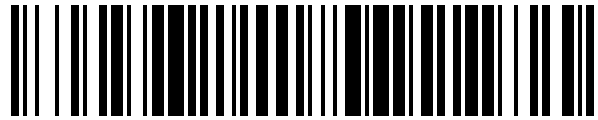


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 228 820**

21 Número de solicitud: 201930513

51 Int. Cl.:

**H02S 20/32** (2014.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

**29.03.2019**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**29.04.2019**

71 Solicitantes:

**AXIAL SISTEMAS SOLARES, S.L. (100.0%)  
C/ BOTIGUERS 3, EDIFICIO ONOFRE 2ºA  
46980 PATERNA (Valencia) ES**

72 Inventor/es:

**FAYOS RIFATERRA, José Luis y  
PÉREZ HERRERO, Javier**

74 Agente/Representante:

**PEREZ LLUNA, Alvaro**

54 Título: **SEGUIDOR SOLAR**

**ES 1 228 820 U**

**DESCRIPCIÓN**

**SEGUIDOR SOLAR**

**CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION**

5 La presente invención se encuadra en el campo técnico de las instalaciones solares fotovoltaicas o ISF, y particularmente en el de los denominados seguidores solares o estructuras móviles que permiten modificar la orientación de la superficie de captación solar a fin de posicionar los módulos fotovoltaicos constituidos por paneles solares lo más perpendiculares al sol posible a lo largo del día, dentro de sus rangos de  
10 movimiento, para compensar el efecto del movimiento terrestre durante las horas de sol.

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

15 En la actualidad los seguidores solares se clasifican en función de su número de ejes.

Cada uno de ellos se asocia a un grado de libertad, identificando los grados de libertad o GDL como el número de movimientos independientes puede ejecutar una máquina ya sea lineal o rotacionalmente.

20

Los movimientos de los seguidores solares siempre serán de tipo rotacional con el fin de poder situar la superficie de captación solar dotada de módulos fotovoltaicos del modo más perpendicular a la posición del sol, de manera que se pueda captar la mayor radiación solar posible. Para ello el número mínimo de grados de libertad de movimiento  
25 o GDL necesarios es dos.

A continuación, se describen los diferentes tipos de estructuras para las instalaciones fotovoltaicas que existen, entre las que se incluyen los seguidores solares.

30 Estructuras fijas: Se denomina de esta forma a las instalaciones solares fotovoltaicas cuyos paneles solares permanecen en la misma posición a lo largo del tiempo.

Estructuras móviles de un eje: Se denomina de esta forma los seguidores solares o instalaciones compuestas por una estructura con una parte fija y otra móvil que dispone  
35 de medios para modificar la orientación de la superficie de captación solar que presentan solamente un grado de libertad de movimiento o GDL1.

Existen tres tipos de seguidores solares de un eje: Polar, azimutal, y horizontal.

5 Los seguidores solares de eje polar presentan un eje orientado al sur e inclinado un ángulo igual a la latitud. El giro se ajusta para que la normal a la superficie coincida con el meridiano terrestre que contiene al sol.

10 Los seguidores solares de eje azimutal presentan un eje vertical, el ángulo de la superficie es constante e igual a la latitud, y el giro se ajusta para que la normal a la superficie coincida con el meridiano local que contiene al sol

15 Los seguidores solares de eje horizontal presentan un eje horizontal y orientado en dirección norte-sur. El giro se ajusta para que la normal a la superficie coincida con el meridiano terrestre que contiene al sol.

La velocidad de giro en los seguidores solares de un eje polar es constante de 15° por hora, mientras que los de un eje azimutal tienen una velocidad variable.

20 En términos de captación de radiación solar y de forma general las estructuras de seguimiento azimutal se sitúan en torno a valores medios del 7% menos de radiación que el seguimiento en dos ejes, y un 4% menos que el seguimiento de un eje polar, pero pueden alcanzar radiaciones de hasta un 25% superior frente a las estructuras fijas.

25 Estructuras móviles de dos ejes: Se denomina de esta forma los seguidores solares o instalaciones compuestas por una estructura con una parte fija y otra móvil que dispone de medios para modificar la orientación de la superficie de captación solar con dos grados de libertad de movimiento o GDL2, capaces de hacer un seguimiento solar más preciso.

