

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 958 243**

51 Int. Cl.:

H02S 20/32

(2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.11.2019** **PCT/GB2019/053371**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.06.2020** **WO20109805**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.11.2019** **E 19816853 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.08.2023** **EP 3888241**

54 Título: **Aparato de seguimiento solar**

30 Prioridad:

28.11.2018 GB 201819375

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
05.02.2024

73 Titular/es:

CORRIE ENERGY PARTNERS LTD. (100.0%)
Springmead Cottage, Lindfield Road, Ardingly
Haywards Heath, West Sussex RH17 6SN, GB

72 Inventor/es:

DUFFIN, ANTHONY ROY y
DUFFIN, THOMAS CHARLES

74 Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

ES 2 958 243 T3

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

DESCRIPCIÓN

Aparato de seguimiento solar

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un aparato de seguimiento solar. La invención se aplica a un sistema correspondiente.

[0002] La energía solar puede ser captada utilizando una serie de tipos de colectores que a menudo están instalados en matrices de varios colectores. Algunos recolectan energía térmica y otros generan electricidad. En todos
10 los casos los principios generales son los mismos; un área activa de colector o matriz de colectores está dispuesta de modo que sea alcanzada por el rayo del sol y la radiación difusa (esta última puede provenir a través de las nubes). En general, cuanto mayor sea el área de los colectores, mayor será la energía captada. En general, cuanto mejor alineados estén los colectores perpendicularmente al rayo de sol, mayor será la captura de energía.

15 **[0003]** El documento US20100180883A1 describe un sistema de seguimiento solar controlado por alimentación directa que incluye un subbastidor que soporta al menos un panel solar, un poste que soporta el subbastidor y un mecanismo de conexión que conecta el subbastidor y el poste.

20 **[0004]** Por supuesto, el sol se mueve a través del cielo debido a la rotación de la tierra, el eje de la tierra estando inclinado hacia su órbita alrededor del sol y la tierra orbitando alrededor del sol. El movimiento del sol en relación con un punto en el suelo se muestra en la Figura 1. Todos estos factores hacen que el rayo del sol incida en un colector fijo con un ángulo variable.

25 **[0005]** La mayoría de las matrices de colectores solares están montadas en estructuras fijas por razones de simplicidad, fiabilidad y bajo coste. Estas se denominan "matrices de observación" y no son óptimas en la recolección de energía. El ángulo óptimo para cualquier matriz de colectores es tal que el rayo del sol incide perpendicularmente sobre la superficie del panel. Las matrices de observación están alineadas perfectamente con el rayo de sol únicamente una o dos veces al año. El ángulo del plano de los paneles de colector generalmente está dispuesto para
30 estar orientado hacia el sur e inclinado con respecto a la horizontal en un ángulo aproximadamente igual a la latitud de su ubicación, ya que este término medio proporciona una buena generación general durante todo el año teniendo en cuenta la generación total y el valor económico de la electricidad. Por ejemplo, en el Reino Unido, este puede ser el mismo que el ángulo del tejado de una casa de aproximadamente 55 grados; en el ecuador, este puede ser paralelo al suelo. Ángulos alternativos pueden ser elegidos por diversas razones pero, en todos los casos, la matriz de
35 observación se alineará perfectamente con el rayo del sol únicamente una o dos veces al año.

[0006] Esta limitación significa que la matriz no genera todo lo que podría del sol y resulta particularmente importante que los paneles solares fotovoltaicos que generan electricidad se alimenten en una red o red de suministro eléctrico comercial. Por ejemplo, en un día despejado, al amanecer y al atardecer, el rayo del sol incide en la matriz
40 en un ángulo muy oblicuo o incluso puede estar detrás del panel y la salida es muy baja, mientras que al mediodía la generación es máxima. De manera similar, en el invierno, cuando el sol está bajo en el cielo, incluso al mediodía, la generación de los paneles es baja, ya que el rayo del sol incide en la matriz en un ángulo no óptimo.

[0007] En cierta medida, en climas con mucha nubosidad esta limitación es menor, dado que la radiación difusa general del sol a través de la atmósfera sigue llegando a los paneles independientemente de su ángulo. En consecuencia, en gran parte del mundo, las matrices de observación son consideradas una disposición suficiente para la recolección de energía solar. En el Reino Unido y en las partes costeras de Europa, la radiación difusa del sol puede ser responsable de aproximadamente el 30 % de la generación total.

50 **[0008]** Sería posible aumentar la generación si el colector o la matriz de colectores pudieran moverse para realizar un seguimiento del sol a través del cielo.

