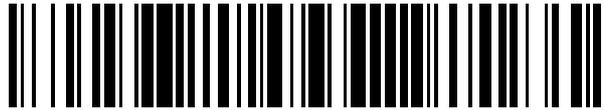


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 957**

21 Número de solicitud: 201830073

51 Int. Cl.:

F24S 50/20 (2008.01)
H02S 20/32 (2014.01)
G01S 3/786 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

26.01.2018

43 Fecha de publicación de la solicitud:

28.09.2018

71 Solicitantes:

**CENTRO DE INVESTIGACIONES ENERGÉTICAS,
MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLÓGICAS
(CIEMAT) (51.0%)**
Avda. Complutense, 40
28040 Madrid ES y
UNIVERSIDAD DE ALMERÍA (49.0%)

72 Inventor/es:

BONILLA CRUZ, Javier;
FERNÁNDEZ RECHE, Jesús;
GARCÍA NAVAJAS, Ginés y
LÓPEZ CARBALLO, José Antonio

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

54 Título: **SISTEMA DE CAPTACIÓN SOLAR MEDIANTE TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL**

57 Resumen:

La presente invención da a conocer un método y un colector solar del tipo que comprende un con centrador para captar energía solar y transmitida a un receptor, el con centrador disponiendo, además de un actuador para modificar su orientación. Dicho concentrador dispone de un control avanzado que consiste en obtener mediante una cámara asociada al receptor una imagen de orientación; identificar en la imagen de orientación las posiciones del sol y del receptor; y modificar, mediante el actuador, la orientación del concentrador a partir de las posiciones del sol y del receptor obtenidas de la imagen de orientación.

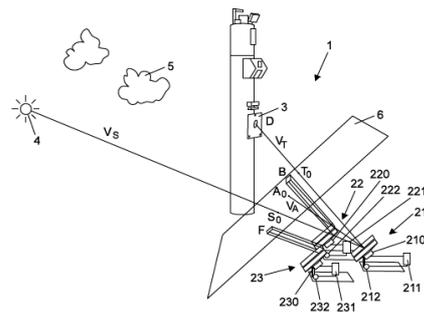


FIG. 1

ES 2 683 957 A1

SISTEMA DE CAPTACIÓN SOLAR MEDIANTE TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL

DESCRIPCIÓN

Campo de la invención

5 Las tecnologías de energía solar transforman la radiación solar en otro tipo de energía aprovechable mediante captadores solares, por lo tanto, conocer la disponibilidad y la naturaleza de la fuente de energía es un factor clave. Es conocido que la posición relativa del sol en el cielo cambia continuamente por lo que numerosos sistemas, aplicados al ámbito de la energía solar, han de disponer de un mecanismo que controle la alineación de los sistemas con el sol y los oriente, dichos mecanismos son conocidos en la técnica como seguidores solares. Aunque el cambio de posición relativa del sol es la principal perturbación del sistema, otras perturbaciones actúan sobre el sistema como el paso de nubes, suciedad, viento, sombras y bloqueos, distribución de flujo sobre receptor, calibración del sistema y errores de comunicación

10 La presente invención se refiere a un novedoso sistema para el seguimiento solar activo, de captadores solares mediante técnicas de visión artificial.

En particular, la presente invención se refiere a captadores de energía solar y a los métodos de control de dichos captadores solares para optimizar la cantidad de energía solar aprovechada.

Antecedentes de la invención

Existen sistemas de control de captadores mediante seguimiento a un eje y a dos ejes, en función del número de ejes de rotación de los que estén provistos. Los seguidores solares se pueden clasificar en cuanto al tipo de control como seguidores solares pasivos y activos. Los seguidores solares pasivos, generalmente están compuestos por un par de actuadores que trabajan uno contra otro, empleando comúnmente la expansión térmica provocada por las diferentes condiciones de la radiación solar de tal forma que orientan el sistema de manera que la cantidad de radiación solar sobre ambos sea la misma. Los seguidores solares activos pueden clasificarse según se basen en: sensores electro-óptico en fecha/hora y en células solares bifaciales, o basados en una combinación de estos tres sistemas. En cuanto al control de los seguidores solares activos, se pueden encontrar tanto controladores de bucle cerrado como de bucle abierto. Los controladores de bucle cerrado se basan en la retro alimentación transferida por sensores. Por otro lado, un controlador de bucle abierto estima sus entradas utilizando sólo el estado actual, sin utilizar retroalimentación para determinar si sus entradas han alcanzado el objetivo deseado, por lo que este es más simple que el controlador de bucle

cerrado, pero no puede corregir ningún error y no puede contrarrestar las perturbaciones en el sistema.

Respecto a los seguidores solares de control activo, que son los más empleados, los sistemas basados en el conocimiento de la fecha y hora, calculan la posición solar según ecuaciones solares que necesitan los datos de tiempo y localización geográfica como entradas y posicionan los ejes mediante la lectura de las posiciones angulares de los mismos y el empleo de actuadores eléctricos o neumáticos. La exactitud de este sistema está muy condicionada por aberraciones constantes. Por otro lado, los sistemas de células solares bifaciales y los sistemas de sensores electroópticos son independientes del tiempo y la ubicación, pero sólo pueden obtener la posición solar relativa y controlar los sistemas solares cuyo eje óptico debe ser paralelo al vector solar (discos parabólicos o seguidores fotovoltaicos).

A pesar de esta gran variedad, no son conocidos sistemas de seguimiento solar con capacidad de adaptarse automáticamente a cualquier tecnología solar, independiente del tiempo, la localización geográfica, con gran autonomía, capaces de informar y eliminar o minimizar el resto de problemas que presenta el seguimiento solar para sistemas de concentración como los descritos en el primer párrafo de la presente sección.