30 Este tipo de seguidores solares mantiene siempre perpendicular a la posición del sol, maximizando así la captación de radiación solar y con ello la generación de electricidad.

35 Para orientarlos se debe realizar un seguimiento tanto en dirección como en elevación, lo que implica tener dos actuadores, para variar la inclinación del panel de forma horizontal y vertical.

Pueden ser mono-poste o de tipo carrusel dependiendo de si tienen uno o varios apoyos distribuidos a lo largo de la superficie.

- 5 Estas instalaciones alcanzan los valores máximos de rendimiento en captación de radiaciones solares, en valores comprendidos entre el 36% y el 41% de eficiencia, esto es, del 30% al 45% más que las estructuras fijas. Sin embargo suponen una inversión de coste y mantenimiento considerablemente más alta, por lo que a la hora de elegir el tipo de estructura para la instalación solar fotovoltaica es necesario llevar a cabo un estudio en el que influyen diversos parámetros.
- 10

Algunos de los parámetros más característicos que permiten decidir qué tipos de seguimientos se adecúan más a las necesidades del proyecto son el incremento de producción de energía, el coste del equipo e instalación del mismo, la resistencia al viento, la disponibilidad y el coste y sencillez o complejidad de mantenimiento.

15

El seguimiento se puede realizar por distintos métodos:

Seguimiento por reloj solar, que está sujeto a la unidad de tiempo de 24 horas, variando su posición respecto al ciclo de esta unidad, con un seguimiento efectivo de 12 horas, sin considerar cambios de condiciones climáticas repentinas debido a que no se asocia a un estudio preliminar del clima.

20

Seguimiento por sensores, que permite la detección o medida que falta en el correcto ángulo entre la radiación solar y la superficie del panel solar, el cual debe ser de 90° para una mejor captación.

25

Seguimiento por coordenadas calculadas, que sigue la trayectoria del sol entre cada posición mediante el cálculo de sus coordenadas astronómicas, no precisa de la presencia de radiación, los sistemas de coordenadas son inmunes a los días nublados y otro tipo de circunstancias que puede producir errores, como por ejemplo los destellos.

30

Uno de los problemas a los que se enfrenta cualquier instalación de seguimiento es el movimiento que se produce cuando incide una fuerza externa, en este caso el viento, sobre un seguidor, y que se puede describir mediante la ecuación diferencial de segundo orden de un movimiento amortiguado forzado  $(I_{2D} \Delta \ddot{\theta} + c_{\theta} \Delta \dot{\theta} + k_{\theta} \Delta \theta =$

35

$m_{2D}(\theta_0, \Delta\theta, \Delta\dot{\theta}, \Delta\ddot{\theta})$ ). Donde  $\theta$  describe la posición de seguidor, y depende de la inercia, del coeficiente de amortiguamiento y de la rigidez torsional en este caso.

5 Mantener la estructura a salvo de los fenómenos dinámicos producidos por la interacción entre el viento y la estructura requiere diseñar una estructura cuya velocidad crítica ante estos efectos, entendida como velocidad necesaria para que ocurran, esté alejada de la velocidad máxima esperada. Aumentar la velocidad crítica se consigue aumentando o bien su inercia, o bien aumentando el amortiguamiento, o bien la rigidez.

10 Ante ciertas velocidades de viento esto se soluciona en el estado de la técnica mediante la instalación de amortiguadores. Instalar estos amortiguadores o aumentar la sección del tubo, i.e. aumentar inercia, es la solución convencionalmente adoptada para enfrentarse a este problema, si bien presenta limitaciones y desventajas dado que las velocidades de viento que puede soportar la estructura sin llegar a ser inestable son  
15 mucho menores. Para determinadas ubicaciones, donde las velocidades de viento máximas son muy elevadas, el sistema de amortiguamiento puede resultar insuficiente para estabilizar el sistema. Mediante el amortiguamiento también se producen muchas más oscilaciones de la estructura, ya que, por la naturaleza del método, la placa fluctúa y el amortiguador ha de atenuar este movimiento antes de detenerse en una posición  
20 de estabilidad. Estas oscilaciones de la estructura producen fatiga en los materiales que puede, tras muchos ciclos, resultar en un fallo estructural por microrroturas y grietas. Por otra parte, el sistema de amortiguamiento también genera más oscilaciones en la estructura antes de lograr estabilizarla. Estas oscilaciones hacen el flujo de aire más impredecible y puede generar vibraciones en las placas posteriores, de manera que  
25 éstas se desestabilicen más fácilmente.

