Fig. 3

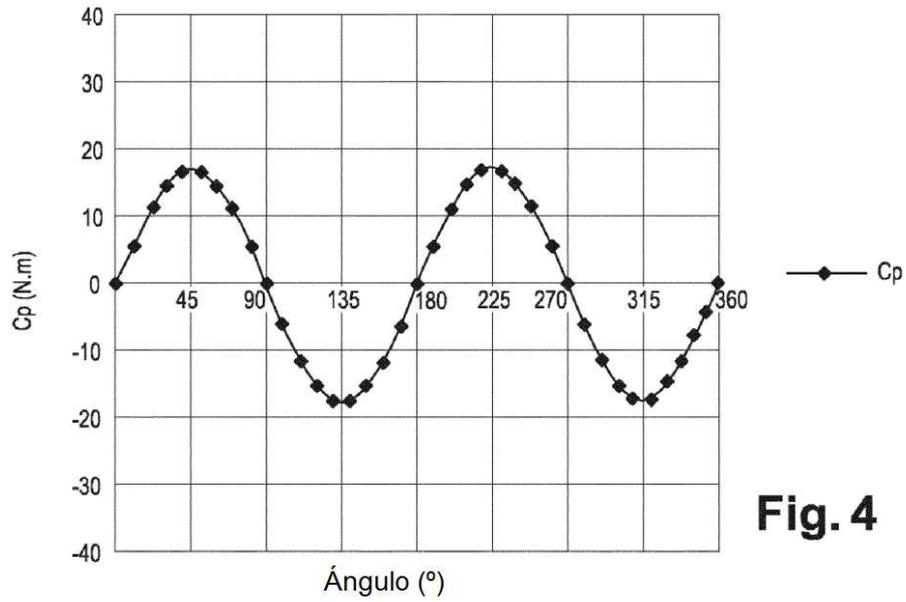


Fig. 4

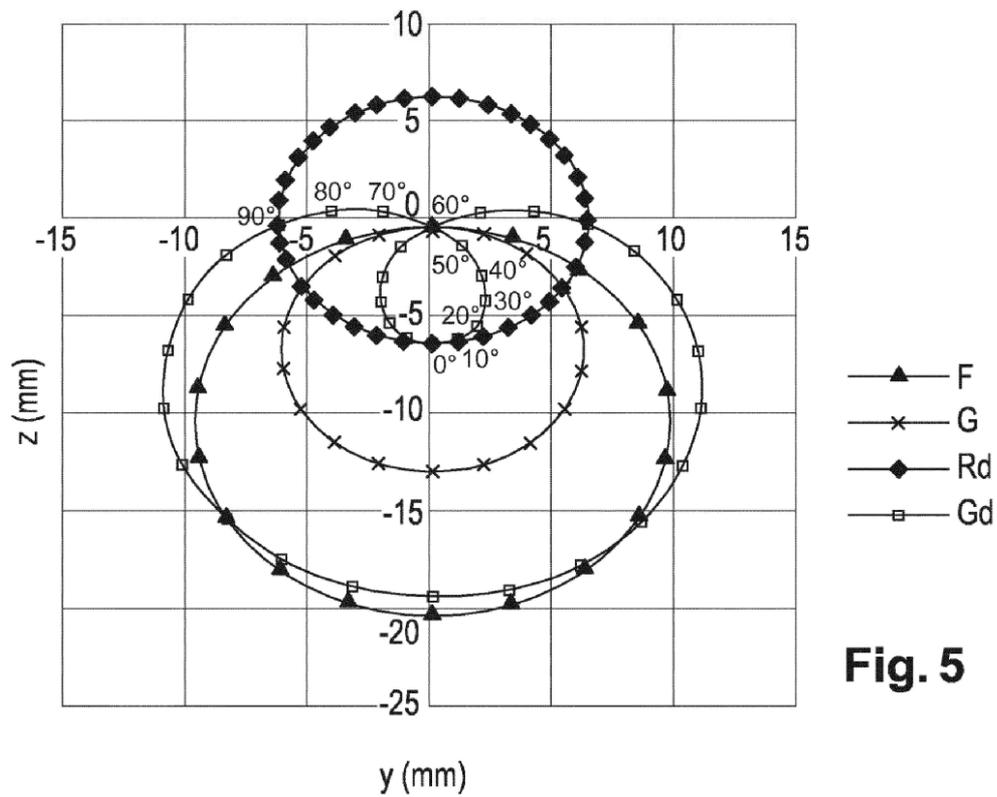


Fig. 5

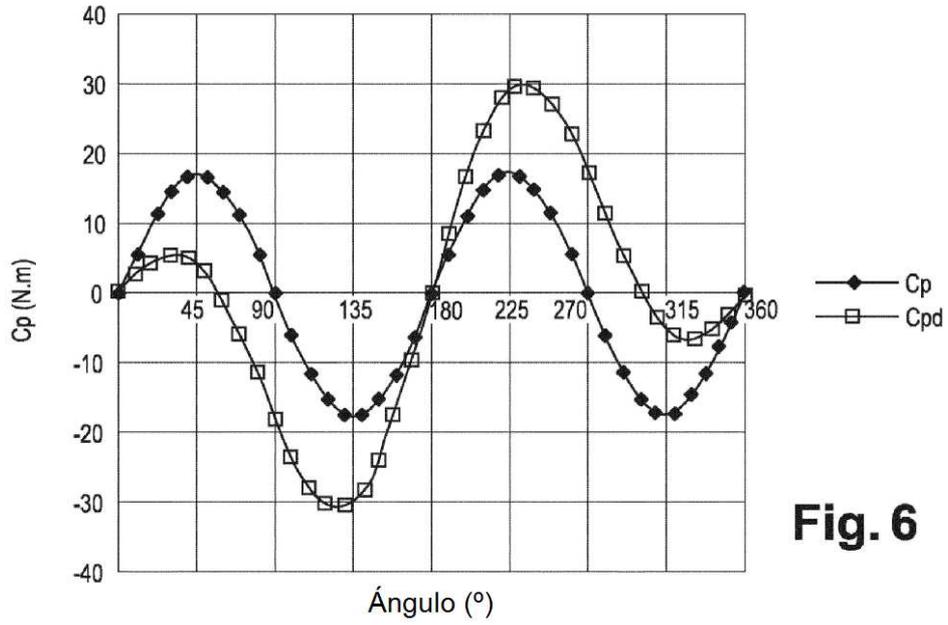


