

19



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 974 132**

21 Número de solicitud: 202430316

51 Int. Cl.:

F24S 50/20 (2008.01)
F24S 30/48 (2008.01)
F24S 23/77 (2008.01)
F03G 6/06 (2006.01)
F24S 30/20 (2008.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

22.04.2024

43 Fecha de publicación de la solicitud:

25.06.2024

71 Solicitantes:

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (100.0%)

**Avda. Ramiro de Maeztu 7
28040 Madrid (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

GONZÁLEZ PORTILLO, Luis Francisco;
ANTA BARRIO, Ángel;
ABBAS CÁMARA, Rubén;
RAMOS GESTEIRO, Carlos;
BARRIO TELLO, Luis Ignacio;
SÁNCHEZ MARTÍN, Víctor y
FRANCÉS ROGER, Airan

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

54 Título: **Helióstato móvil, sistema y método de captación de energía**

57 Resumen:

La invención se refiere a un helióstato móvil que comprende un trasladador (300) configurado para sostener el resto de elementos, controlar el ángulo azimutal y el desplazamiento del helióstato, que comprende un chasis (301), y al menos dos ruedas motrices coaxiales (307) dispuestas en un primer extremo del chasis (301), y al menos una rueda loca (310) dispuesta en un segundo extremo del chasis (301), opuesto a dicho primer extremo, de modo que el helióstato puede desplazarse de manera estable; un reflector (100) que comprende al menos un espejo (101), unido a una estructura de soporte (102) que comprende un eje de giro (107) respecto al chasis (301), definiendo un ángulo de elevación variable, y un elevador (200) que comprende un actuador (202) configurado para modificar el ángulo de elevación del conjunto reflector (100); un sistema de captación de energía que lo comprende y un método de captación de energía.

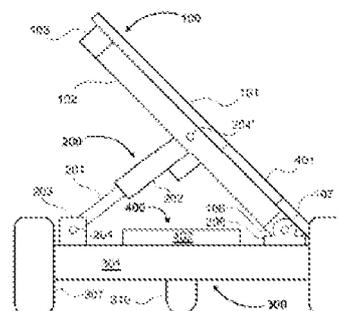


Figura 2

ES 2 974 132 A1

DESCRIPCIÓN

Helióstato móvil, sistema y método de captación de energía

5 SECTOR TÉCNICO

La presente invención se inscribe en el campo de las tecnologías de energía solar concentrada. Específicamente, la invención pertenece al sector técnico de los helióstatos, sistemas de seguimiento solar que se utilizan en las plantas de energía solar concentrada de torre central o equivalentes para dirigir la radiación solar hacia un receptor situado en una torre, optimizando así la captación de energía solar.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 La primera planta de energía termosolar de concentración de torre central, PS10, se construyó en España entre 2004 y 2007. Tanto la PS10 como el resto de plantas comerciales de torre central construidas desde entonces usan helióstatos con una serie de características similares: una estructura fijada al suelo sobre la cual se instala uno o varios espejos y un sistema de movimiento azimutal y de elevación para modificar su orientación con respecto al sol y así poder reflejar la radiación solar hacia un receptor situado generalmente en lo alto de una torre.

Ejemplos de este tipo de soluciones se describen por ejemplo en EP2515051A1 o EP2708832A1.

25 La solicitud EP2515051A1 describe un helióstato con un conjunto de espejos frontales orientados hacia el sol; un mecanismo de ajuste del ángulo de elevación controlado para hacer girar el conjunto de espejos alrededor de un eje horizontal con el fin de ajustar el ángulo de elevación del conjunto de espejos; un mecanismo de ajuste del ángulo de acimut controlado para hacer girar el conjunto de espejos alrededor de un eje vertical con el fin de ajustar el ángulo de acimut del conjunto de espejos; un sensor de alineación orientado hacia el conjunto de espejos y que envía señales de control del ángulo de elevación y señales de control del ángulo de acimut para controlar la dirección de reflexión del conjunto de espejos; un poste que se apoya fijamente en el suelo y soporta integralmente el conjunto de espejos, el mecanismo de ajuste del ángulo de elevación y el mecanismo de ajuste del ángulo de acimut

soportando la parte posterior del conjunto de espejos; y un brazo de soporte, en uno de cuyos extremos está montado el sensor de alineación, y cuyo otro extremo está fijado al poste. El brazo de soporte pasa a través de un hueco del conjunto de espejos bajo el espejo central, y de este modo el sensor de alineación sobresale hacia la parte delantera del espejo central, de tal forma que toda la luz reflejada del conjunto de espejos se controla para que incida en el objetivo del colector durante el movimiento del sol.

Mientras tanto, la solicitud EP2708832A1 describe un helióstato con un espejo y un eje primario fijo aproximadamente horizontal, alrededor del cual se inclina el espejo. El eje primario tiene un accionamiento lineal, un motor de accionamiento y un engranaje autoblocante. Un generador de impulsos está unido a una unidad de detección de posición de cambio incremental. El generador de impulsos está unido al motor de accionamiento y al engranaje. Se proporciona un almacenamiento de posición de nivel no volátil, que está conectado con el generador de impulsos para el almacenamiento de energía de la posición de cambio del espejo. Se incluye una reivindicación independiente para un sistema térmico solar con un receptor solar.