Descripción de la invención

La presente invención da a conocer un sistema que soluciona los problemas de la técnica anterior mediante la utilización de técnicas de visión artificial para realizar el control de los concentradores.

En concreto, la presente invención da a conocer un Sistema captador solar del tipo que comprende:

- un receptor;
- una serie de concentradores con capacidad de orientación destinados a reflejar radiación solar hacia el receptor disponiendo dichos concentradores de un eje óptico;
- una cámara asociada a al menos un concentrador de la serie de concentradores que capta una imagen de orientación;
- un controlador de la orientación del concentrador asociado a la cámara;

en el que el controlador recibe la imagen de orientación que comprende la posición del sol y por que el controlador determina la posición del sol y calcula la orientación del concentrador a partir de dicha posición del sol.

5 Preferentemente, la imagen de orientación comprende la posición del receptor y el controlador calcula la orientación del concentrador en función a la posición del receptor.

En un ejemplo de realización, el eje de orientación de la cámara coincide con el eje óptico del concentrador.

10 Más preferentemente, la orientación es calculada de manera que el ángulo entre la posición del sol y el eje óptico es igual al ángulo entre un punto del receptor y el eje óptico. Incluso, el receptor se puede disponer alineado con el eje óptico permanentemente mediante tornillos, soldadura o cualquier otro mejor de fijación entre ellos.

15 Para poder identificar el receptor en la imagen de orientación, la presente invención contempla que el receptor disponga de marcas que puedan ser identificables mediante la imagen de orientación, por ejemplo, marcas de un color y/o forma predefinidos.

20 En una realización a modo de ejemplo, la orientación es calculada de manera que el ángulo formado por la posición del sol y el eje óptico es igual al ángulo formado por el centro geométrico del receptor y el eje óptico. Por ejemplo, la orientación puede ser calculada mediante la intersección de un vector entre el concentrador y el sol en un plano de referencia y la intersección de un vector formado por el concentrador y un punto del receptor en el plano de referencia. Más en concreto, la orientación puede ser calculada de modo que la intersección del eje óptico sobre el plano de referencia corresponde al punto medio entre la intersección del vector entre el concentrador y el sol y el vector entre el concentrador y el receptor.

25 En una realización preferente, la orientación es calculada de manera que el eje óptico sobre el plano de referencia, el vector solar y el receptor sean coincidentes.

30 Se pueden aplicar diferentes técnicas para la determinación de la detección del sol, del receptor y el ajuste de las diferentes orientaciones como, por ejemplo, segmentación de imagen, inteligencia artificial (redes neuronales, deep learning, reconstrucción 3D, etc.). Dicha inteligencia artificial requiere que el controlador sea entrenado con una serie de imágenes que comprenden el sol y/o el receptor. Alternativamente, el controlador puede ser entrenado con una serie de imágenes que comprenden nubes y/o con una serie de imágenes que

comprenden objetos que provocan sombras y bloqueos y puede configurar la orientación de los colectores en función de la posición del sol y el receptor y puede ajustarse en función de posiciones de sombras y bloqueos, o de la distribución de radiación solar en el receptor en caso de que exista una radiación excesiva en determinadas zonas del mismo.

5 Por otra parte, la presente invención da a conocer un método de control de un captador solar del tipo que comprende un concentrador para captar energía solar y transmitirla a un receptor, el concentrador disponiendo, además de un actuador para modificar su orientación, en el que el método comprende:

- obtener mediante una cámara asociada al receptor una imagen de orientación;
- 10 • identificar en la imagen de orientación las posiciones del sol y del receptor;
- modificar, mediante el actuador, la orientación del concentrador a partir de las posiciones del sol y del receptor obtenidas de la imagen de orientación.

Preferentemente, en el método de la presente invención el concentrador dispone de un eje óptico, la cámara dispone de un eje óptico y el eje óptico de la cámara coincide con el
15 eje óptico del concentrador.

En una realización, la orientación del concentrador está definida como la orientación en la que el eje óptico del concentrador es el punto medio entre la posición del sol y la posición del receptor. Por ejemplo, la orientación del concentrador se puede determinar mediante inteligencia artificial tal y como redes neuronales, deep learning, y/o reconstrucción 3D.

20 En otras realizaciones, la posición del sol se determina mediante técnicas de segmentación en la imagen de orientación y el control del concentrador se realiza igualmente en base a dichas técnicas.

En un ejemplo, la posición del sol es el centro geométrico de la zona que dispone de mayor brillo en la imagen de orientación.

25 En una realización preferente, el sistema captador comprende una pluralidad de concentradores y cada uno de ellos dispone de un actuador y un controlador.

Preferentemente, el método de la presente invención comprende detectar el paso de nubes y ajustar la posición del concentrador en función del paso de dichas nubes.

30 En realizaciones particulares de la presente invención el método comprende determinar una medida de la reflectividad o atenuación por suciedad del captador a partir de

la imagen de orientación. Por otra parte, de la imagen de orientación se puede detectar y modificar la posición del concentrador en función de las sombras o bloqueos detectados.

Preferentemente, el método de la presente invención incluye medir zonas de radiación solar concentrada excesiva en el receptor y modificar la posición del concentrador en función de dichas zonas de radiación solar excesiva. La medición de zonas de radiación solar concentradas se puede realizar mediante el análisis de la imagen de orientación.

Preferentemente, el control del concentrador se realiza junto con métodos tradicionales para crear un sistema de control en bucle cerrado.