[0009] La simulación muestra que, incluso si una matriz de observación está en un ángulo óptimo, en una atmósfera perfectamente despejada se pierde hasta el 60 % de la energía solar disponible, ya que el haz de luz no
55 incide en la matriz en un ángulo perpendicular. Esto se aplica especialmente a la parte "directa" de la luz solar que llega a la matriz como un haz de luz procedente del sol. Si el haz directo se mantiene dentro de un cono de un ángulo pequeño alrededor de una línea perpendicular a la matriz, la pérdida de energía solar disponible puede reducirse drásticamente. Por ejemplo, si el haz directo se mantiene dentro de un cono de ángulo de aproximadamente 7,5 grados alrededor de una línea perpendicular a la matriz, solamente se pierde una cantidad mínima (alrededor del 2 %).

60 **[0010]** Por tanto, para maximizar la energía captada del sol por un sistema de energía solar, la matriz de colectores puede estar montada en un marco mecánico que realiza un seguimiento del sol; un "seguidor". El sistema mecánico mueve la matriz de colectores solares para que se ajuste continuamente con el fin de que apunte de manera óptima al sol. Este está dispuesto de forma que el rayo del sol esté siempre perpendicular al plano de la matriz de
65 colectores. Un sistema de seguimiento de doble eje puede seguir tanto la estación del año como la hora del día; a

medida que el sol se mueve por el cielo durante el día, el sistema realiza un seguimiento del ángulo de acimut y realiza un seguimiento de la elevación sobre el horizonte durante el día y el año.

[0011] Existen varios seguidores que se encuentran en el mercado y que funcionan en todo el mundo. La mayoría de los seguidores están instalados en lugares en los que el cielo está despejado durante mucho tiempo, de modo que el rayo directo del sol puede verse normalmente y mantenerse perpendicular a la matriz de colectores solares. Por lo general, se afirma que un sistema de seguimiento de doble eje obtiene hasta un 40 % más de energía que una matriz de observación estática en situaciones en las que el cielo está por lo general despejado y el horizonte apenas oculta el sol. La simulación confirma que este tipo de ganancia en la recolección es posible, sin embargo, el 30 % podría ser una expectativa más razonable en un escenario del "mundo real".

[0012] En climas con mucha nubosidad, en los que la radiación difusa del sol puede ser responsable de hasta el 30 % de la generación total, cualquier mejora debida al seguimiento solamente podría suponer un aumento del 70 % de la generación. Esto afecta a los posibles beneficios económicos que pueden obtenerse por un sistema de seguimiento. Si la cifra de ganancia del 30 % mencionada anteriormente es una ganancia razonable del haz directo, entonces el resultado es una ganancia potencial del 21 % del total en un clima nublado.

[0013] De este modo, los seguidores de doble eje de este tipo generan ganancias de entre el 21 % y el 40 %. Estas ganancias pueden ser atractivas si los costes de capital y los impactos operativos del seguidor son lo suficientemente bajos como para garantizar que el sistema siga siendo económico.

[0014] Un sistema conocido alternativo y más barato (no mostrado) tiene la matriz montada en un bastidor que puede girar alrededor de un eje inclinado, se trata de un seguidor de un solo eje.

[0015] Puede tratarse de una matriz montada sobre un eje orientado de norte a sur pero inclinado en un ángulo respecto a la horizontal. Este último ángulo está aproximadamente a medio camino entre la orientación óptima hacia el sol en invierno y en verano, es decir, en un ángulo promedio quizás ligeramente inclinado hacia la estación en la que suele haber más energía disponible, que, en el hemisferio norte, es el verano. La matriz gira entonces cada día alrededor de este eje para seguir la trayectoria diaria del sol. Por lo general, se afirma que un sistema de este tipo genera hasta un 20 % más de energía que una matriz de "visualización" estática en un clima con poca nubosidad.

[0016] Un seguidor solar de un solo eje conocido alternativo (no mostrado) puede ser una matriz montada en un poste horizontal alineado de este a oeste y luego gira alrededor de este poste para alterar el acimut de los paneles. Un sistema de este tipo recolecta energía adicional al estar mejor alineado con respecto al rayo de sol durante todo el año a medida que el rayo de sol alcanza un acimut más alto en verano y un acimut más bajo en invierno. Por ejemplo, en el sur del Reino Unido, en invierno, el acimut más bajo al mediodía es de aproximadamente 15 grados y, en verano, se eleva a aproximadamente 63 grados sobre el horizonte sur.

[0017] Cualquiera de los dos sistemas de un solo eje aumenta la recolección de energía (aunque cuestan más de instalar y mantener), pero ninguno iguala la generación de un seguidor de doble eje.