La disposición óptima de los helióstatos alrededor de la torre se ve afectada por numerosos factores, y un aspecto crítico a considerar es el efecto coseno, que se refiere a la variación en la eficiencia de la captación solar en función del ángulo incidente de la luz solar. Este efecto implica que la eficiencia de concentración solar de los helióstatos disminuye a medida que el ángulo entre los rayos solares y la normal a la superficie del helióstato aumenta. En consecuencia, a lo largo del día, algunos helióstatos tendrán una eficiencia significativamente reducida para concentrar la energía solar, debido a los cambios en la posición del sol y, por lo tanto, en los ángulos incidentes. Esta disminución en la eficiencia es inevitable en los helióstatos mencionados debido a su fijación al suelo.

Una manera de reducir el efecto coseno es desplazar los helióstatos alrededor de la torre por medio de un tren que se desplaza por encima de raíles, tal y como propone la patente US7380549B1. Dos cables son los encargados de controlar los ángulos de elevación y azimutal del concentrador solar. Sin embargo, uno de los principales problemas de esta invención es que los raíles de la parte trasera del campo tendrían una gran longitud, lo que conduciría a un elevado coste específico.

Para solucionar este problema, A. Pfahl y A. Rong, en su artículo “Low-cost movable heliostat”, presentado en 2020, exponen dos alternativas de helióstatos móviles con una superficie de espejos de 50 m² capaces de moverse alrededor de la torre sin necesidad de raíles. Para ello parten del concepto de helióstato de carrusel, a partir del cual describen una configuración con dos ruedas directrices y una motriz, y otra con tres ruedas omnidireccionales.

En el primero de los casos, indican que la estructura solo sería capaz de describir trayectorias circulares, por lo que no se podrían alcanzar los desplazamientos no-circulares necesarios para seguir con precisión el movimiento solar en determinados momentos del día.

Por su parte, el planteamiento con tres ruedas omnidireccionales presenta una mayor movilidad, basada en la capacidad de rotación del helióstato sobre su eje central. Sin embargo, los propios autores indican un aumento del coste en esta opción debido al uso de estas ruedas. Además, existen inconvenientes relacionados con este tipo de movimiento, como falta de tracción, elevados deslizamientos (que conducen a una reducción de la precisión de posicionamiento y al movimiento indeseado por efecto del viento) o excesivo ensuciamiento de las ruedas (diseñadas, generalmente, para su uso en interiores).

Los autores también indican que las dos alternativas propuestas necesitan que el terreno por el que se desplace el helióstato móvil esté nivelado y estabilizado, lo cual implica un sobre coste de obra civil cercano al 140%.

Existe, por tanto, la necesidad de nuevos desarrollos tecnológicos en el sector de los helióstatos, especialmente si se desea disminuir el efecto coseno mediante helióstatos móviles.

SUMARIO DE LA INVENCION

Por ello, la presente invención se refiere a una solución para la mejora en la captura de energía solar a través de helióstatos móviles que introduce cambios en el sistema de seguimiento con el objetivo de permitir una captación más efectiva de la energía solar a bajo coste y, así, una reducción en los costos de producción de energía térmica o eléctrica mediante energía solar concentrada.

En un primer aspecto de la invención, se describe un helióstato móvil. Dicho helióstato móvil comprende un trasladador, un reflector y un elevador.

5 El trasladador está configurado para sostener el resto de los elementos del helióstato, así como para controlar el ángulo azimutal y el desplazamiento del helióstato. Para ello, el trasladador comprende un chasis de soporte, y al menos dos ruedas motrices coaxiales y una rueda loca. Las al menos dos ruedas motrices coaxiales están dispuestas en un primer extremo del chasis mientras que la al menos una rueda loca se dispone en un segundo extremo del chasis, opuesto a dicho primer extremo.

10

La dirección principal está marcada por la dirección adquirida por el helióstato si las al menos dos ruedas motrices coaxiales se mueven ambas en el mismo sentido con la misma velocidad. Para modificar el ángulo azimutal del helióstato se puede modificar la velocidad de giro y/o el sentido de giro de alguna de las ruedas motrices coaxiales. Por tanto, el helióstato puede moverse en cualquier dirección y realizar giros. Como resultado, el helióstato móvil es capaz de desplazarse sobre terrenos con diferente topografía.

15

El reflector del helióstato comprende al menos un espejo capaz de reflejar la radiación solar hacia otro punto de interés. Dicho reflector se dispone unido a una estructura de soporte. Adicionalmente, el reflector comprende un eje de giro respecto al chasis del trasladador. De este modo, se puede definir un ángulo de elevación variable. Dicho ángulo de elevación puede ser modificado por un elevador presente en el helióstato y soportado sobre el trasladador. Específicamente, el elevador comprende un actuador configurado para dicho fin, es decir, modificar el ángulo de elevación del reflector.

20

Así, se puede aprovechar la capacidad de desplazamiento del helióstato móvil para ajustar con precisión el ángulo azimutal del espejo concentrador que, junto con el ajuste del ángulo de elevación, permite que la radiación solar reflejada en el espejo sea proyectada en un receptor térmico.

25

En un segundo aspecto de la invención, se describe un sistema de captación de energía.

Dicho sistema de captación de energía comprende un captador y al menos un helióstato móvil según lo descrito anteriormente. El captador energético está configurado para recibir la radiación solar reflejada por el espejo o concentrador, en un receptor térmico. Por su parte, el

30

al menos un helióstato está configurado para seguir una trayectoria en torno a dicho captador ajustando con precisión el ángulo azimutal del espejo concentrador a través de un sistema de ruedas y el ángulo de elevación mediante un sistema de inclinación, y reducir así el efecto coseno, de modo que la radiación solar, una vez reflejada en el espejo, sea proyectada hacia el receptor térmico.

El movimiento que sigue un helióstato móvil alrededor del captador de energía está directamente relacionado con la topografía del terreno, el cual puede ser no perfectamente horizontal. Esto es debido a que, para una misma posición del helióstato, los ángulos azimut y de elevación del helióstato móvil serán distintos en función de la inclinación del plano en el que se encuentra el helióstato.