Adicionalmente, la presente invención se refiere a un captador solar del tipo que comprende una superficie de captación solar, un mecanismo de seguimiento solar para modificar la orientación del captador y una cámara en el que el eje óptico de dicha cámara coincide con el eje óptico de la superficie de captación solar.

Preferentemente, el captador puede estar dotado de un controlador destinado a recibir una imagen de orientación de la cámara y a definir la orientación del mecanismo de seguimiento solar a partir de la imagen de orientación.

Más preferentemente, la orientación del mecanismo de seguimiento solar se determina mediante inteligencia artificial, por ejemplo, mediante redes neuronales, deep learning y/o reconstrucción 3D.

En otras realizaciones de la presente invención, el controlador determina la posición del sol a partir de la imagen de orientación mediante técnicas de segmentación en la imagen de orientación.

En una realización, la posición del sol es el centro geométrico de la zona que dispone de mayor brillo en la imagen de orientación.

En particular, el captador es, por ejemplo, un captador fotovoltaico.

En un ejemplo, la superficie de captación solar es una superficie plana y el eje de orientación de la superficie de captación solar coincide con un vector normal de la superficie de orientación.

Breve descripción de las figuras

En las figuras adjuntas se muestran, de manera ilustrativa y no limitativa, ejemplos de realización del sistema según la presente invención, en las que:

- La figura 1 muestra un primer ejemplo de realización en el que se aplica un control de la orientación de los concentradores (heliostatos) en un sistema captador de energía solar de concentración tipo torre central.
- 5 - La figura 2 muestra otro ejemplo de realización en el que se aplica un control de la orientación de los concentradores en un sistema captador de energía solar concentrada tipo canal parabólico (CCP).
- La figura 3 muestra otro ejemplo de realización en el que se aplica el sistema a captadores que siempre tiene su receptor alineado con su eje óptico, como por ejemplo
10 discos parabólicos y colectores planos con seguimiento para energía fotovoltaica.
- La figura 4 muestra un ejemplo de una serie de imágenes de orientación basadas en técnicas de segmentación según la presente invención.

Descripción detallada de un modo de realización

La presente invención soluciona los problemas de los sistemas de la técnica anterior
15 mediante la utilización de técnicas de visión artificial para realizar un control de colectores solares que requieren seguimiento solar.

En un ejemplo de realización ilustrado en la figura 1, se muestra un sistema compuesto por concentradores solares (21, 22, 23), por ejemplo, de tipo heliostato para captadores de torre central, estando al menos parte de ellos dotados de una cámara (210, 220, 230) y un
20 controlador (211, 221, 231) que, por ejemplo, podrían ejecutarse en un microprocesador. El sistema además cuenta con uno o varios receptores (3) ubicados en una o varias torres.

En una realización particular y para reducir el coste computacional del sistema, el eje óptico de la cámara (210, 220, 230) puede ser paralelo al eje óptico del concentrador solar (V_A), es decir, el eje definido por el vector normal del plano de apertura. Opcionalmente, el eje
25 óptico de la cámara (210, 220, 230) puede coincidir con el eje óptico del concentrador solar (V_A).

La cámara (210, 220, 230) captura una imagen de orientación y la envía al controlador (211, 221, 231). El controlador (211, 221, 231) analiza la imagen de orientación y determina, mediante técnicas de visión artificial, la posición del sol (4), del receptor (3), distribución de
30 flujo en el receptor (D), medida de la suciedad, paso de nubes (5) y errores de seguimiento, todos ellos muy relevantes para un control eficiente del sistema, pudiendo permitir que el sistema se gestione de forma autónoma.

Adicionalmente, mediante el análisis de la imagen de orientación se dota al concentrador de una capacidad de detección de regiones singulares, tales como sombras o bloqueos (B y F) y la capacidad de orientar cada concentrador para disminuir el efecto de dichas regiones. Dicho análisis se puede realizar mediante técnicas de visión artificial tales como, por ejemplo, segmentación, reconocimiento de patrones con redes neuronales, deep learning, y/o reconstrucción 3D.

Un ejemplo de análisis de la imagen de orientación que lleva a cabo el controlador (211, 221, 231) puede ser una detección de objetos como patrones o puntos brillantes que faciliten su detección. A continuación, se realiza una explicación de la presente invención mediante el empleo de dos técnicas de visión artificial, segmentación y reconocimiento de patrones mediante redes neuronales, sin embargo, un experto en la materia entendería que otros tipos de técnicas son aplicables y estarían dentro del ámbito de protección de la presente invención.

Haciendo referencia a la figura 1, el método de control de la orientación de cada concentrador pasa por obtener una imagen de orientación. Por ejemplo, se obtiene una imagen de orientación desde una primera cámara (211) dispuesta en el primer concentrador (21) cuyo eje óptico coincide con el eje óptico del concentrador (V_A). La imagen de orientación capta el receptor (3) y el sol (4) con los que definir los vectores de reflexión (V_t) y solar (V_s) a partir de los que se calcula el vector de apunte del concentrador.

Para conseguir una reflexión adecuada hacia el receptor (3), el ángulo entre el eje óptico del concentrador (V_A) y el vector solar (V_s) debe ser igual al ángulo entre el eje óptico del captador o concentrador (V_A) y el vector de reflexión (V_t), es decir, que el eje óptico del concentrador (V_A) sea el bisector, entre el vector solar (V_s) y el vector de reflexión (V_t). Por lo que, mediante el análisis de la imagen de orientación, es posible emitir instrucciones para que cada uno de los actuadores (212, 222, 232) modifique el eje óptico del concentrador (V_A) para satisfacer las condiciones anteriormente mencionadas.

