

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 969 989**

51 Int. Cl.:

H02S 20/32

(2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.11.2020** **E 20382980 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.08.2023** **EP 4002685**

54 Título: **Seguidor solar de un solo eje y modo de funcionamiento del mismo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
23.05.2024

73 Titular/es:

SOLTEC INNOVATIONS, S.L. (100.0%)
C/ Gabriel Campillo Contreras, S/N, Polígono
Industrial "La Serreta"
30500 Molina de Segura, ES

72 Inventor/es:

TERUEL HERNÁNDEZ, JOSÉ ALFONSO

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Nuria

ES 2 969 989 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

Seguidor solar de un solo eje y modo de funcionamiento del mismo

5 Objeto de la invención

El objeto de la invención pertenece, en general, al campo de las energías renovables.

10 Por la presente se proporciona un seguidor solar para colectores solares para generar energía a partir del sol. En particular, la invención se refiere a un seguidor solar horizontal de un solo eje para módulos solares bifaciales configurado de tal manera que se mitiguen o reduzcan los efectos del viento sobre un seguidor solar o conjunto de seguidores solares desplegados en una planta solar.

15 Antecedentes

Algunos colectores solares utilizan un sistema de seguimiento con el que el colector puede alinear dinámicamente la superficie de los módulos solares con el sol, y optimizar la energía generada. Si el colector sigue al sol mientras este se mueve de este a oeste a lo largo de un día, la orientación del colector a veces puede exponer su estructura a importantes cargas de viento. Como resultado, el colector solar debe construirse con una estructura más rígida y soportes más fuertes, lo que incrementa los costes de construcción y/o instalación del colector. Si la velocidad del viento excede un umbral, el panel solar puede incluso entrar en un modo de congestión en el que se detecte un nivel subóptimo o nulo de energía solar. Por lo tanto, existe la necesidad de un colector solar que sea menos sensible a las cargas del viento para reducir el coste del mismo y aumentar el tiempo durante el cual el colector sigue activamente al sol.

25 La mayoría de los paneles solares actuales recolectan la irradiancia solar únicamente desde el lado delantero del panel, que está orientado hacia el sol. Los módulos bifaciales recolectan la luz que entra tanto por el lado delantero como por el lado trasero de un panel solar. Al convertir en electricidad tanto la luz directa como la luz reflejada, los sistemas fotovoltaicos bifaciales pueden generar más energía en comparación con un sistema monofacial, dependiendo de cómo y dónde se despliegue el sistema. Aunque la tecnología de células bifaciales existe desde que fue inventada en 1976 por el profesor Antonio Luque y fabricada por primera vez por la empresa Isofotón a principios de los años 80, ha sido difícil adoptarla comercialmente debido a los altos costes de producción asociados. Sin embargo, una caída en los costes de fabricación está motivando ahora a la industria solar a considerar la implementación de paneles bifaciales.

35 El documento US8324496B1 divulga pantallas eólicas para reducir la carga del viento sobre uno o más colectores solares. Las pantallas eólicas se mueven con el colector solar a medida que este sigue al sol en una o más dimensiones.

40 La pantalla eólica se conecta de forma giratoria con al menos un panel solar del colector. Otro lado de la pantalla eólica puede conectarse al suelo o a un colector adyacente, sirviendo así para desviar el viento que incide sobre el colector. Las pantallas eólicas pueden fabricarse con diversos materiales, incluyendo materiales rígidos, flexibles o elásticos, y pueden cambiar la posición, orientación y/o longitud efectiva cuando uno o más colectores siguen al sol de este a oeste. El documento US8324496B1 presenta una o más pantallas eólicas para proteger el colector solar de los vientos laterales. En algunas realizaciones, el colector solar incluye uno o más paneles solares que giran alrededor de un solo eje para seguir el sol a lo largo del día. La pantalla eólica del documento US8324496B1 puede comprender una o más pantallas que acoplan los bordes exteriores de los paneles al suelo para desviar el viento incidente sobre el colector. En algunas otras realizaciones, el colector solar incluye una serie de colectores en los que se disponen unidades solares unas al lado de otras. Se conectan entonces las pantallas eólicas a colectores solares adyacentes, para proporcionar una superficie continua a través del conjunto e impedir que el viento genere una acción de elevación por debajo de cualquiera de las unidades. Por supuesto, puede emplearse una combinación de estas pantallas fijadas al suelo y pantallas de colector transversales para mitigar el viento en los bordes y el interior de un conjunto de colectores solares.