En un tercer aspecto de la invención, se define un método de captación de energía solar empleando un sistema de captación. Dicho método de captación comprende las siguientes etapas:

- a. Disponer un primer helióstato orientado hacia el captador del sistema de captación de energía,
- b. Definir una primera trayectoria de desplazamiento y orientación (ángulos azimut y de elevación) del primer helióstato,
- c. Desplazar y orientar el primer helióstato según la primera trayectoria en torno al captador,
- d. Detectar la reflexión de dicho primer helióstato respecto al receptor a lo largo de la primera trayectoria,
- e. Determinar una segunda trayectoria que calibre la reflexión futura en base a la reflexión detectada del primer helióstato y/o en base a uno o varios datos informativos del helióstato,
- f. Disponer un segundo helióstato orientado hacia el receptor, y
- g. Desplazar y orientar el segundo helióstato según la segunda trayectoria.

Si bien la disposición de un segundo helióstato puede entenderse también como la disposición del primer helióstato nuevamente en el punto de inicio de la trayectoria para realizar un nuevo ciclo reflexión al día siguiente, también puede entenderse como la disposición de un conjunto de helióstatos móviles, los cuales, se desplazan a lo largo de una trayectoria común de manera secuencial, dando lugar a un primer y segundo helióstato que se desplazan en el mismo día.

El helióstato inicial o primer helióstato permite ir definiendo la efectividad de una trayectoria predefinida, donde se modifica el ángulo azimutal a lo largo del día y el año según la trayectoria y la topografía del terreno para llevar la dirección normal del espejo a la orientación
5 necesaria para una correcta reflexión de la radiación solar en el receptor. Este cambio de ángulo azimutal tendrá un efecto directo en la trayectoria del helióstato, con lo cual una ruta predefinida en un suelo completamente horizontal se puede ver modificada a través del cambio del ángulo azimutal del helióstato si el terreno tiene diferentes inclinaciones. Al variar el ángulo azimutal, también irá variando el ángulo de elevación con respecto al definido para
10 un suelo horizontal, de manera que el helióstato pueda concentrar la radiación en el receptor del captador. Las variaciones existentes a lo largo del terreno pueden generar una separación respecto a la trayectoria óptima, que puede ser determinada y ajustada en el siguiente ciclo de captación, ya sea durante la trayectoria de un segundo helióstato o durante la repetición del ciclo de captación del primer helióstato.

15 El objetivo de esta invención es reducir el coste de producción de energía termosolar de concentración a través de un incremento de eficiencia de concentración de la radiación solar en un receptor de un captador gracias a la reducción del efecto coseno, sin por ello incrementar el coste de los helióstatos y, a ser posible, reduciendo el coste de estos gracias
20 a una producción en serie y una instalación automática de los elementos más caros de la planta: los helióstatos. La presente invención logra superar las limitaciones existentes en el estado de la técnica para la captación solar aportando una solución económica y eficaz.

Una reducción de costes en la producción de energía termosolar de concentración tendría
25 beneficios en la red eléctrica, al poder integrar este tipo de plantas que normalmente cuentan con almacenamiento integrado y dotar así a la red de una generación eléctrica renovable con mayor fiabilidad y previsibilidad. Además, reduciría el coste de generación de calor de proceso para altas temperaturas, tan necesario en procesos industriales como la fabricación de vidrio que, a día de hoy, parece complicado de descarbonizar. Países con altos índice de irradiación
30 solar, como España, y, por ende, su industria y su red eléctrica, serían los grandes beneficiados de una reducción de costes como la sugerida gracias al invento propuesto.

LISTA DE REFERENCIAS

35 100 Reflector

- 101 Espejo
- 102 Estructura de soporte
- 107 Eje de giro
- 200 Elevador
- 5 201 Vástago
- 202 Actuador
- 203 Sujeción del eje de rotación
- 204 Eje de rotación
- 206 Rodamiento
- 10 300 Trasladador
- 301 Chasis
- 307 Rueda motriz coaxial
- 310 Rueda loca
- 400 Conjunto electrónico
- 15 401 Panel fotovoltaico
- 402 Carcasa de la electrónica

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 20 La Figura 1 muestra una vista de perfil de la realización de un helióstato móvil según la presente invención donde se muestra un trasladador formado por ruedas motrices coaxiales y una rueda loca, soportando un reflector formado por un espejo plano cuadrado, y un panel fotovoltaico.
- 25 La Figura 2 muestra una vista frontal de la realización de un helióstato móvil, según la realización de la figura 1 donde el elevador comprende un actuador para rotar el reflector respecto de un eje situado en una de sus aristas, con dos ruedas motrices coaxiales en la parte delantera y una rueda de apoyo centrada en la parte trasera.
- 30 La Figura 3 muestra un esquema de movimientos de una realización del sistema de captación de energía donde un helióstato móvil sigue una trayectoria óptima en sentido opuesto al movimiento del Sol, describiendo su movimiento a lo largo de un día, con tres posiciones representativas (mañana, mediodía, tarde).

La Figura 4 muestra un esquema de vectores en tres escenarios secuenciales representados por los subíndices (0, 1, 2) durante el proceso de reflexión y movimiento del reflector de un helióstato, bajo un sistema de coordenadas cartesiano tridimensional, donde se muestra la dirección del helióstato según el vector v , la normal del espejo según los vectores n , el ángulo azimutal (φ) y el ángulo de elevación (θ).

La Figura 5 muestra un esquema de una realización de la modificación de la trayectoria en el movimiento del helióstato a lo largo de un día según las particularidades del terreno.