Por todo ello resultaba deseable desarrollar un seguidor dotado de un sistema y solución mejorados para afrontar de manera más segura y eficiente estos eventos y dotar a la estructura de la instalación de medios aptos para soportar con estabilidad velocidades  
30 de viento superiores a los límites de las soluciones del estado de la técnica.

### **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

A efectos de terminología que se emplea en esta memoria descriptiva, la referencia a  
35 módulo fotovoltaico o módulo debe interpretarse como aquel formado por la unión de varios paneles solares en función de la potencia que se precise para la instalación, que

van montados sobre una estructura de soporte o marco.

El panel solar a su vez está formado por un conjunto de células solares, conectadas eléctricamente y encapsuladas, que constituyen el generador de la instalación.

5

Cuando la potencia que se desea generar es elevada se requiere agrupar y conectar entre sí un conjunto de paneles solares formando una serie de módulos, los cuales se montan sobre una diversidad de estructuras posibles tal y como se ha explicado en el apartado precedente.

10

La referencia a sistemas mono-fila no significa que la instalación solar fotovoltaica basada en estos sistemas no pueda configurarse con multitud de filas de módulos fotovoltaicos, sino a que son sistemas cuyo movimiento y orientación puede llevarse a cabo con al menos una sola fila de módulos fotovoltaicos, mientras que otros sistemas, a los que se hará referencia como multi-fila, precisan necesariamente de instalar más de una fila de módulos fotovoltaicos por el sistema de orientación que utilizan.

15

Se denomina mono-fila porque cada accionamiento mueve una sola fila. Por lo que se podría tener un parque o ISF compuesto por un solo seguidor. No obstante, en la práctica siempre son parques de múltiples filas de seguidores, siendo un parque compuesto por seguidores mono-fila. Por tanto mono-fila o multi-fila no se refiere al número de seguidores sino a la cantidad de seguidores que mueve un solo accionamiento de manera independiente.

20

En los sistemas multi-fila, una desventaja habitual del accionamiento conjunto de varias filas de la instalación, radica en la existencia de impedimentos que se extienden inferiormente con respecto a la plataforma que soporta los módulos fotovoltaicos y superan la profundidad de las filas, de modo que existen impedimentos al paso libre por el terreno existente entre las filas.

25

30

Para superar los inconvenientes y limitaciones de las soluciones del estado de la técnica antes referidas para enfrentarse a eventos de fenómenos dinámicos producidos por la interacción entre el viento y la estructura y conjunto de la instalación se ha optado por bi-empotrar torsionalmente la estructura mediante un sistema de bloqueo, lo que representa una evolución ventajosa y alternativa de optimización de los seguidores conocidos y los sistemas empleados en estos.

35

De esta manera se aumenta sustancialmente la rigidez torsional, convirtiendo la estructura en una estructura fija mono-poste siempre que está detenida, ya que por ejemplo y en una realización de la invención, un conjunto de cilindro y pistón hidráulico  
5 funciona como una diagonal estructural en los dos pilares extremos de cada seguidor.

El sistema de bloqueo funciona de la siguiente manera, siempre que la unidad de giro esta parada, los medios de bloqueo están activados, de manera que cada seguidor tiene 3 puntos empotrados torsionalmente. De este modo no importa el ángulo en el  
10 que se encuentre el seguidor, si los medios de accionamiento están detenidos, el seguidor está bloqueado.

Además, con esta solución no se renuncia el beneficio de tener un amortiguador cuando el seguidor está en movimiento ya que cuando los medios de accionamiento se activan,  
15 los medios de bloqueo trabajan como un amortiguador de alto coeficiente de amortiguamiento.

De este modo en una puesta en defensa, situación durante la cual los medios de accionamiento se encuentran activados durante unos minutos, el efecto del sistema de  
20 bloqueo preconizado equivale funcionalmente a que la estructura tuviera instalados amortiguadores en los pilares extremos.