55 El documento US9347692B2 divulga un sistema para recolectar energía solar con un diseño modular, o un conjunto de dispositivos o paneles recolectores de energía solar en ángulo con respecto a la posición del sol. Los sistemas de recolección de energía solar ideados en la invención tienen una combinación de paneles fijos y paneles de seguimiento o bien solo paneles de seguimiento, convirtiendo ambos tipos de panel la luz solar que incide sobre ellos en energía eléctrica. Los paneles de seguimiento de la invención siguen el movimiento diario del sol para recolectar energía solar de manera eficiente desde el amanecer hasta el anochecer. La invención incluye sistemas para proporcionar seguimiento solar tanto con un solo eje como con dos ejes. El primer eje del sistema se utiliza para seguir los cambios solares diarios, agregando los paneles de seguimiento energía al sistema cuando el sol se mueve a través del cenit entre aproximadamente las 10 a.m. y las 2 p.m. El sombreado en los paneles de seguimiento es mínimo o nulo al mediodía. El segundo eje del sistema se utiliza para ajustarse a los cambios solares estacionales inclinando el módulo o sistema de panel solar al ángulo apropiado. Ambos ejes se accionan con motores controlados mediante hardware y

software programable que busca las posiciones angulares óptimas tanto diarias como estacionales. El sistema y el software están diseñados para tener en cuenta la instalación in situ en cualquier latitud, para hacer un seguimiento eficiente de las posiciones diarias y/o estacionales. En general, los sistemas también están diseñados para ser lo suficientemente resistentes como para soportar fuerzas de elementos tales como el viento, la lluvia, etc., y para cumplir con las especificaciones de los códigos de construcción nacionales e internacionales. Adicionalmente, la estructura física del sistema está diseñada para facilitar la instalación y el mantenimiento debido a su diseño modular. Tal diseño modular de los paneles solares de la invención permite las conexiones a módulos o conjuntos adyacentes en diversos sitios tales como tejados residenciales, tejados de fábricas, grandes instalaciones terrestres, cubiertas de patio, puertos para automóvil, estructuras de sombra para aparcamientos, etc.

El documento WO2013021078 divulga un seguidor solar que comprende una base sobre la cual se instala un panel solar que tiene un primer y segundo extremos opuestos, que pueden conectarse a dicha base mediante unos respectivos primer y segundo ejes mutuamente paralelos mediante un dispositivo de conexión/desconexión automática que conecta el segundo extremo del panel solar a la base al tiempo que desconecta el primer extremo del panel solar de la base, y viceversa cada vez que el panel solar alcanza una posición paralela a la base, de modo que el panel solar puede pivotar con respecto a la base alrededor de dicho primer eje cuando el primer extremo está conectado a la base y el segundo extremo está desconectado de la base, y el panel solar puede pivotar con respecto a la base alrededor de dicho segundo eje cuando el segundo extremo está conectado a la base y el primer extremo está desconectado de la base. El seguidor solar comprende además un mecanismo de elevación conectado al panel solar en una región intermedia entre dichos primero y segundo extremos, y un accionador de elevación/descenso conectado operativamente para mover dicho mecanismo de elevación y de ese modo hacer pivotar dicho panel alternativamente alrededor del primer eje y alrededor del segundo eje, pasando por dicha posición paralela a la base de acuerdo con los movimientos relativos del sol. Por tanto, el accionador de elevación/descenso y el mecanismo de elevación están configurados para pivotar el panel solar entre una posición elevada y una posición paralela a la base, y el dispositivo de encendido/apagado automático está configurado para invertir la inclinación del panel solar con respecto a la base cada vez que el panel solar alcance la posición paralela a la base y el mecanismo de elevación se accione nuevamente para mover el panel solar desde la posición paralela a la base hacia la posición elevada.