10 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

En un primer aspecto de la solución, se describe un helióstato móvil que comprende un trasladador (300), un reflector (100) y un elevador (200).

15 El trasladador (300) está configurado para sostener el resto de los elementos del helióstato, controlar el ángulo azimutal y el desplazamiento del helióstato. Dicho trasladador (300) comprende un chasis (301) y, un sistema de ruedas, formado por al menos dos ruedas motrices coaxiales (307) dispuestas en un primer extremo del chasis (301), y al menos una rueda loca (310) dispuesta en un segundo extremo del chasis (301), opuesto a dicho primer extremo, de modo que el helióstato puede desplazarse de manera estable.

20 El reflector (100) comprende al menos un espejo (101), unido a una estructura de soporte (102) que comprende un eje de giro (107) respecto al chasis (301), definiendo un ángulo de elevación variable. El elevador (200) comprende un actuador (202) configurado para modificar el ángulo de elevación del conjunto reflector (100).

30 Para ilustrar la invención, se muestra en la Figura 1 la vista de perfil de una realización de helióstato móvil según la presente invención donde se muestra un trasladador (300) formado por ruedas motrices coaxiales (307) y una rueda loca (310), soportando un reflector (100) formado por un espejo (101) plano cuadrado. Para modificar el ángulo azimutal del helióstato se puede modificar la velocidad de giro y/o el sentido de giro de alguna de las ruedas motrices coaxiales (307). Por tanto, el helióstato puede moverse en cualquier dirección y realizar giros. El tipo de rueda será seleccionada según la topografía y el tipo de terreno para evitar elevados deslizamientos o excesivo ensuciamiento de las ruedas.

35

La Figura 2 muestra una vista frontal de esta realización de un helióstato móvil. Como se aprecia, el elevador (200) de esta realización particular comprende un actuador (202) lineal capaz de rotar el espejo (101) del reflector (100) respecto del eje de giro (107) situado en su arista inferior, con dos ruedas motrices coaxiales (307) en la parte delantera y una rueda loca (310), de apoyo, centrada en la parte trasera. En esta Figura 2, se muestra una realización particular, donde el espejo (101) es un espejo cuadrangular.

El actuador (202) lineal puede comprender un vástago (201) conectando un primer extremo del actuador (202) con el chasis (301) del trasladador (300) a través de una sujeción (203) y un segundo extremo del actuador (202) con la estructura de soporte (102) del reflector (100). Dichas conexiones pueden comprender un eje de rotación (204, 204') configurado para permitir la rotación del actuador (202) durante su extensión y contracción. De este modo, el actuador (202) puede estar configurado para definir un ángulo de elevación del reflector (100) entre 0 – 90°.

El reflector (100) puede girar en torno al menos un eje de giro (107) mediante rodamientos (206) de acuerdo al movimiento impulsado por el elevador (200). En la Figura 1 y 2, el actuador (202) es un actuador lineal, pero, alternativamente, podría emplearse un motor paso a paso o un servomotor.

En una realización particular, el helióstato móvil comprende un espejo (101) con una superficie inferior a 5 m², el cual puede ser a su vez plano. Preferiblemente, el helióstato es de pequeño tamaño (con una superficie reflectora menor de 5 m²), presentando así una serie de ventajas como la simplicidad de la estructura de soporte (102) que evita canteos complejos necesarios en helióstatos grandes, menores cargas debidas al viento, y una mayor facilidad a la hora de su transporte de la fábrica a la planta termosolar de concentración, a la cual puede llegar directamente ensamblado. Es decir, una superficie del espejo (101) pequeña, inferior a 5 m², permite una correcta reflexión sin canteo o con canteo mínimo.

En una realización particular, el espejo (101) puede ir unido mediante un pegamento, si bien, alternativamente, puede ser empleado cualquier otro método de unión que no interfiera con la superficie reflectiva del espejo a una estructura de soporte (102).

Una de las grandes desventajas de los helióstatos más pequeños, como es la necesidad de un mayor número de helióstatos para conseguir la misma área total de espejo (y su

consiguiente mayor trabajo de instalación y cableado), queda anulada en este caso gracias a la autonomía y capacidad de desplazamiento planteadas para los helióstatos móviles según la presente invención.

5 En una realización particular, como la mostrada en las Figuras 1 y 2, el helióstato comprende además un sistema electrónico (400) configurado para controlar el desplazamiento de dicho helióstato. De este modo, en una realización particular, cada una de las al menos dos ruedas motrices coaxiales (307) está alimentada por un motor dirigido por el sistema electrónico (400) del helióstato, localizado en una carcasa electrónica (402). El sistema electrónico puede
10 comprender además un panel fotovoltaico (401), el cual, alimenta a una batería que puede aportar la energía suficiente para desplazar un motor conectado a cada rueda motriz coaxial (307). La presencia de una batería permite capacitar de autonomía energética al helióstato.

Para calibrar la correcta reflexión del helióstato móvil, el helióstato puede comprender un
15 sistema de transmisión de datos Wireless de manera tal que un sistema remoto que esté evaluando la reflexión del helióstato pueda comunicarle el movimiento que ha de hacer a lo largo del día. Para mejorar la información disponible para optimizar la reflexión, el helióstato móvil puede contener medios de posicionamiento, tales como un sistema de posicionamiento latitud/longitud, un sistema de indicación de inclinación del espejo y/o la plataforma, y/o un
20 sistema de orientación. En una realización particular estos sistemas pueden ser tipo GPS, tipo giróscopo y tipo brújula. En otra realización alternativa, el heliostato puede comprender una o varias cámaras, dispuesta de modo que podrían dar información equivalente a los sistemas anteriores.