El seguidor solar objeto de la invención está preferiblemente compuesto por 3 filas y 20 columnas de módulos por eje, con un total de 56 módulos fotovoltaicos. Los módulos  
25 están instalados en posición horizontal, el mástil que soporta los módulos tiene un grado de libertad de giro horizontal y un sistema de accionamiento que permite orientarse a los módulos en las direcciones este-oeste en un rango de  $\pm 55^\circ$  de inclinación siguiendo la radiación solar.

El seguidor es de autoconsumo e incluye un panel solar, alimenta el dispositivo de control del seguidor para otorgar el consumo necesario a la unidad de giro. El eje central está dividido en dos mitades o semi-ejes, que se unen en el centro del seguidor sobre  
30 un pilar central que comprende medios de accionamiento tales como un conjunto moto-reductor, y al menos en la proximidad de los dos extremos de cada mitad o semi-eje de cada seguidor se disponen sendos pilares externos de apoyo y acompañamiento del  
35 movimiento de la parte móvil de la estructura.

Cada uno de los dos semi-ejes está compuesto diversos tramos de tubo cuadrado, denominados mástiles de inicio, mástil central y/o mástil extremo.

5 El eje del seguidor se apoya preferiblemente en 4 pilares internos, dos situados a cada lado del pilar central, y en 2 pilares externos, dispuestos cada uno en la proximidad de los respectivos extremos laterales del seguidor, estando estos últimos dotados de medios de bloqueo del movimiento. La unión del eje a cada pilar está diseñada de forma que permita el giro del eje sobre este.

10

El apoyo del mástil sobre los pilares externos es diferente, para instalar un conjunto de cilindro y pistón hidráulico en el seguidor. Estos pilares son más cortos que los pilares centrales, y presentan dos bases guía que permiten instalar los medios de bloqueo hidráulico entre estas dos piezas. Los medios de bloqueo comprenden preferentemente un cilindro hidráulico y una electroválvula, con un funcionamiento basado en que la válvula está siempre evitando el paso de un fluido entre las cámaras del cilindro. Cuando se activan los medios de accionamiento del seguidor se abre la válvula, permitiendo el paso de fluido y por tanto desbloqueando el seguidor. De esta forma, siempre que el seguidor no está en movimiento o adquiriendo una nueva posición, está bloqueado torsionalmente en los extremos.

15

20

La unión con el mástil del seguidor se realiza mediante una abrazadera especial y dos brazos unidos a un eje entre cada base guía y el sistema se fija a los pilares extremos más cortos por medio de dos soportes y un refuerzo.

25

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

Para complementar la descripción y con la finalidad de contribuir a una mejor comprensión de las características esenciales de la invención, se acompaña a la presente memoria descriptiva como parte integrante de la misma, unos planos esquemáticos en los que con carácter ilustrativo y no limitativo se representan aspectos y realizaciones de la invención.

30

La figura 1 son dos vistas generales, en planta superior y en alzado frontal respectivamente, de una instalación solar fotovoltaica conforme a una posible realización del seguidor solar.

35



La figura 2 es una vista en perspectiva inferior de un detalle de la parte central de una instalación solar fotovoltaica conforme a una posible realización del seguidor solar.

5 La figura 3 es una vista en alzado lateral del sistema de bloqueo conforme a una posible realización del seguidor solar.

La figura 4 es una vista en perspectiva superior del sistema de bloqueo conforme a una posible realización del seguidor solar.

10

En estas figuras aparecen referencias que identifican los siguientes elementos:

	1	sistema de bloqueo
	1-1	parte fija del sistema
15	1-2	parte móvil del sistema
	2	paneles solares
	3, 4	filas de paneles solares
	5a, 5b	elementos de soporte
	6	mástil del seguidor
20	7	pilar de accionamiento
	8	pilar de apoyo y acompañamiento
	9	dispositivo de control electrónico
	10	sensor
	11	bases guía
25	12,13	brazos
	14	medios para mover la plataforma
	15	conjunto de cilindro y pistón hidráulico
	BA	área de base
30	PF	plataforma
	D	plano diagonal
	ED	eje de giro descentrado
	EG	eje de giro del soporte de la plataforma

35

**REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION**

A la vista de las mencionadas figuras, y de acuerdo con las referencias identificativas adoptadas en ellas se puede observar un ejemplo no limitativo del seguidor solar preconizado, el cual comprende las partes y elementos que se indican y describen en detalle a continuación.