El documento US 20110061644 divulga un sistema colector de energía solar de bajo perfil que comprende una base para montar el sistema sobre un sustrato adecuado y una pluralidad de paneles solares dispuestos unos al lado de otros sobre la base. Un primer grupo de paneles solares es móvil con respecto a un segundo grupo de paneles solares para seguir los movimientos relativos del sol durante el día. Los paneles solares del primer grupo están dispuestos alternativamente con los paneles solares del segundo grupo. En una realización, los paneles solares del segundo grupo están dispuestos de forma estacionaria y, en otra realización, son móviles con respecto a los paneles solares del primer grupo. Un inconveniente de este sistema es que en un momento dado solo un grupo de paneles solares, esto es, solo la mitad de los paneles solares reciben los rayos del sol en condiciones adecuadas.

El documento CN 101098113 describe un seguidor solar que comprende un soporte giratorio horizontal sobre el que está instalado un panel solar que tiene un primer extremo inferior, conectado de forma pivotante al soporte horizontal mediante un eje horizontal. Un primer accionador genera movimientos de rotación del soporte giratorio horizontal alrededor de un eje vertical para orientar el panel solar en dirección este-oeste, y un segundo accionador impulsa un mecanismo de elevación que hace pivotar el panel solar con respecto al soporte giratorio horizontal alrededor de dicho eje horizontal, para orientar el panel solar en dirección norte-sur de acuerdo con los movimientos relativos del sol. Un inconveniente de este seguidor solar es que necesita dos mecanismos de seguimiento en dos ejes ortogonales, por lo que resulta complejo y costoso.

Si bien la tecnología de módulos bifaciales aumenta la generación de energía, hay algunos factores que pueden afectar la tasa de este aumento. Entre los factores más críticos a considerar al calcular el rendimiento de un módulo bifacial se encuentran la altura de montaje del módulo y el albedo, o la fracción de luz reflejada por la superficie. Altura de montaje del módulo: cuanto más cerca esté un conjunto fotovoltaico bifacial del suelo o de una superficie de techo, menos posibilidades habrá de que la luz reflectante llegue a la parte posterior del conjunto. Sin embargo, con un aumento relativamente modesto de la altura es posible un importante aumento de la energía bifacial.

Los documentos CN105471377 (WANG) y US2011/186040 (LIAO) divulgan sistemas y métodos de seguimiento solar de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación independiente.

Descripción

El objeto de la invención es un método de seguimiento solar mediante un único seguidor solar horizontal asociado a al menos un módulo fotovoltaico bifacial, de acuerdo con la reivindicación 1.

El objeto de la invención proporciona una solución a los problemas antes mencionados. El objeto de la invención es un seguidor de un solo eje para módulos bifaciales que proporciona el potencial de ahorro de una estructura de bajo perfil para el seguimiento solar sobre un eje horizontal. Se entiende que habrá ahorros importantes en el uso del material estructural, generalmente acero, por potencia máxima de los módulos fotovoltaicos instalados. Gracias al

perfil bajo del seguidor solar de la invención, se reduce la resistencia al viento.

Al estar concebido únicamente para su uso con módulos bifaciales, el seguidor solar de la invención puede aprovechar al máximo los módulos solares bifaciales; produciendo una alta relación de generación de energía por kilogramo de peso de material empleado para fabricar la estructura. Se prefieren los módulos solares bifaciales con un valor de bifacialidad notablemente alto, tales como los de tipo HJT.

El seguidor solar de eje horizontal único asociado con al menos un módulo fotovoltaico bifacial así propuesto comprende una disposición de módulos fotovoltaicos bifaciales, orientados hacia el paisaje y sujetos al eje de rotación, tubo de torsión, de modo que uno de los lados del panel, preferiblemente uno de los lados largos, permanezca integral con el eje de rotación en la dirección longitudinal para que los módulos bifaciales queden fijados de forma desequilibrada, estando en la máxima torsión cuando están posicionados en alineación con el plano horizontal; por consiguiente, se define de este modo un voladizo que equivale aproximadamente a la anchura de los paneles solares, estando establecida la anchura estándar de los módulos solares en aproximadamente 1 metro (40 pulgadas).

El objeto de la invención es que se despliegue preferiblemente junto con el módulo solar descrito en el documento ES1243445, cuya prioridad se reivindica y divulga un bastidor portador para módulos solares que está configurado para ser fijado conjuntamente al tubo de torsión de un seguidor solar de tal manera que el bastidor, y en consecuencia el módulo fotovoltaico soportado por el bastidor, se muevan conjuntamente a medida que gira el tubo de torsión. Por lo tanto, el módulo solar resultante se mueve cuando el tubo de torsión se desplaza conjuntamente con dicho bastidor unido conjuntamente de este modo.