25 Los componentes mecánicos del helióstato no suponen un gran coste tratándose de perfiles mayormente estándar de acero o aluminio. La parte electrónica es de las partes más baratas siendo su coste potencialmente reducido con el tiempo siguiendo la ley de Moore. El espejo (101) es preferiblemente lo más sencillo posible también para evitar sobrecostes. En este sentido, en una realización particular, el espejo (101) es un espejo plano. Todos los
30 componentes son resistentes al agua y los componentes más sensibles, como la electrónica, están protegidos contra la humedad. Adicionalmente, el helióstato móvil está diseñado de modo que se puede fabricar en serie y trasladarse ya construido a la planta de captación de energía.

En un segundo aspecto de la invención, se describe un sistema de generación de energía que comprende al menos un helióstato como el descrito previamente, y un captador con un receptor térmico.

5 La Figura 3 muestra un esquema de movimientos de una realización del sistema de captación de energía donde un helióstato móvil sigue la trayectoria del Sol, describiendo su movimiento a lo largo de un día, con tres posiciones representativas (mañana, mediodía, tarde). En este caso, se representa un escenario orientativo en el que el Sol describe su movimiento a lo largo de un día, con tres posiciones representativas (mañana, mediodía, tarde). El helióstato recorre
10 una trayectoria (no necesariamente circunferencial) en sentido opuesto al movimiento del Sol, para incrementar la radiación incidente sobre el espejo, reduciendo las pérdidas por efecto coseno.

En una realización con un conjunto de helióstatos, cada helióstato móvil comenzará el día con
15 una trayectoria o ruta predefinida calculada para su optimización. La ruta de cada helióstato irá rodeando al captador de energía situado por ejemplo en una torre y está definida por una posición, una orientación (ángulo azimutal) y un ángulo de elevación del espejo.

Como se muestra en esta Figura 3, el al menos un helióstato móvil del sistema de captación
20 se moverá alrededor de un captador, representado en esta Figura como una torre. En una realización particular, el sistema de captación de energía está situado en lo alto de una torre para recibir la radiación reflejada por el espejo (101).

Preferiblemente, el sistema comprende varios helióstatos móviles que van recorriendo la
25 trayectoria junto con otros muchos helióstatos iguales. A lo largo de este desplazamiento, el elevador (200) de cada helióstato, mostrado en la figura como un actuador (202) lineal, cambia el ángulo de elevación del espejo (101) según la altura del Sol, mientras que el trasladador (300) controla el ángulo azimut y el desplazamiento.

30 La trayectoria que debe seguir un helióstato móvil para reflejar correctamente la radiación solar en el receptor está directamente relacionada con la topografía del terreno, que no será perfectamente horizontal. Esto es debido a que, para una misma posición del helióstato, los ángulos azimut y de elevación del helióstato móvil serán distintos en función de la inclinación del plano en el que se encuentra el helióstato.

35

La Figura 4 sirve para ilustrar la reflexión de la radiación de un helióstato colocado sobre un terreno horizontal frente a uno colocado en un terreno con una inclinación exagerada para facilitar la comprensión del concepto. Para ello, se muestra un esquema de vectores en tres escenarios secuenciales representados por los subíndices (0, 1, 2) durante el proceso de reflexión y movimiento del reflector de un helióstato, bajo un sistema de coordenadas cartesiano tridimensional, donde se muestra la dirección del helióstato según el vector v , la normal del espejo según los vectores n , el ángulo azimutal (φ) y el ángulo de elevación (θ).

Para una posición dada del helióstato y una posición dada del sol, el espejo (101) tiene una dirección normal n_0 (con dirección (1,0,1) en el ejemplo de la Figura 4) para reflejar la radiación solar en el receptor térmico. Dicha dirección coincide con la bisectriz entre el rayo que llega del sol y el reflejado al receptor.

En el escenario 0, la dirección del helióstato sobre el terreno horizontal es v_0 - con dirección (0,-1,0) -, lo que implica que para conseguir la normal n_0 , los ángulos azimutal y de elevación del espejo han de ser $\varphi_0=0^\circ$ y $\theta_0=45^\circ$. Si repentinamente, durante su desplazamiento, el helióstato se encontrara con un terreno perpendicular a su dirección (un plano ZX), la dirección del helióstato en el escenario 1 pasaría a ser $v_1=(0,0,1)$ y la normal al espejo, $n_1=(1,1,0)$, la cual estaría apuntando en una dirección distinta a n_0 (y por tanto errónea) de mantenerse los ángulos azimutal y de elevación constantes ($\varphi_1=0^\circ$ y $\theta_1=45^\circ$). Para volver a tener el espejo con una reflexión correcta, es decir, volver a conseguir una normal al espejo $n_2=n_0$, la dirección del helióstato en el escenario 2 deberá virar hasta una dirección $v_2=(-1,0,1)$, es decir, modificar su ángulo azimutal de $\varphi_1=0^\circ$ a $\varphi_2=-90^\circ$, y modificar su ángulo de elevación de $\theta_1=45^\circ$ a $\theta_2=90^\circ$.

En una realización particular, la trayectoria y orientación introducidas en cada helióstato del conjunto se calculan inicialmente para optimizar la radiación que recibe el receptor en un terreno completamente horizontal. En otra realización particular, se tiene en cuenta la topografía del terreno para calcular estas trayectorias óptimas. En cualquier caso, para asegurar una correcta reflexión de la radiación solar del helióstato en el receptor será necesario una calibración continua del sistema. Es decir, será necesario comprobar que la normal al espejo tiene la dirección correcta y, en caso contrario, corregirla mediante las variables controlables del helióstato, en este caso trayectoria, ángulo azimutal y ángulo de elevación.