5

El seguidor solar objeto de la invención conforme a una realización preferida, no limitativa, presenta una estructura que comprende al menos una plataforma PF dónde se conectan paneles solares 2 adyacentes unos a otros dispuestos en una o varias filas 3,4 por medio de elementos de soporte 5a,5b, dónde los elementos de soporte 5a,5b están conectados a por lo menos un pilar 7 que comprende medios de accionamiento, y a por lo menos dos pilares de apoyo y acompañamiento 8 que están anclados en un área de base BA o suelo, y medios 14 para mover la plataforma PF con respecto a la dirección del sol, como por ejemplo y al menos un motor o unidad de giro, incorporando el seguidor un sistema de bloqueo 1 que está configurado de forma que cuando la plataforma PF no está en movimiento, cada fila 3,4 tiene siempre al menos tres puntos empotrados torsionalmente, estando de dicho modo bloqueado completamente su movimiento y fija.

10

15

Los pilares de apoyo y acompañamiento 8 situados en los extremos de cada fila 3,4 de paneles solares 2 comprenden medios de bloqueo del movimiento de la plataforma PF que están activos siempre que la unidad de giro 14 está detenida.

20

Los medios de bloqueo del movimiento de la plataforma PF comprenden un conjunto de cilindro y pistón hidráulico 15 y están articulados a los elementos de soporte 5a,5b y al menos a los pilares de apoyo y acompañamiento 8 situados en los extremos de cada fila 3,4 en un plano diagonal D con respecto al eje vertical de los pilares de apoyo y acompañamiento 8 en vista de alzado lateral de la fila 3,4.

25

El apoyo del mástil sobre los pilares externos es diferente, para instalar un conjunto de cilindro y pistón hidráulico en el seguidor. Estos pilares son más cortos que los pilares centrales, y presentan dispuesto sobre ellos un elemento adicional que consta de dos pletinas verticales o bases guía 11 paralelas y separadas entre sí, entre las cuales se disponen los medios de bloqueo. La unión con el mástil 6 del seguidor se realiza mediante una abrazadera especial y dos brazos 12,13 unidos a un eje entre cada base guía.

30

35

En vista de alzado lateral de la fila 3,4 los medios de bloqueo del movimiento de la plataforma PF tienen un eje de giro descentrado ED a una distancia del centro del eje vertical de los pilares extremos de apoyo y acompañamiento 8 y del eje de giro EG del soporte de la plataforma PF sobre los pilares de apoyo y acompañamiento 8.

5

Los pilares de apoyo y acompañamiento 8 situados en los extremos de cada fila 3,4 son más cortos que los restantes pilares, sobre dichos pilares se dispone un elemento que consta de dos pletinas verticales o bases guía 11 entre las que se dispone el conjunto de cilindro y pistón hidráulico 15, estando las dos bases guía 11 articuladas en su extremo superior a un elemento de apoyo del mástil 6 del seguidor que comprende dos extensiones o brazos 12,13 a su vez articuladas al extremo superior del eje del conjunto de cilindro y pistón hidráulico 15.

10

El sistema de bloqueo 1 comprende una parte fija 1-1 y una parte móvil 1-2 y un dispositivo de control electrónico 9 controlado por un programa informático conectado con al menos un sensor 10 que identifica por lo menos el ángulo entre la radiación solar y los paneles solares 2, y el seguidor solar puede comprender además un anemómetro y un receptor GPS.

15

Por último, el programa informático está configurado de modo que el movimiento del sistema se basa en datos relativos a la trayectoria descrita por el sol.

20

Descrita suficientemente la naturaleza de la presente invención, así como la manera de ponerla en práctica, no se considera necesario hacer más extensa su explicación para que cualquier experto en la materia comprenda su alcance y las ventajas que de ella se derivan, haciéndose constar que, dentro de su esencialidad, podrá ser llevada a la práctica en otras formas de realización que difieran en detalles de la indicada a título de ejemplo, y a las cuales alcanzará igualmente la protección que se recaba siempre que no se altere, cambie o modifique su principio fundamental.