El tubo de torsión del seguidor solar de la invención estaría situado a una altura con respecto al suelo que sería igual a la mínima altura permitida en este tipo de plantas solares entre los paneles y el suelo, que de acuerdo con las normativas o las especificaciones del cliente es inferior a 1,5 m (normalmente aproximadamente 0,5 metros, es decir, 20 pulgadas).

La cimentación a tierra de este seguidor solar se podría hacer de diferentes formas, pudiendo utilizar unidades de perfil conformadas en frío, perfiles extruidos, bases de hormigón, tornillos o cualquier otra alternativa ya existente en el mercado para seguidores solares de eje horizontal.

Descripción de la invención

FIGURA 1 - Muestra una vista lateral del seguidor solar de la invención en donde los módulos solares están en posición vertical, en un ángulo de 0 grados, y los módulos están dispuestos en orientación horizontal.

FIGURA 2 - Muestra una vista frontal del seguidor solar de la invención en donde los módulos solares están en posición vertical, en un ángulo de 0 grados.

FIGURA 3 - Muestra una vista frontal del seguidor solar de la invención en donde los módulos solares están en posición horizontal, en un ángulo de -90 grados (figura 3a) y un ángulo de 90 grados (figura 3b).

FIGURA 4 - Muestra un diagrama de vista frontal que representa un procedimiento de seguimiento estándar durante un día.

FIGURA 5 - Muestra un diagrama que representa un conjunto de seguidores solares en donde los módulos solares están colocados en una posición defensiva horizontal, orientados hacia la dirección del viento.

FIGURA 6.- Muestra una representación en 3D del objeto de la invención en donde el tubo de torsión se impulsa mediante un accionador dispuesto en el poste central y los módulos están dispuestos en orientación vertical.

Descripción detallada

En una realización preferida del objeto de la invención, se proporciona un seguidor solar de eje horizontal único asociado con al menos un módulo fotovoltaico bifacial (1) como el que se muestra en las figuras 1-3. Para esta realización preferida, y de forma no limitativa, el seguidor solar de eje horizontal único asociado con al menos un módulo fotovoltaico bifacial (1) de la invención comprende dicho módulo fotovoltaico bifacial (1) sujeto al tubo (2) de torsión mediante juntas articuladas, preferiblemente mediante cojinetes (5). El seguidor solar de la invención comprende el tubo (2) de torsión soportado por un poste (3) fijado al suelo. En consecuencia, el seguidor solar se fija al suelo mediante postes (3) que sujetan el tubo (2) de torsión; por consiguiente, se entenderá que cualquier referencia a ángulos se refiere al eje longitudinal de dichos postes (3).

El seguidor solar de eje horizontal único de la invención comprende los módulos fotovoltaicos bifaciales (1), preferiblemente rectangulares, con uno de sus lados, preferiblemente un lado largo, sujeto conjuntamente al tubo (2) de torsión de modo que uno de los lados largos del módulo (1) permanezca solidario con el tubo (2) de torsión en la dirección longitudinal, en donde el módulo fotovoltaico bifacial (1) está fijado de forma desequilibrada, estando en su máxima torsión cuando el módulo fotovoltaico bifacial (1) está posicionado en alineación con su plano horizontal; definiendo un voladizo que preferiblemente equivale aproximadamente a la anchura del módulo fotovoltaico bifacial (1). En otras palabras, el módulo fotovoltaico bifacial (1) está asociado al tubo (2) de torsión mediante una fijación de unión a lo largo de uno de los lados del módulo solar bifacial de tal forma que el módulo solar se mueva conjuntamente

cuando el tubo (2) de torsión gire.

El seguidor solar de la invención presenta un tubo (2) de torsión con una sección redonda (de acuerdo con la figura 2) o cuadrada (de acuerdo con la figura 6) y dispuesto a una altura por encima del suelo de 0,5 metros (20 pulgadas) aproximadamente, teniendo el módulo fotovoltaico bifacial (1) una altura de aproximadamente 1 metro (40 pulgadas), lo que supone una altura total de aproximadamente 1,5 metros (aproximadamente 5 pies), permitiendo un fácil despliegue del seguidor solar sin maquinaria pesada y/o especial.