En una realización particular, el sistema de captación de energía, dispuesto preferiblemente en una torre, comprende además un detector, por ejemplo, un sistema tipo cámara. Dicho detector está configurado para determinar la dirección de reflexión de al menos un helióstato. Adicionalmente, dicho detector puede estar configurado, además, para calibrar la ruta de desplazamiento de un helióstato modificando ligeramente la trayectoria y orientación (incluyendo ángulos de elevación y azimut) que debería de tener para reflejar correctamente la radiación solar en el receptor, y enviarle esta información de calibración al helióstato.

En otra realización particular, el medio de posicionamiento, por ejemplo, una de las cámaras, del helióstato y un detector, por ejemplo, situado en la torre, del sistema de captación de energía trabajan en conjunción para detectar la dirección de reflexión de un helióstato y poder calibrar/corregir trayectoria y orientación (incluyendo ángulos de elevación y azimut) en caso de que la radiación que le llega al receptor no fuera la esperada.

La Figura 5 muestra un esquema de una realización de la calibración de la trayectoria en el movimiento del helióstato a lo largo de un día según las particularidades del terreno. La línea discontinua simboliza un movimiento ideal en un terreno completamente horizontal, mientras que la línea continua refleja una posible calibración del desplazamiento para corregir la dirección normal del espejo necesaria para una correcta reflexión de la radiación solar debido a singularidades del terreno (inclinaciones, baches...). Esta corrección del desplazamiento vendrá de la mano de una corrección del ángulo de elevación y azimut de acuerdo a lo explicado anteriormente con la Figura 4.

El movimiento de cada uno de los helióstatos puede definirse por la calibración de la trayectoria. Es decir, en una realización particular, un primer helióstato discurre a lo largo de una trayectoria, en torno a un captador de energía, de modo que el detector del sistema de captación puede determinar una trayectoria calibrada y ser utilizada en el siguiente ciclo de captación, ya sea por un segundo helióstato o por el propio helióstato al día siguiente.

En un tercer aspecto, se describe un método para la obtención de energía solar empleando un sistema de captación de energía como el descrito previamente. Dicho método comprende las siguientes etapas, que se repetirán en bucle:

- a) Disponer un primer helióstato orientado hacia el captador del sistema de captación de energía

- b) Definir una primera trayectoria de desplazamiento y orientación (ángulos azimut y de elevación) del primer helióstato,
- c) Desplazar y orientar el primer helióstato según una primera trayectoria en torno al captador,
- 5 d) Detectar la reflexión de dicho primer helióstato respecto al receptor a lo largo de la primera trayectoria,
- e) Determinar una segunda trayectoria que calibre la reflexión futura en base a la reflexión detectada del primer helióstato y/o en base a uno o varios datos informativos del helióstato,
- 10 f) Disponer un segundo helióstato orientado hacia el receptor, y
- g) Desplazar y orientar el segundo helióstato según la segunda trayectoria.

Esta corrección/calibración de la trayectoria puede realizarse en cada punto de la trayectoria seguida por cada helióstato para discernir si está apuntando correctamente al receptor del captador, representado en forma de torre. En caso de que así fuera, la ruta en ese punto sería correcta. En caso contrario, la ruta (incluyendo posición, orientación y elevación) para ese punto es modificada, tal y como se ejemplificaba en la Figura 5, de cara a que, al día siguiente, o al paso de un segundo helióstato, sí sea correcta la reflexión.

20 Para llevar a cabo la calibración de la ruta, se podrá realizar un análisis de los datos obtenidos del sistema dando como resultado dónde está el helióstato y dónde está apuntando en ese momento. Estos datos, junto con otros que pueda aportar el helióstato mediante sistemas que integre como un sistema de posicionamiento latitud longitud, un sistema de indicación de inclinación del espejo y/o de la plataforma y/o un sistema de orientación, permitirán calibrar la

25 ruta para el siguiente ciclo del conjunto formado por el al menos un helióstato móvil.

El cambio en la posición y en el ángulo azimutal del segundo helióstato o del día siguiente conllevará un cambio en el ángulo de elevación tal y como se explicó anteriormente. Este método de calibración/corrección continua será especialmente necesario durante la puesta en

30 marcha de la planta, pero también durante su funcionamiento dado el potencial cambio de la topografía de la planta (cuyo suelo puede haber sido previamente tratado o no) y de los mecanismos del propio helióstato, donde pequeños desajustes pueden provocar grandes diferencias a la hora de una correcta concentración de la radiación solar en el receptor. El monitoreo continuo de la reflexión del helióstato mediante el detector permite adaptar su

35 movimiento a estas variaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un helióstato móvil caracterizado por que comprende:
 - a. Un trasladador (300) configurado para sostener el resto de los elementos del helióstato, controlar el ángulo azimutal y el desplazamiento del helióstato, que comprende:
 - i. Un chasis (301), y
 - ii. Al menos dos ruedas motrices coaxiales (307) dispuestas en un primer extremo del chasis (301), y al menos una rueda loca (310) dispuesta en un segundo extremo del chasis (301), opuesto a dicho primer extremo;
 - b. Un reflector (100) que comprende al menos un espejo (101), unido a una estructura de soporte (102) que comprende un eje de giro (107) respecto al chasis (301), definiendo un ángulo de elevación variable, y
 - c. Un elevador (200) que comprende un actuador (202) configurado para modificar el ángulo de elevación del conjunto reflector (100).
2. El helióstato móvil según la reivindicación 1, donde el espejo (101) del conjunto reflector (100) es un espejo plano.
3. El helióstato móvil según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, donde la superficie del al menos un espejo (101) es inferior a 5m^2 .
4. El helióstato móvil según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde el actuador (202) del elevador (200) comprende un vástago (201) conectando un primer extremo con el chasis (301) del soporte trasladador (300) y un segundo extremo con la estructura de soporte (102) del conjunto reflector (100), donde la conexión del primer y segundo extremo comprende un eje de rotación (204, 204') configurado para permitir la rotación del actuador (202) durante su extensión y contracción.
5. El helióstato móvil según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde el actuador (202) del elevador (200) comprende un motor paso a paso.
6. El helióstato móvil según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde el actuador (202) del elevador (200) comprende un servomotor.