Una realización particular de análisis de la imagen de orientación mediante segmentación es utilizar un plano de referencia (6) y determinar los puntos de intersección de cada uno de los vectores con dicho plano de referencia (6). De esta manera, el vector de reflexión (V_t) intersecta al plano de referencia en punto de reflexión (T_0), el eje óptico del concentrador (V_A) intersecta al plano de referencia (6) en el punto del concentrador (A_0), y vector solar (V_s) intersecta al plano normal en el punto solar (S_0).

Para satisfacer la condición de que el eje óptico del concentrador (V_A) sea el bisector, entre el vector solar (V_s) y el vector de reflexión (V_t) el punto del concentrador (A_0) debe ser el punto medio del segmento formado entre el punto de reflexión (T_0) y el punto solar (S_0). En consecuencia, la diferencia entre el punto concentrador (A_0) y el punto medio del segmento definido entre el punto de reflexión (T_0) y el punto solar (S_0) puede ser considerado como el error de seguimiento que deberá ser minimizado mediante la rotación del concentrador (21) y, en consecuencia, la modificación del vector del eje óptico del concentrador (V_A) y su correspondiente punto (A_0).

En una realización particular de la presente invención para captadores que tienen su receptor permanentemente alineado con su eje óptico, como pueden ser sistemas de disco parabólico o colectores planos para fotovoltaica, V_s , V_a y V_t deben ser coincidentes para una orientación óptima.

En una realización de la presente invención, el controlador realiza un análisis de la imagen de orientación a fin de tener en cuenta otros parámetros para efectuar una optimización de la orientación del concentrador. En concreto, es posible identificar en la imagen de orientación objetos que produzcan sombras y/o bloqueos que reduzcan la cantidad de energía que llega al receptor (3). En caso de que se detecten estos objetos, el controlador puede modificar la orientación del receptor (3) hacia otro punto en el receptor u otro receptor que minimice el efecto de dichos objetos.

En la realización de la figura 1, la proyección sobre el plano de referencia (6) de objetos que se interponen en el camino sol-colector-receptor tales como sombras (F) o bloqueos (B), su área de influencia se puede detectar en el plano de referencia (6) y serán captados en la imagen de orientación. Tras determinar que el eje óptico del concentrador (V_A) cumple con la condición de reflejar hacia el receptor (3), es posible modificar la posición del punto de reflexión (T_0), bien dentro del mismo receptor o eligiendo otro receptor diferente, para conseguir que cumpla con la condición de ser bisector entre el vector solar (V_s) y el vector de reflexión (V_t) y que, además, evite o disminuya el efecto de sombreo o bloqueo producido por objetos.

Adicionalmente, mediante la imagen de orientación, es posible determinar la distribución de flujo solar concentrado sobre el receptor (3), por ejemplo, mediante métodos como el dado a conocer por HO, Clifford K.; KHALSA, Siri S. A photographic flux mapping method for concentrating solar collectors and receivers, Journal of Solar Energy Engineering, 2012, vol. 134, no 4, p. 041004. En un ejemplo de realización de la presente invención, la orientación del concentrador (21) se puede modificar teniendo en cuenta la distribución de

flujo sobre el receptor, evitando puntos de alta concentración que pudieran dañar el receptor modificando el eje óptico del concentrador (V_A) para evitar o atenuar dichos puntos de alta concentración en el receptor (3).

5 Con el fin de llevar a cabo procedimientos diagnósticos, el captador puede estar dotado de un receptor de diagnóstico, conocido en la técnica como blanco lambertiano. Este blanco está destinado a recibir señales provenientes de los concentradores solares (21, 22, 23) cuando el controlador (211, 221, 231) lo requiere. Por ejemplo, el controlador (211) puede cambiar el receptor sobre el cual se calcula la posición y el vector de reflexión (V_i) hacia el blanco. Posteriormente, en este blanco se pueden realizar mediciones de distribución de flujo
10 solar para determinar la suciedad, calcular una estrategia de apunte sin generar sobrecalentamientos en el receptor, calibrar los ejes ópticos de la cámara y/o el concentrador, etc.

Mediante la comparación de la medida de la distribución sobre el blanco de dos de estos sistemas de control dispuestos a diferentes distancias del receptor, se puede determinar
15 la atenuación atmosférica producida sobre la radiación reflejada, pudiendo tomarse en cuenta para modificar la estrategia de apunte.

También posibilita la medida de las pérdidas por suciedad al comparar la medida sobre el blanco del mismo sistema en días sucesivos, aumentando la eficacia de las labores de limpieza del colector. En realizaciones particulares de la presente invención, si la medida de
20 distribución de flujo solar sobre el blanco para un determinado colector (21, 22, 23) está por debajo de un umbral, se emite una señal de alarma para verificar la limpieza y/o el estado del colector (21, 22, 23).

El sistema de control propuesto puede, además, detectar y generar una predicción del movimiento de las nubes mediante el análisis de la imagen, informando y eliminando en la
25 medida de lo posible el efecto de perturbaciones transitorias que afectan a estos sistemas debido al paso de nubes. La presente invención es menos propensa a errores debido a la presencia de nubes gracias al control independiente de cada uno de los colectores (21, 22, 23) ya que cada uno de ellos puede disponer de medios de identificación de nubes y cambiar la estrategia de control para tener en cuenta el paso de una nube que puede no afectar a todo
30 el campo por igual. De esta manera se evitan errores de control, así como generar excesos de temperatura o pérdidas térmicas en el receptor, también pérdidas por mantener los sistemas en seguimiento cuando la radiación solar es insuficiente. Esta predicción se emplea para modificar la estrategia de apunte.