Fig. 6

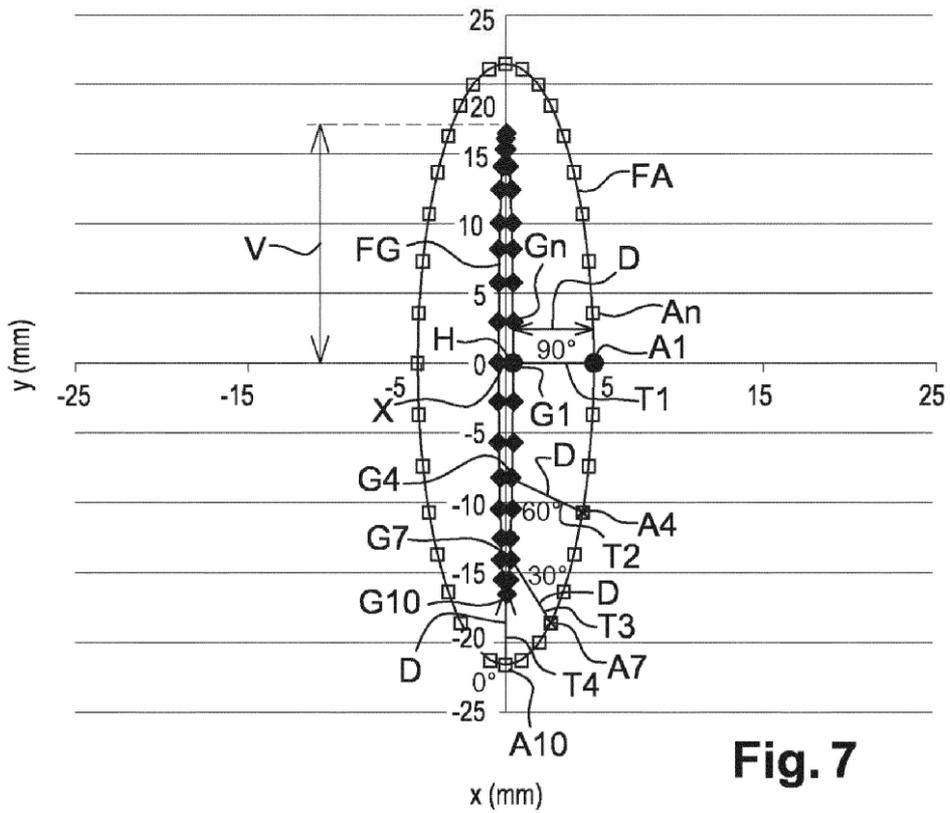


Fig. 7

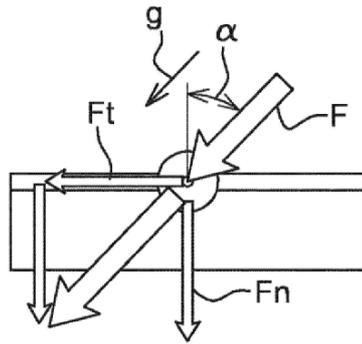


Fig. 8