7. El helióstato móvil, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde el actuador (202) está configurado para definir un ángulo de elevación en un intervalo entre 0° y 90°.
- 5 8. El helióstato móvil según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde el helióstato comprende, además, un sistema electrónico (400) configurado para controlar el desplazamiento del helióstato.
- 10 9. El helióstato según la reivindicación 8, donde cada rueda motriz (307) está controlada por un motor dirigido por el sistema electrónico (400).
- 15 10. El helióstato según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 9, donde el sistema electrónico (400) del helióstato comprende además una batería y una placa fotovoltaica.
- 20 11. Un sistema de captación de energía caracterizado por que comprende:
- un captador que comprende un receptor térmico y
- al menos un helióstato según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 configurado para seguir una trayectoria en torno a dicho captador de modo que la radiación solar, una vez reflejada en el espejo (101) sea proyectada hacia dicho receptor térmico.
- 25 12. El sistema de captación de energía según la reivindicación 11, donde el sistema de captación de energía comprende además un detector, configurado para determinar la dirección de reflexión de un helióstato.
- 30 13. El sistema de captación de energía según la reivindicación 12, donde el detector está configurado, además, para determinar una nueva ruta de desplazamiento y orientación de un helióstato.
14. Un método de captación de energía solar empleando un sistema de captación según la reivindicación 10 a 13, caracterizado por que comprende las etapas:
a. Disponer un primer helióstato orientado hacia el captador del sistema de captación de energía,

- b. Definir una primera trayectoria de desplazamiento y orientación del primer helióstato,
- c. Desplazar y orientar el primer helióstato según la primera trayectoria en torno al captador,
- 5 d. Detectar la reflexión de dicho primer helióstato respecto al receptor a lo largo de la primera trayectoria,
- e. Determinar una segunda trayectoria que calibre la reflexión futura en base a la reflexión detectada del primer helióstato y/o en base a uno o varios datos informativos del helióstato,
- 10 f. Disponer un segundo helióstato orientado hacia el receptor, y
- g. Desplazar y orientar el segundo helióstato según la segunda trayectoria.