25

**REIVINDICACIONES**

1. Seguidor solar que comprende
- al menos una plataforma (PF) dónde se conectan paneles solares (2);
- 5 -los paneles solares (2) adyacentes unos a otros dispuestos en una o varias filas (3,4) por medio de elementos de soporte (5a,5b);
- dónde los elementos de soporte (5a,5b) están conectados a por lo menos un pilar (7) que comprende medios de accionamiento, y a por lo menos dos pilares de apoyo y acompañamiento (8);
- 10 -dónde los pilares (7,8) están anclados en un área de base (BA) o suelo,
- medios (14) para mover la plataforma (PF) con respecto a la dirección del sol
- caracterizado** porque
- un sistema de bloqueo (1) está configurado de forma que cuando la plataforma (PF) no está en movimiento, cada fila (3,4) tiene al menos tres puntos empotrados torsionalmente.
- 15
2. Seguidor solar según la reivindicación 1, caracterizado porque
- al menos los pilares de apoyo y acompañamiento (8) situados en los extremos de cada fila (3,4) de paneles solares (2) comprenden medios de bloqueo del movimiento de la
- 20 plataforma (PF).
3. Seguidor solar según la reivindicación 2, caracterizado porque
- los medios de bloqueo del movimiento de la plataforma (PF) están activos siempre que la unidad de giro (14) está detenida.
- 25
4. Seguidor solar según las reivindicaciones 2 o 3, caracterizado porque
- los medios de bloqueo del movimiento de la plataforma (PF) comprenden un conjunto de cilindro y pistón hidráulico (15).
- 30
5. Seguidor solar según las reivindicaciones 2 a 4, caracterizado porque
- los medios de bloqueo del movimiento de la plataforma (PF) están articulados a los elementos de soporte (5a,5b) y al menos a los pilares de apoyo y acompañamiento (8) situados en los extremos de cada fila (3,4), en un plano diagonal (D) con respecto al eje vertical de los pilares de apoyo y acompañamiento (8).
- 35
6. Seguidor solar según la reivindicación 5, caracterizado porque

5 -en vista alzado lateral de la fila (3,4) los medios de bloqueo del movimiento de la plataforma (PF) tienen un eje de giro descentrado (ED) a una distancia del centro del eje vertical de los pilares extremos de apoyo y acompañamiento (8) y del eje de giro (EG) del soporte de la plataforma (PF) sobre los pilares de apoyo y acompañamiento (8).

7. Seguidor solar según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque

10 -los pilares de apoyo y acompañamiento (8) situados en los extremos de cada fila (3,4) son más cortos que los restantes pilares,  
-sobre dichos pilares se dispone un elemento que consta de dos pletinas verticales o bases guía (11) entre las que se dispone el conjunto de cilindro y pistón hidráulico (15), estando las dos bases guía (11) articuladas en su extremo superior a un elemento de apoyo del mástil (16) del seguidor que comprende dos extensiones o brazos (12,13) a  
15 su vez articuladas al extremo superior del eje del conjunto de cilindro y pistón hidráulico (15).

8. Seguidor solar según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque

20 -el sistema de bloqueo (1) comprende un dispositivo de control electrónico (9) controlado por un programa informático.

9. Seguidor solar según la reivindicación 8, caracterizado porque

25 -comprende un anemómetro y un receptor GPS.

10. Seguidor solar según cualquiera las reivindicaciones 8 a 9, caracterizado porque

-el dispositivo de control electrónico (9) está conectado con al menos un sensor (10) que identifica por lo menos el ángulo entre la radiación solar y los paneles solares (2).