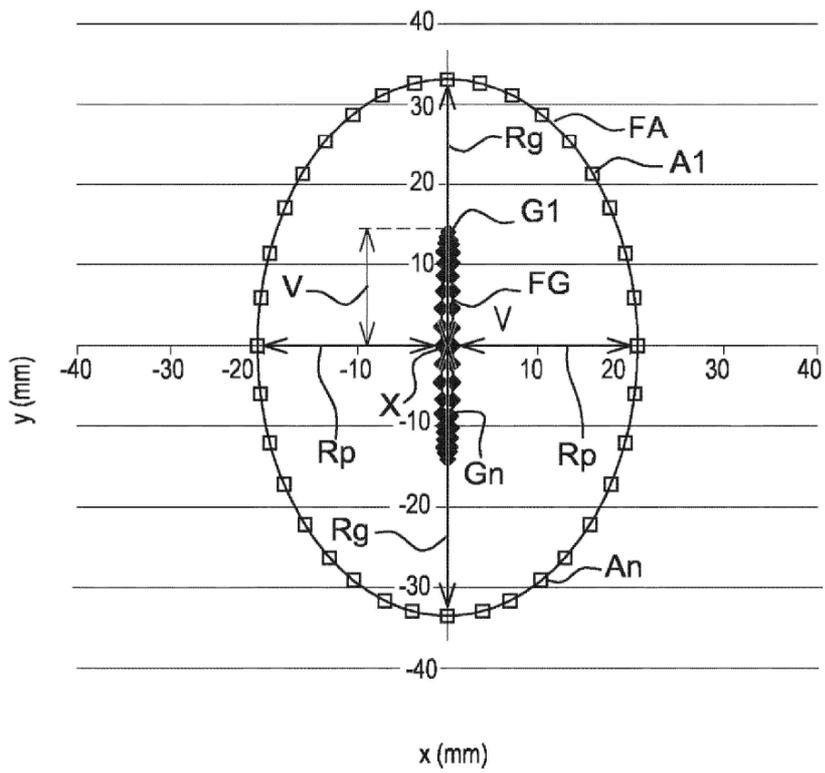


Fig. 9

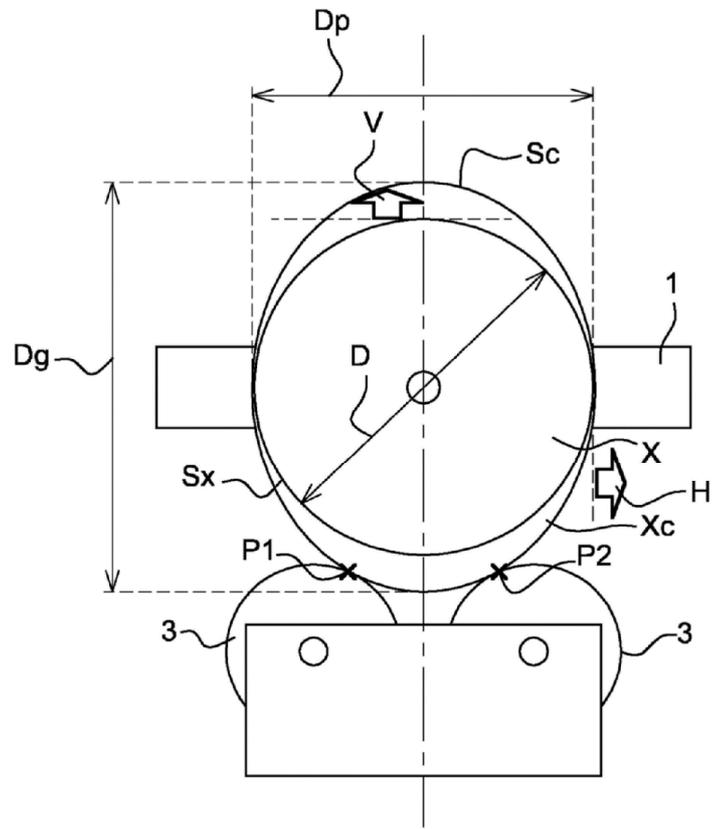


Fig. 10

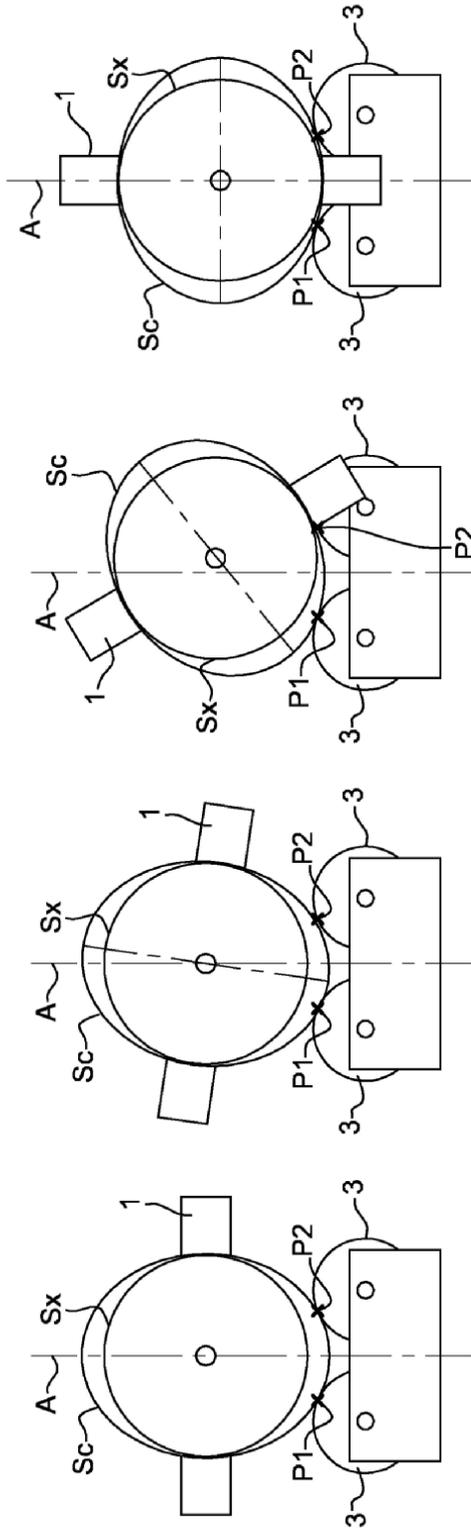