Adicionalmente, dotar al colector de un microprocesador capaz de generar señales de control a partir de una imagen otorga a este una mayor autonomía, reduce el número de sistemas y sensores necesarios, menor esfuerzo en la fabricación y puesta en marcha del colector o campo de colectores y elimina problemas asociados a la comunicación con el control central, haciendo posible un control más eficiente y autónomo.

En la figura 2. Se muestra el mismo sistema aplicado a un colector cilindro-parabólico (seguidor de un eje). En los colectores solares durante el seguimiento solar, la estrategia de apunte se basa en que el eje óptico del concentrador (V_A), es decir, la normal en el punto medio del área de apertura del colector que debe ser paralelo al bisector del ángulo formado por el vector solar (V_S) y el vector de apunte, receptor o target (V_T). En el caso concreto de la figura 2, el eje óptico del concentrador (V_A) se puede definir como el vector normal al punto medio del cilindro o, en el caso de disponer de una forma parabólica, en su vértice.

Con el fin de reducir el coste computacional, se puede disponer de una cámara (210) cuyo eje óptico coincide con el eje óptico del concentrador (V_A) y, de forma similar al caso de la figura 1, se calcula el vector de apunte hacia el receptor (3) que, en este caso, es un cilindro a través de cuyo interior circula un fluido caloportador.

El control de la rotación del concentrador, a fin de conseguir que el vector de reflexión (V_i) se ajuste, se realiza a través de un actuador (212) que modifica la inclinación del concentrador en función de una señal de control emitida por un controlador (211).

El controlador (211) puede disponer de uno o varios algoritmos para calcular el posicionamiento más adecuado. Un primer ejemplo de cómo controlar dicho concentrador se explicó haciendo referencia a la figura 1, es decir, mediante el método de segmentación en vectores, alternativamente, la presente invención contempla que el controlador disponga de inteligencia artificial. En caso de estar dotado de inteligencia artificial basta con entrenar el controlador en diversos escenarios en los que se determina el posicionamiento más adecuado en función de la presencia del sol (4), la presencia de nubes (5) o cualquier objeto que pueda causar interferencias.

Adicionalmente, se puede entrenar para que el apunte no sea el óptimo (reducir la cantidad de energía solar reflejada hacia el receptor) a fin de evitar daños, por ejemplo, por sobrecalentamiento del receptor (3).

En la figura 3 se muestran dos ejemplos de captadores 1 en los que el receptor 3 se encuentra permanentemente alineado con el eje óptico del captador o concentrador (21)

En un primer ejemplo (a) el captador (1) es una celda fotovoltaica en la que el concentrador (21) y el receptor (3) se disponen en un mismo dispositivo que dispone de una superficie de captación habitualmente plana. En este caso, se dispone de una cámara (210) conectada a un controlador (211) y dicha cámara (210) dispone de un eje óptico, preferentemente, coincidente con el eje normal de la superficie de captación, es decir, coincidente con el eje óptico del concentrador (V_A).

En un segundo ejemplo (b) el captador (1) es un captador parabólico en la que el receptor (3) es fijo con respecto al concentrador (21). En este caso, el captador (1) dispone de una cámara (210) coincidente con el eje óptico del concentrador (21).

En ambos casos (a, b), la estrategia de apunte se basa en que el vector solar (V_s) que se obtiene mediante el análisis de la imagen de orientación obtenida por la cámara (210) coincide con el eje óptico del concentrador (V_A). Con este objetivo, se dispone de uno o varios motores (212) conectado al controlador (211) para lograr que dichos ejes ópticos (V_A) y dichos vectores solares (V_s) coincidan.

Adicionalmente este sistema de control se puede combinar con sistemas de control tradicionales para crear sistemas híbridos en bucle cerrado.

La figura 4 muestra un ejemplo ilustrativo del cambio de alineamiento de un concentrador utilizando un método según la presente invención.

En un primer instante (a), se analiza la imagen de orientación, se reconoce el punto medio de la zona más brillante como el sol (4). Por otra parte, se reconocen una serie de patrones que marcan el receptor (3), por ejemplo, una serie de puntos o marcas dispuestas en dicho receptor (3). A partir de estos reconocimientos se define el punto de reflexión (T_0) como el punto medio del receptor (3) y el punto solar (S_0), es decir el punto medio de la zona más brillante. Además, el controlador reconoce el eje óptico de la cámara que puede ser por ejemplo el punto central de la misma y tomamos este punto como punto actual del concentrador (A_1) y se calcula como el punto medio entre el punto solar (S_0) y el punto de reflexión (T_0) y se determina el punto objetivo (A_0). En consecuencia, el controlador debe realizar los cálculos y los cambios de orientación del punto actual (A_1) para llevarlo hacia el punto objetivo del concentrador (A_0), es decir, hasta que se minimice la distancia entre dichos puntos del concentrador (A_0, A_1).

En un segundo instante (b) se muestra un punto intermedio en el que el controlador ha ejecutado una señal de control hacia un actuador para realizar un movimiento, en concreto en el eje Y para conseguir disminuir la distancia entre los puntos del concentrador (A_0, A_1).

Finalmente, en un tercer instante (C) se obtiene una orientación de manera que la distancia entre concentradores (A_0 , A_1) es cero o, al menos, está por debajo de un umbral previamente configurado en el controlador.