30 11. Seguidor solar según las reivindicaciones 8, 9 o 10, caracterizado porque

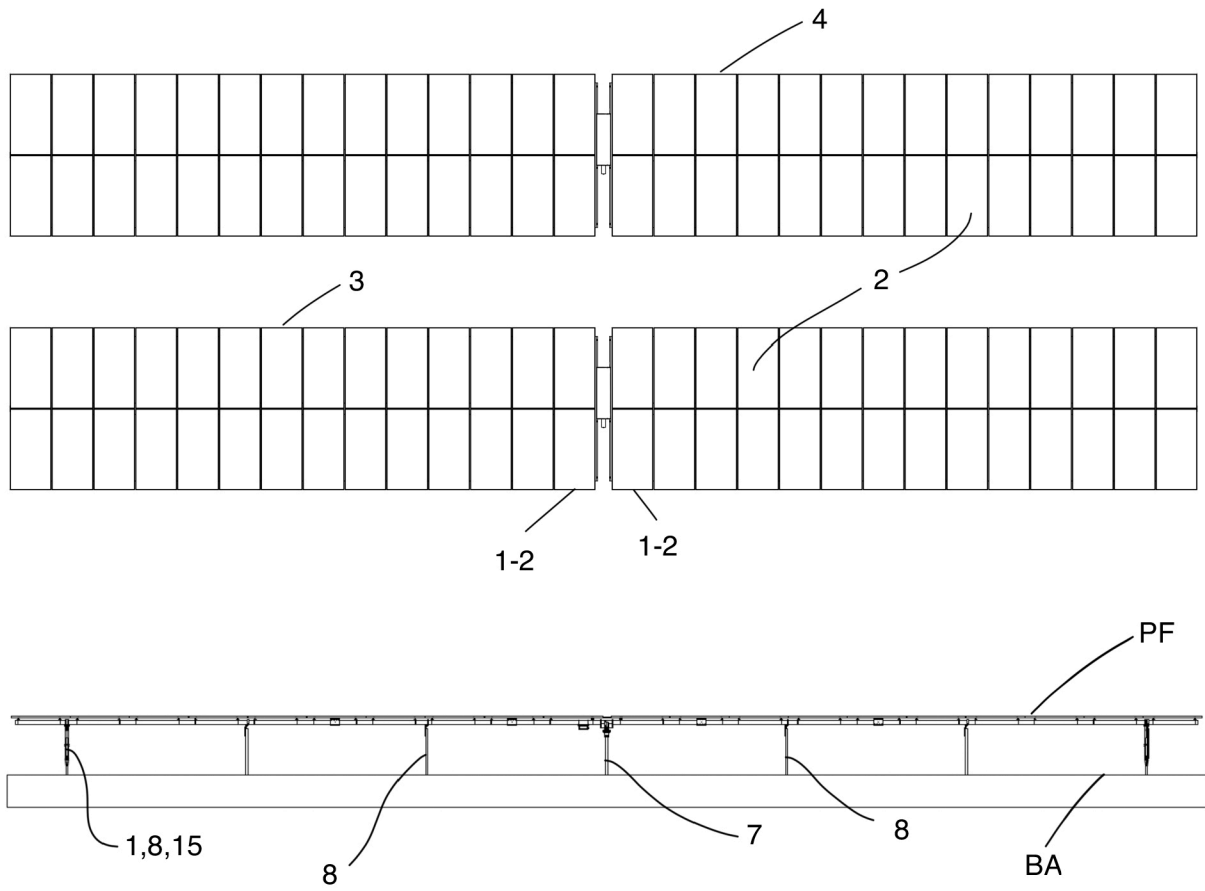
-el programa informático está configurado de modo que el movimiento del sistema se basa en datos relativos a la trayectoria descrita por el sol.

35 12. Seguidor solar según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque

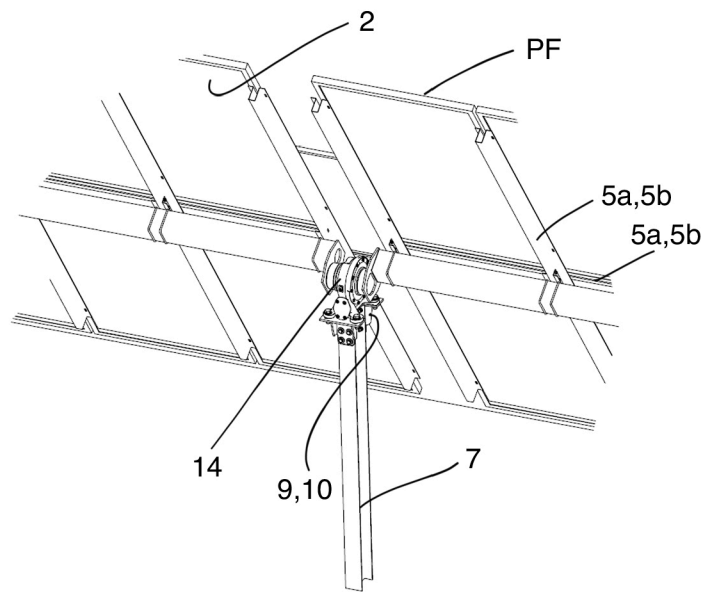
-el sistema de bloqueo (1) comprende una parte fija (1-1) y una parte móvil (1-2).