En una realización preferida del objeto de la invención el tubo (2) de torsión se impulsa mediante un motor o accionadores (4), como en la figura 6, y esto permite un movimiento controlado del módulo fotovoltaico bifacial (1).

El método de la invención comprende básicamente posicionar gradualmente el módulo fotovoltaico bifacial (1), mediante impulso a través del tubo (2) de torsión, de tal forma que la cara frontal (11) del módulo fotovoltaico bifacial (1) esté orientada hacia el sol desde el amanecer hasta el mediodía y que la cara trasera (12) del módulo fotovoltaico bifacial (1) esté orientada hacia el sol desde el mediodía hasta el atardecer, según las figuras 3a y 3b.

Usando un patrón de manecillas de reloj, el método de la invención puede describirse de la siguiente manera en vista de la figura 4:

- Desde el amanecer hasta el mediodía, el seguidor solar de la invención iniciaría el modo de seguimiento solar de tal forma que una cara frontal (11) del módulo fotovoltaico bifacial (1) esté orientada hacia el sol, siendo posicionada gradualmente a -90° con respecto al eje longitudinal del poste (3) al mediodía, pasando desde una posición cercana a las 12 h hasta una posición cercana a las 9 h en la manecilla horaria de un reloj. Lo que genera la situación representada en la figura 3a.
- Tras el mediodía, es necesario un movimiento de oeste a este para que el módulo fotovoltaico bifacial (1) tenga una cara posterior (12) del módulo fotovoltaico bifacial (1) orientada hacia el sol. Con este movimiento, los paneles cambian de una posición cercana a las 9 h a una posición cercana a las 3 h en la manecilla horaria de un reloj.
- Posicionamiento gradual, desde el mediodía hasta el atardecer, del módulo fotovoltaico bifacial (1) con su cara posterior orientada hacia el sol en una posición de 90° con respecto al eje longitudinal del poste (3), pasando desde una posición cercana a las 3 h hasta una posición cercana a las 12 h en la manecilla horaria de un reloj. Lo que genera la situación representada en la figura 3b.

De manera adicional, el método de la invención puede comprender un modo operativo de retroceso, para evitar efectos de sombreado, en esta realización preferida, el movimiento progresivo del módulo fotovoltaico bifacial (1) impulsado por el tubo (2) de torsión está limitado por un intervalo angular limitado, previamente definido. Este intervalo dependerá del tamaño y la orientación del módulo fotovoltaico bifacial (1) sobre el tubo (2) de torsión y de la altura del tubo (2) de torsión sobre el nivel del suelo. Para una orientación horizontal típica de módulos estándar y una altura del tubo (2) de torsión de 0,5 metros o 20 pulgadas, el intervalo angular limitado sería de 240 grados (± 120) desde la vertical.

En caso de vientos fuertes el módulo fotovoltaico bifacial (1) puede colocarse en posición horizontal, esencialmente ortogonal con respecto al poste (3), e incluso superar esa posición hasta tocar el suelo, como se ha representado en la figura 5.

Además, el método de la invención puede prever disponer el módulo fotovoltaico bifacial (1) en una posición esencialmente horizontal en caso de que se determinen vientos de alta velocidad, o en una posición angular mínima para alcanzar el límite angular en caso de que se determinen vientos de alta velocidad. Este posicionamiento incluye operar el seguidor solar de modo que el módulo fotovoltaico bifacial (1) se mueva hacia el este, en caso de que se determine que la dirección del viento proviene principalmente del este, o hacia el oeste en caso de que se determine que la dirección del viento proviene principalmente del oeste.

Gracias al bajo perfil de este tipo de seguidor solar, se estiman ahorros de material (principalmente acero) considerables, principalmente debido a su limitada exposición al viento. Es necesario un estudio estructural detallado para poder evaluar el potencial de ahorro en los elementos más claves: el tubo (2) de torsión, los mecanismos impulsores y los accionadores.