REIVINDICACIONES

1. Sistema captador solar del tipo que comprende:
- un receptor;
 - 5 • una serie de concentradores con capacidad de orientación destinados a reflejar radiación solar hacia el receptor disponiendo dichos concentradores de un eje óptico;
 - una cámara asociada a al menos un concentrador de la serie de concentradores que capta una imagen de orientación;
 - 10 • un controlador de la orientación del concentrador asociado a la cámara;
- caracterizado por que el controlador recibe la imagen de orientación que comprende la posición del sol y porque el controlador determina la posición del sol y calcula la orientación del concentrador a partir de dicha posición del sol.
- 15 2. Sistema, según la reivindicación 1, caracterizado por que la imagen de orientación comprende la posición del receptor y el controlador calcula la orientación del concentrador en función a la posición del receptor.
3. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el
20 eje de orientación de la cámara coincide con el eje óptico del concentrador.
4. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la orientación es calculada de manera que el ángulo entre la posición del sol y el eje óptico es igual al ángulo entre un punto del receptor y el eje óptico.
- 25 5. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el receptor se encuentra alineado con el eje óptico permanentemente.
6. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el
30 receptor comprende marcas para su identificación en la imagen de orientación.
7. Sistema, según la reivindicación 4, caracterizado por que la orientación es calculada de manera que el ángulo entre la posición del sol y el eje óptico es igual al ángulo entre el centro geométrico del receptor y el eje óptico.

8. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la orientación es calculada mediante la intersección de un vector entre el concentrador y el sol en un plano de referencia y la intersección de un vector entre el concentrador y un punto del receptor en el plano de referencia.

5

9. Sistema, según la reivindicación 8, caracterizado porque la orientación es calculada de modo que la intersección del eje óptico sobre el plano de referencia corresponde al punto medio entre la intersección del vector entre el concentrador y el sol y el vector entre el concentrador y el receptor.

10

10. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la orientación es calculada de manera que el eje óptico sobre el plano de referencia, el vector solar y el receptor sean coincidentes.

15

11. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el controlador está dotado de inteligencia artificial.

12. Sistema, según la reivindicación 11, caracterizado por que el controlador es entrenado con una serie de imágenes que comprenden el sol.

20

13. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones 11 o 12, caracterizado por que el controlador es entrenado con una serie de imágenes que comprenden el receptor.

25

14. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, caracterizado por que el controlador es entrenado con una serie de imágenes que comprenden nubes.

15. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 14, caracterizado por que el controlador es entrenado con una serie de imágenes que comprenden objetos que provocan sombras y bloqueos.

30

16. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15, caracterizado por que el controlador comprende redes neuronales.

35

17. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la posición del sol se detecta realizando un análisis por técnicas de segmentación de la imagen de orientación.

18. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el controlador cambia la orientación del receptor ante la presencia de bloqueos y/o sombras en la imagen de orientación
- 5
19. Método de control de un captador solar del tipo que comprende un concentrador para captar energía solar y transmitirla a un receptor, el concentrador disponiendo, además de un actuador para modificar su orientación, en el que el método comprende:
- obtener mediante una cámara asociada al receptor una imagen de orientación;
 - identificar en la imagen de orientación las posiciones del sol y del receptor;
 - modificar, mediante el actuador, la orientación del concentrador a partir de las posiciones del sol y del receptor obtenidas de la imagen de orientación.
- 10
20. Método, según la reivindicación 19, caracterizado por que el concentrador dispone de un eje óptico del concentrador, la cámara dispone de un eje óptico y el eje óptico de la cámara coincide con el eje óptico del concentrador.
- 15
21. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 19 o 20, caracterizado por que la orientación del concentrador está definida como la orientación en la que el eje óptico del concentrador es el punto medio entre la posición del sol y la posición del receptor.
- 20
22. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 21, caracterizado por que la orientación del concentrador se determina mediante inteligencia artificial.
- 25
23. Método, según la reivindicación 22, caracterizado por que la orientación del concentrador se determina mediante redes neuronales, deep learning y/o reconstrucción 3D.
24. Método según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 23, caracterizado por que la posición del sol se realiza mediante técnicas de segmentación en la imagen de orientación.
- 30
25. Método, según la reivindicación 24, caracterizado por que la posición del sol es el centro geométrico de la zona que dispone de mayor brillo en la imagen de orientación.
26. Método según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 25, caracterizado por que comprende una pluralidad de concentradores y cada uno de ellos dispone de un actuador y es controlado individualmente en función a su imagen de orientación.
- 35

27. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 26 caracterizado por que comprende detectar el paso de nubes.
- 5 28. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 27 caracterizado por que modifica la orientación del captador según la detección de nubes.
29. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 28 caracterizado por que comprende determinar una medida de a reflectividad o atenuación por suciedad del captador
10 a partir de la imagen de orientación.
30. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 29, caracterizado por que comprende detectar y modificar la posición del concentrador en función de las sombras o bloqueos detectados.
15
31. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 30, caracterizado por que comprende medir zonas de radiación solar concentrada excesiva en el receptor y modificar la posición del concentrador en función de dichas zonas de radiación solar excesiva.
- 20 32. Método, según la reivindicación 31, caracterizado por que la medición de zonas de radiación solar concentradas realiza mediante el análisis de la imagen de orientación.
33. Método según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 32, caracterizado por que el control del concentrador se realiza mediante un método de control de bucle cerrado.
25
34. Captador solar del tipo que comprende una superficie de captación solar, un mecanismo de seguimiento solar para modificar la orientación del captador y una cámara caracterizada por, que el eje óptico de dicha cámara coincide con el eje óptico de la superficie de captación solar.
30
35. Captador solar, según la reivindicación 34, caracterizado por que comprende un controlador destinado a recibir una imagen de orientación de la cámara y a definir la orientación del mecanismo de seguimiento solar a partir de la imagen de orientación.
- 35 36. Captador solar, según la reivindicación 34, caracterizado por que la orientación del mecanismo de seguimiento solar se determina mediante inteligencia artificial.