Fig. 11A

Fig. 11B

Fig. 11C

Fig. 11D

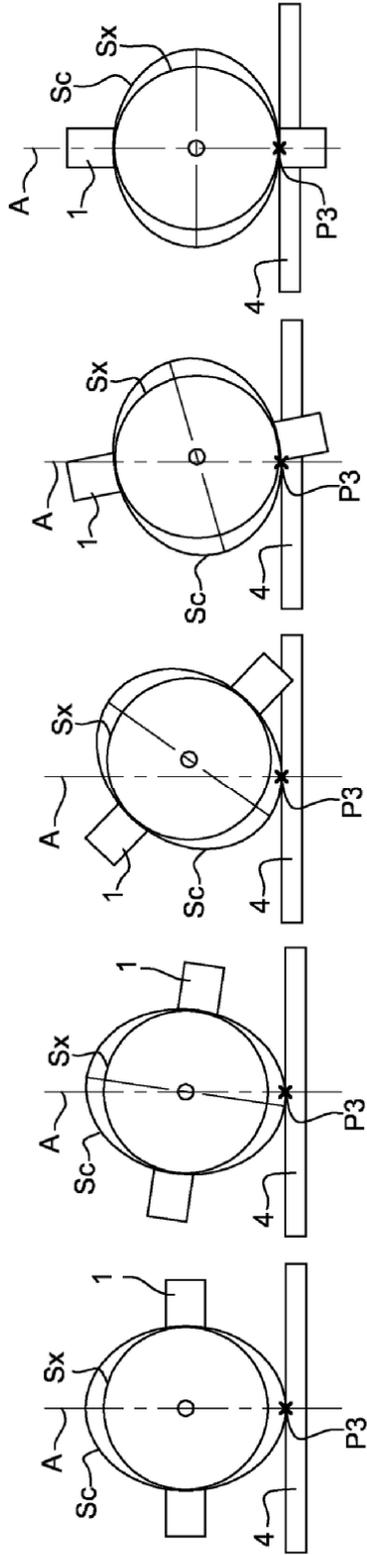


Fig. 12A

Fig. 12B

Fig. 12C

Fig. 12D

Fig. 12E