REIVINDICACIONES

1. Un método de seguimiento solar que utiliza un seguidor solar de eje horizontal único asociado con al menos un módulo fotovoltaico bifacial (1),
5 comprendiendo el seguidor solar de eje horizontal único una disposición de módulos fotovoltaicos bifaciales (1) fijados a un tubo (2) de torsión, estando el tubo (2) de torsión soportado por varios postes mediante juntas articuladas (5) y estando dichos postes (3) fijados al suelo, estando asociado el módulo fotovoltaico bifacial (1) al tubo (2) de torsión mediante una fijación de unión a lo largo de uno de los lados del módulo solar bifacial de tal manera que el módulo solar se mueva conjuntamente cuando el tubo (2) de torsión gire;
10 comprendiendo el método operar el tubo (2) de torsión para posicionar gradualmente el módulo fotovoltaico bifacial (1) de tal manera que una cara frontal (11) o una cara posterior (12) del módulo fotovoltaico bifacial (1) esté orientada hacia el sol desde el amanecer hasta el mediodía;
en donde la cara frontal (11) está orientada hacia el sol desde el amanecer hasta el mediodía y la cara trasera (12) está orientada hacia el sol desde el mediodía hasta el atardecer.
15
2. El método de la reivindicación 1, que comprende además las siguientes etapas:
 - desde el amanecer hasta el mediodía, el seguidor solar inicia el modo de seguimiento solar de tal forma que una cara frontal (11) del módulo fotovoltaico bifacial (1) esté orientada hacia el sol, comenzando hacia abajo desde una posición de 0° y siendo posicionada gradualmente a -90° con respecto al eje longitudinal del poste (3) al mediodía;
 - 20 - tras el mediodía, se desplaza el módulo bifacial (1) 180° de oeste a este, hasta colocarlo a +90°, de manera que una cara posterior (12) del módulo bifacial (1) quede orientada hacia el sol;
 - posicionamiento gradual, desde el mediodía hasta el atardecer, del módulo fotovoltaico bifacial (1) con su cara posterior (12) orientada hacia el sol en una posición de 90° con respecto al eje longitudinal del poste (3).
25
3. El método de la reivindicación 2, que comprende además operar el tubo (2) de torsión para posicionar gradualmente el módulo fotovoltaico bifacial (1) de tal manera que la cara frontal (11) o la cara posterior (12) del módulo fotovoltaico bifacial (1) esté orientada hacia el sol desde el mediodía al atardecer.
- 30
4. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, que comprende además operar el tubo (2) de torsión para disponer el módulo fotovoltaico bifacial (1) esencialmente ortogonal con respecto al poste (3) en caso de que se determinen vientos de alta velocidad.
- 35
5. El método de la reivindicación 4, que comprende además operar el tubo (2) de torsión para posicionar el módulo fotovoltaico bifacial (1) en un límite angular hacia el este en caso de que se determine que la dirección del viento proviene principalmente del este.
- 40
6. El método de la reivindicación 5, que comprende además operar el tubo (2) de torsión para posicionar el módulo fotovoltaico bifacial (1) en un límite angular hacia el oeste en caso de que se determine que la dirección del viento proviene principalmente del oeste.