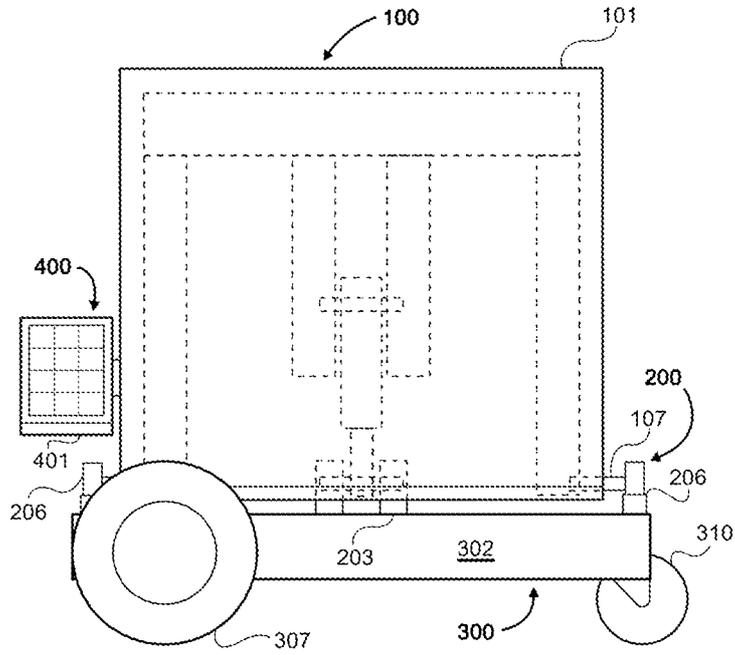


Figura 1

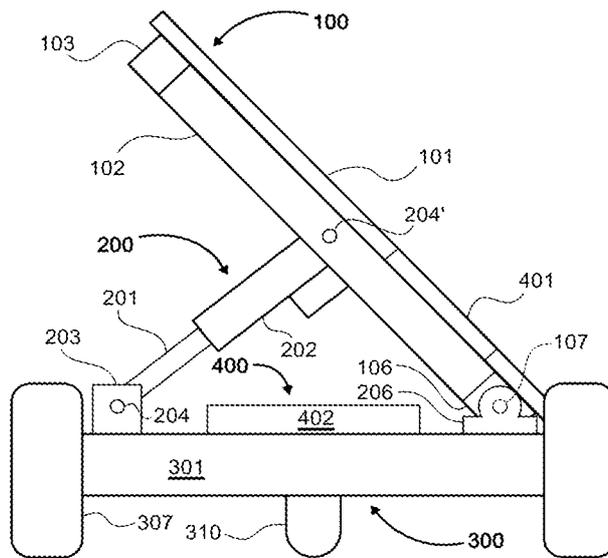


Figura 2

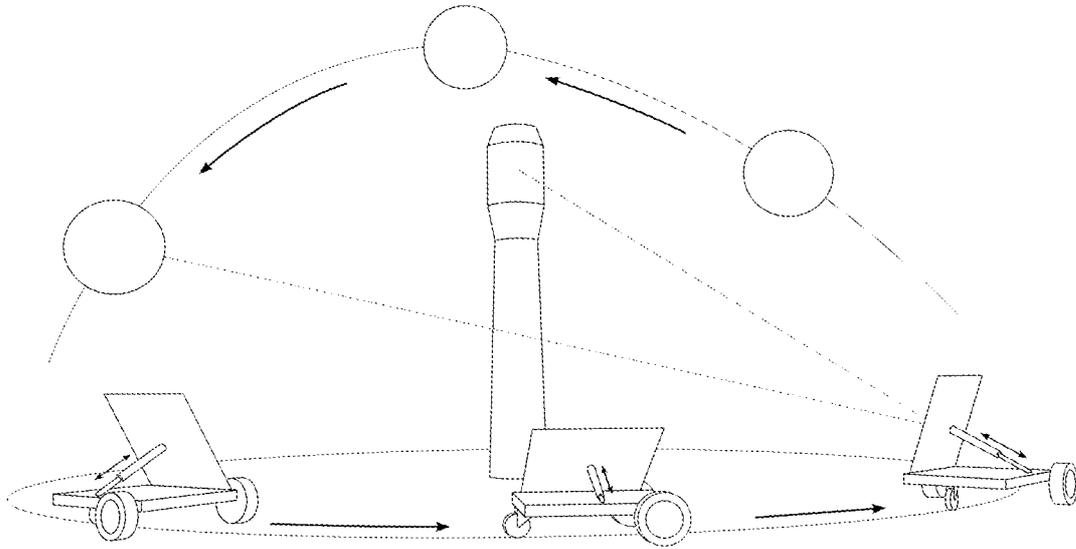


Figura 3

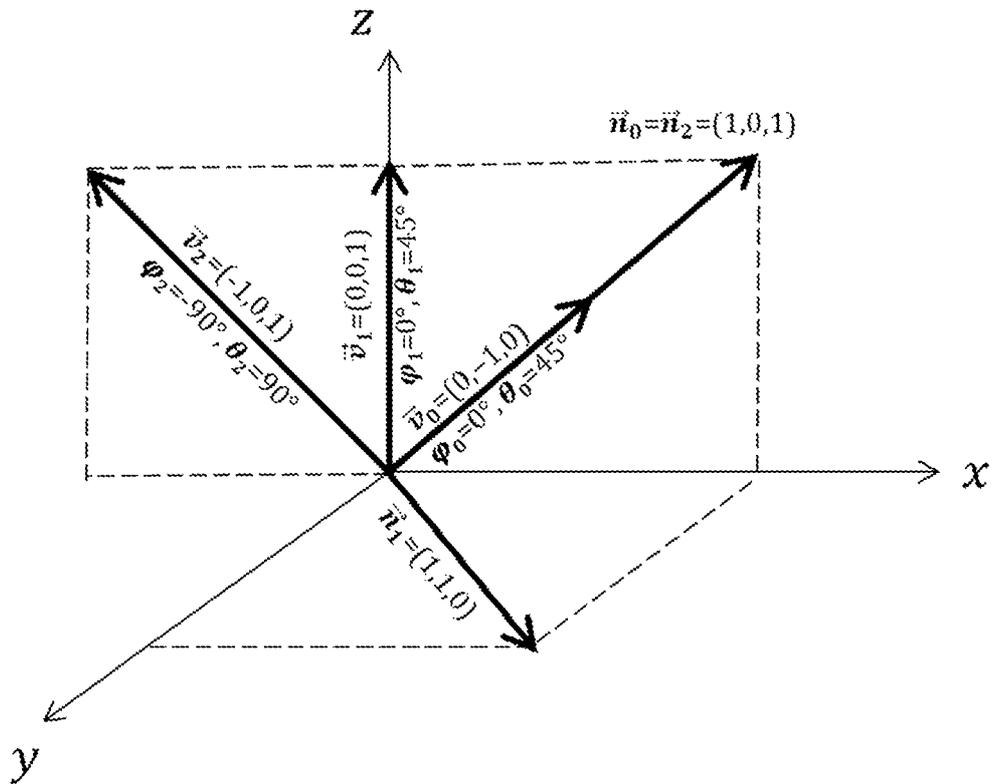


Figura 4



Figura 5



- ②① N.º solicitud: 202430316
②② Fecha de presentación de la solicitud: 22.04.2024
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤ Int. Cl. : Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑥⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X Y	DE 102018203030 A1 (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT) 29/08/2019, todo el documento.	1-11 12-14
Y A	DE 102020125045 A1 (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT) 31/03/2022, todo el documento.	12-14 1-10
A	US 2015207005 A1 (FENG AIGUO) 23/07/2015, párrafos [49-52]; figuras.	1, 14
A	US 5058675 A (TRAVIS ELMER E) 22/10/1991, todo el documento.	1
A	CN 202057063 U (WEIDONG HUANG) 30/11/2011, todo el documento.	1
A	US 5787878 A (RATLIFF JR GEORGE D) 04/08/1998, todo el documento.	1

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones n.º:

Fecha de realización del informe
14.06.2024

Examinador
J. Merello Arvilla

Página
1/2

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

F24S50/20 (2018.01)

F24S30/48 (2018.01)

F24S23/77 (2018.01)

F03G6/06 (2006.01)

F24S30/20 (2018.01)

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

F24S, F03G

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

SEARCH