37. Captador, según la reivindicación 34, caracterizado por que la orientación del mecanismo de seguimiento solar se determina mediante redes neuronales, deep learning y/o reconstrucción 3D.

5

38. Captador según la reivindicación 34, caracterizado por que el controlador determina la posición del sol se determina a partir de la imagen de orientación mediante técnicas de segmentación en la imagen de orientación.

10 39. Captador, según la reivindicación 38, caracterizado por que la posición del sol es el centro geométrico de la zona que dispone de mayor brillo en la imagen de orientación.

40. Captador, según cualquiera de las reivindicaciones 34 a 39, caracterizado por que el captador es un captador fotovoltaico.

15

41. Captador, según cualquiera de las reivindicaciones 34 a 40, caracterizado por que la superficie de captación solar es una superficie plana y el eje de orientación de la superficie de captación solar coincide con un vector normal de la superficie de orientación.

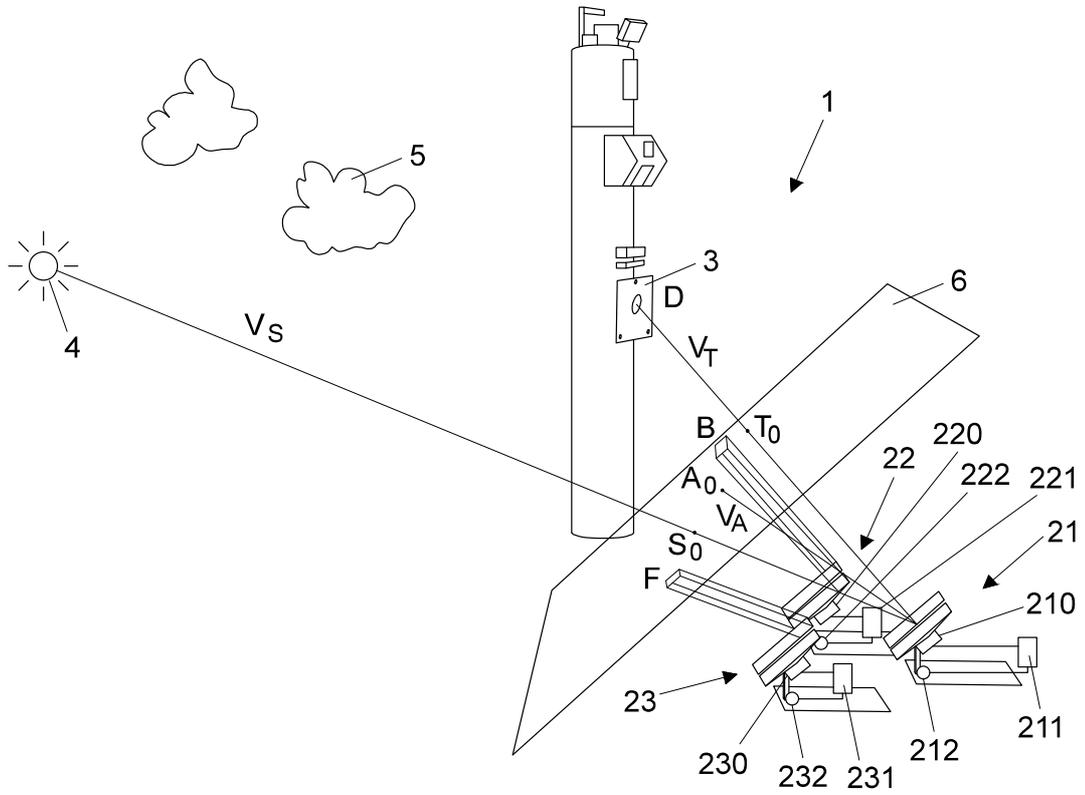


FIG. 1

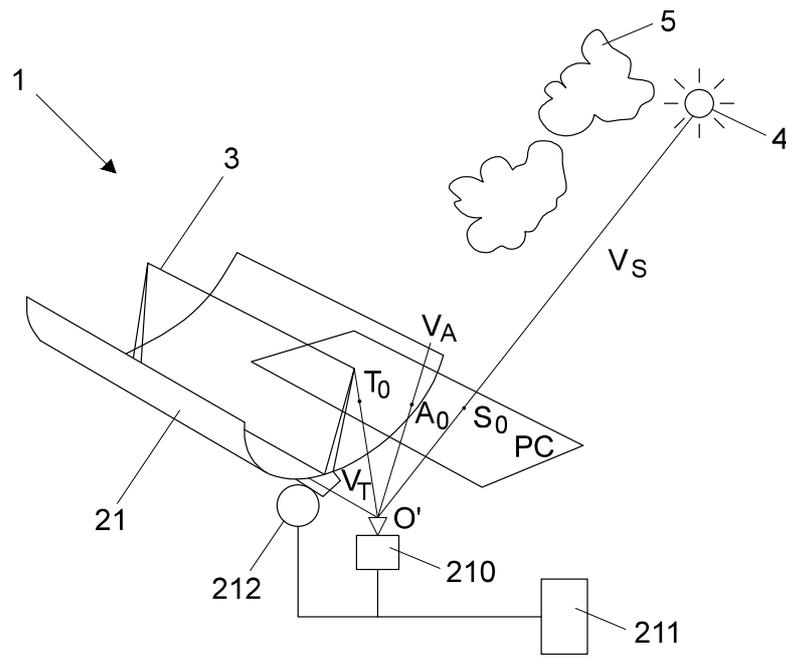