13. Sistema de bloqueo (1) para un seguidor solar según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

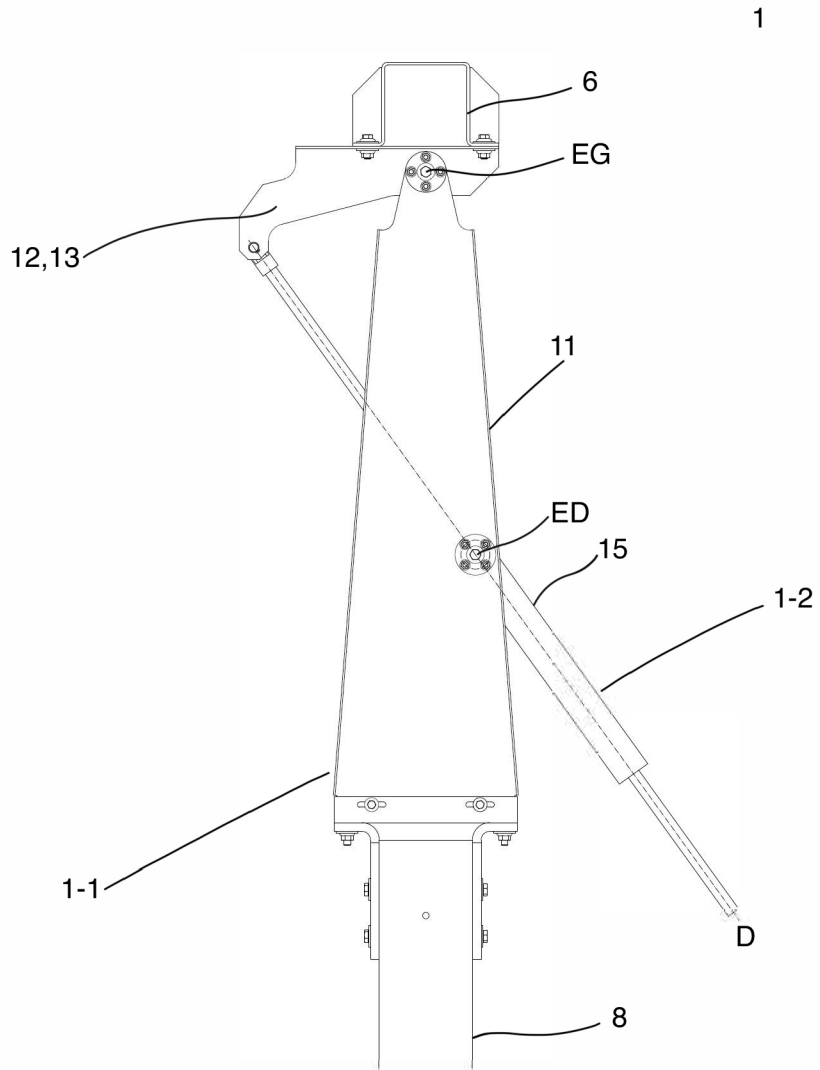
5



*Fig. 1*

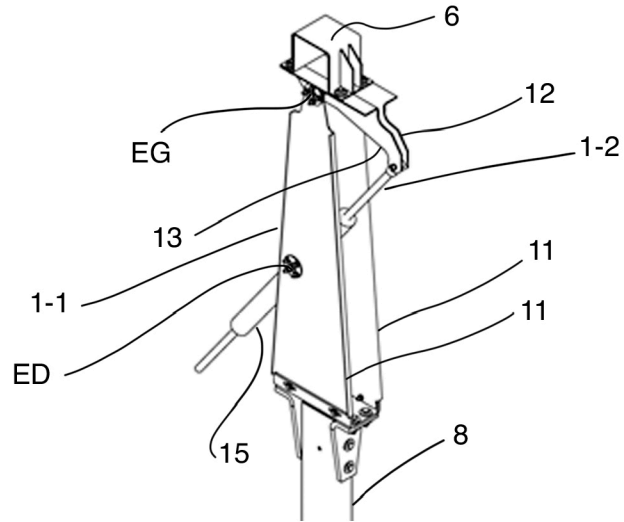


*Fig. 2*



*Fig. 3*





*Fig. 4*