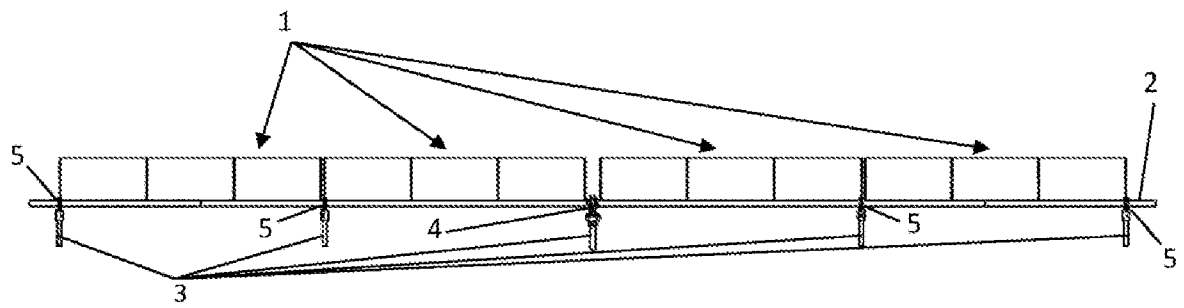


FIGURA 1

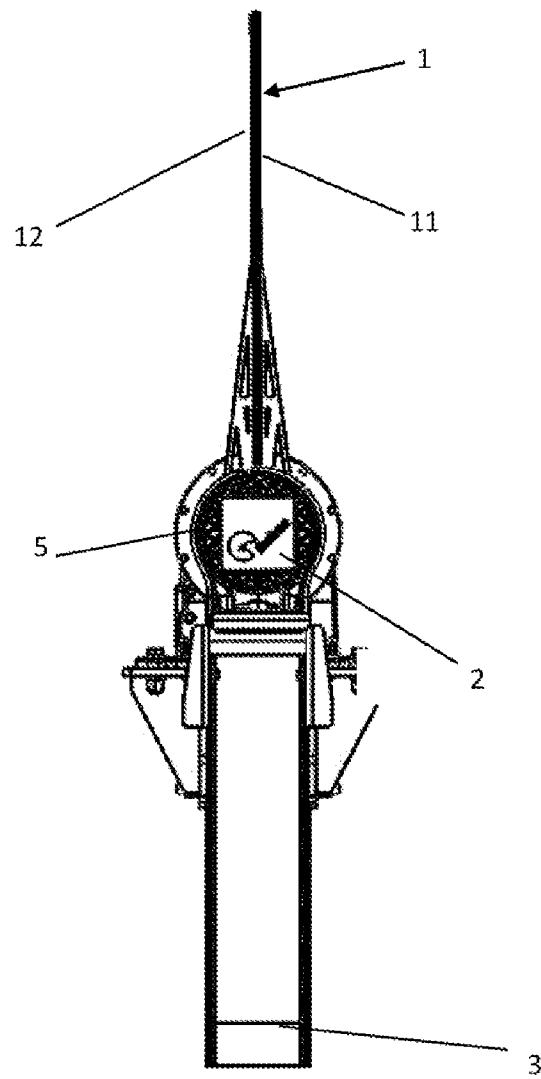


FIGURA 2

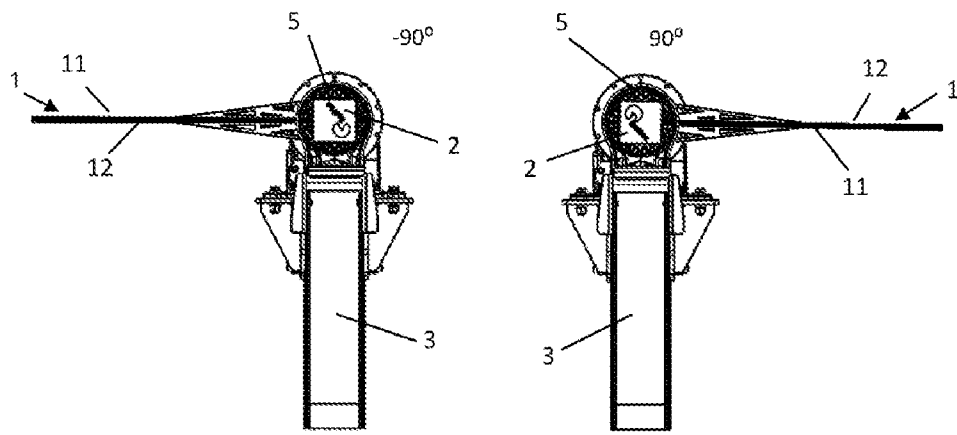