FIG. 2

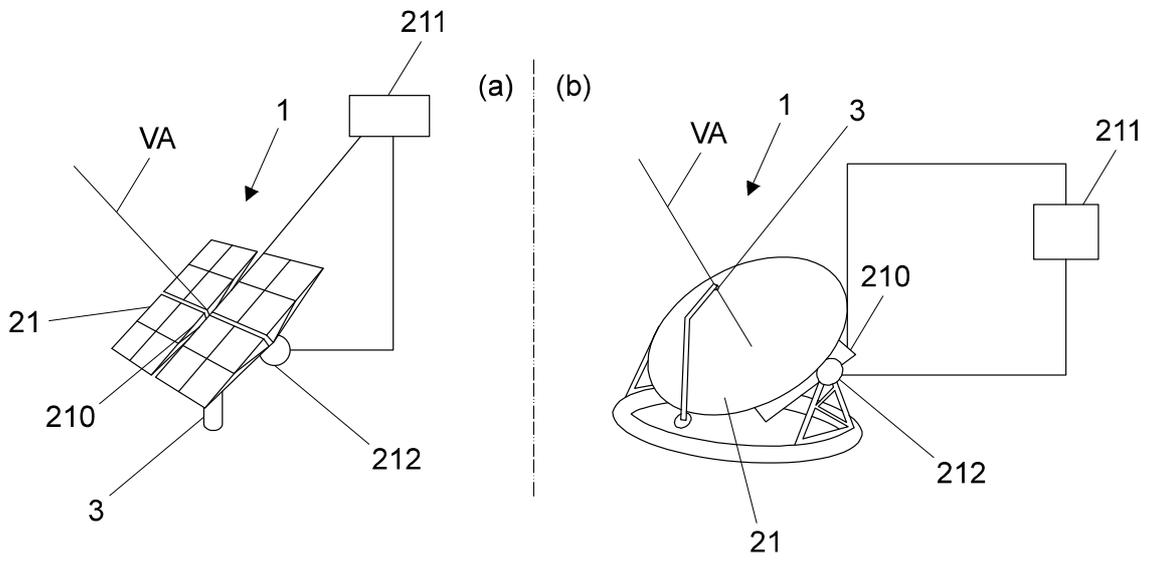


FIG. 3

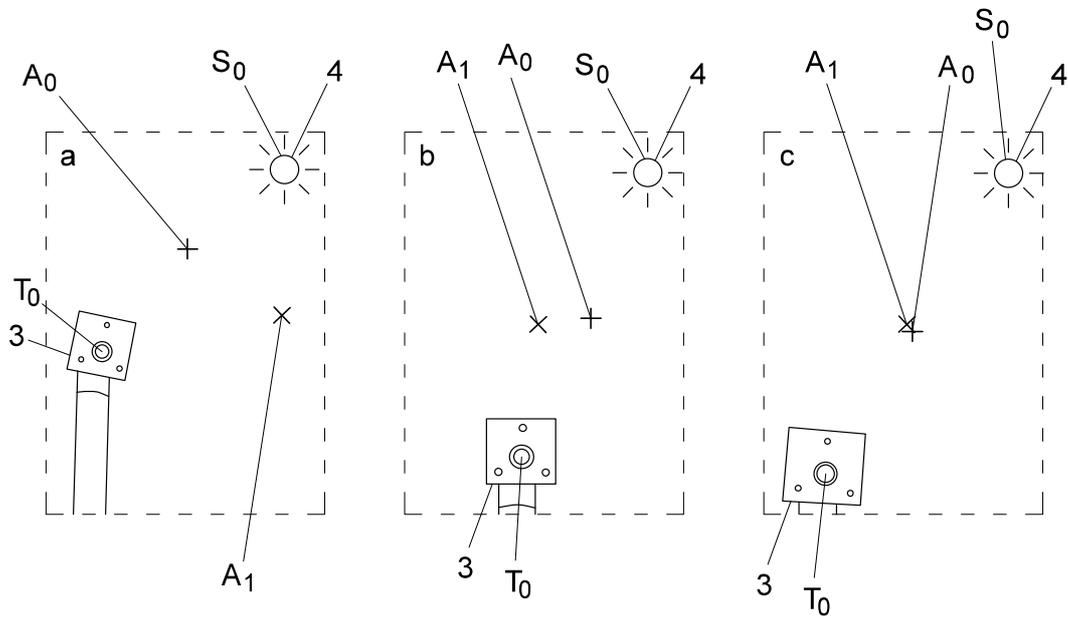


FIG. 4



②① N.º solicitud: 201830073

②② Fecha de presentación de la solicitud: 26.01.2018

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	ES 2534037T T3 (ESOLAR INC) 16/04/2015, página 2, línea 55 - página 3, línea 2; página 3, línea 55 - página 4, línea 17; página 4, línea 58; página 5, líneas 9 - 21; figuras.	1-4, 6-9, 11-41
X	EP 3222930 A1 (RAMSTEDT JON et al.) 27/09/2017, columna 3, líneas 4 - 8; párrafo [37]; reivindicación 1; figura 1.	1, 5, 10
X	ES 2647498T T3 (DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT E.V.) 21/12/2017, todo el documento.	1-4, 6-9, 11-41

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
23.04.2018

Examinador
J. Merello Arvilla

Página
1/2

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

F24S50/20 (2018.01)

H02S20/32 (2014.01)

G01S3/786 (2006.01)

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

F24S, H02S, G01S

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

INVENES, EPODOC, WPI