FIGURA 3a

FIGURA 3b

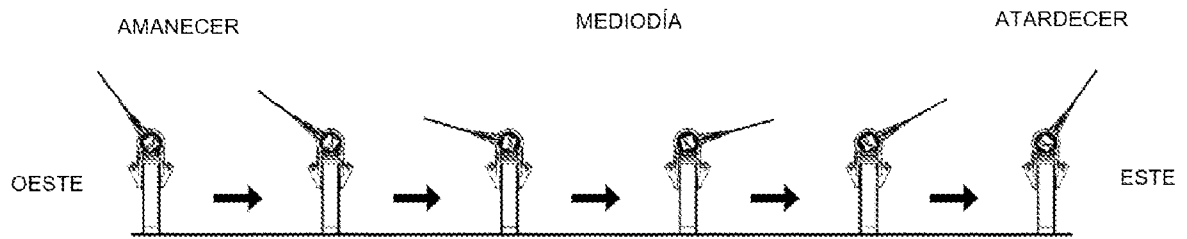


FIGURA 4

DIRECCIÓN DEL VIENTO



FIGURA 5

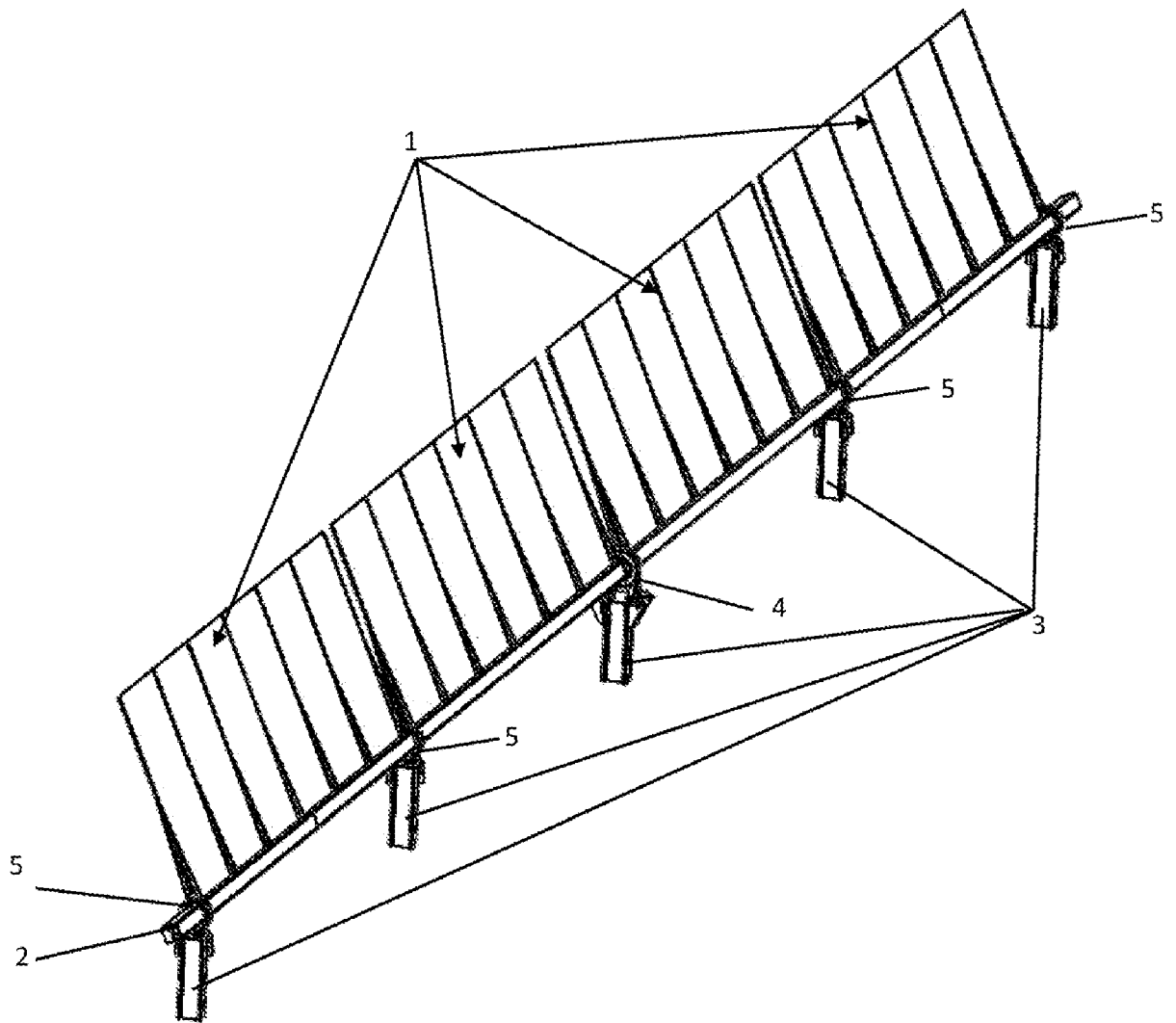


FIGURA 6