[0018] Además de la ganancia en energía total recolectada al utilizar un sistema de seguimiento para un sistema solar fotovoltaico (FV), existe la ventaja de que la generación de electricidad es más constante a lo largo del día. Con un sistema fijo, el ángulo de incidencia del sol en la matriz de colectores varía considerablemente durante el día a medida que el sol pasa a través del cielo, por lo que la potencia de salida instantánea varía. Por la mañana y por la noche, se encuentra en un ángulo de reflexión con respecto a la superficie de la matriz, por lo que la transferencia de energía es deficiente y la salida de la matriz es un porcentaje muy pequeño del máximo posible de la luz solar disponible. A medida que el sol alcanza su cenit, la potencia de salida alcanza un máximo de hasta el máximo de la matriz. Durante unos pocos minutos determinados de un solo día o dos días al año, una matriz fija se encuentra en sus ángulos de acimut y de elevación óptimos y, si hace sol y frío, la matriz produce la máxima potencia de salida.

[0019] La consecuencia de esta variabilidad en la salida a lo largo del día y del año es que la generación no se ajusta adecuadamente a la demanda diaria o estacional de energía. En general, a lo largo del año se producen picos de demanda de electricidad por la mañana y por la tarde en climas templados tales como el del Reino Unido. En climas soleados y cálidos suele haber un pico a última hora de la tarde, cuando las cargas de aire acondicionado alcanzan su máximo. El impacto del desajuste de la generación solar a los picos de demanda se refleja en las tarifas pagadas por la electricidad generada a partir de matrices solares estáticas. Estas tarifas tienden a reflejar la falta de generación durante los picos, que es cuando la electricidad tiene en general un valor más alto. Un sistema de seguimiento se adaptará mejor a la demanda además de mejorar la generación de electricidad.

[0020] Dado que los sistemas de seguimiento cuestan más de instalar y mantener que las matrices fijas, resulta esencial que obtengan la energía adicional para que resulten rentables. En general, los sistemas de seguimiento no son utilizados en el Reino Unido (ni en otros climas nublados), ya que no se obtienen suficientes beneficios frente a los riesgos y cargas adicionales que conllevan la instalación, el mantenimiento, el uso y el desmantelamiento de estos sistemas. En particular, esto se debe a que la instalación es sustancialmente más difícil que la de una matriz fija, pero

el tiempo en los países con climas similares al del Reino Unido significa que no hay tanta radiación del haz directo del sol que incida sobre los colectores solares para proporcionar la energía adicional a captar. Unas matrices muy grandes en climas soleados suelen utilizar sistemas de seguimiento de doble eje, puesto que hay una cantidad considerable de energía procedente del haz directo del sol.

5

[0021] La Figura 2 muestra la forma en que un seguidor convencional montado en un poste (es decir, un seguidor solar de doble eje) se mueve para realizar un seguimiento del sol. Una "cabeza" gira sobre el eje "z" para seguir el acimut del sol, donde la cabeza cabecea sobre el eje "x" para seguir la elevación del sol. Los seguidores de doble eje generalmente no se utilizan en el Reino Unido (y otros climas nublados) en parte porque tienden a tener un solo poste vertical (en el que se monta la cabeza) como la base. Esto requiere una instalación relativamente compleja y larga en comparación con una matriz fija. En particular, es necesario crear un único punto de base muy importante, ya que todas las cargas mecánicas de la matriz se alimentan en el suelo a través de esta única base. Normalmente esto se crea mediante un agujero excavado que se rellena para crear un zócalo de hormigón con un soporte nivelado sobre el cual se puede fijar el poste. El poste y la matriz de colectores deben montarse en este zócalo, lo que requiere un equipo de personas y/o una grúa debido al peso del conjunto. En países muy poblados y en los lugares donde existe una preocupación por el impacto ambiental de una base de este tipo, también suele ocurrir que no se concedan permisos para un sistema de este tipo. Es casi seguro que se exija una evaluación del impacto ambiental, lo que probablemente suscite preocupaciones que quizás deban abordarse, lo que aumentará aún más la carga de la instalación del sistema y reducción de la generación. Por lo general, una licencia urbanística exigirá la retirada de la matriz y los cimientos al final de su vida útil, lo que añade una carga adicional al uso del sistema.

[0022] En un seguidor de doble eje, la matriz está montada normalmente en el poste, de modo que el centro de la matriz es el punto de fijación, por lo que el poste tiene que estar a una altura sobre el suelo de aproximadamente la mitad de la altura de la matriz. Esto ocurre para que la matriz pueda inclinarse hasta su elevación más baja sin tocar el suelo. Esta altura adicional conlleva al menos dos desventajas adicionales. En primer lugar, la matriz está expuesta a vientos más fuertes que si se montase a poca altura del suelo, y esto aumenta los costes de la estructura necesaria para soportarla. En segundo lugar, dado que la matriz es más alta, la matriz será más visible desde la distancia, lo que plantea problemas a la hora de obtener una licencia urbanística.

[0023] Por otra parte, en la parte superior del poste, todas las fuerzas deben distribuirse desde este único punto en el bastidor que soporta la matriz. Esta estructura debe ser muy sólida y requiere una gran cantidad de material, lo que dificulta su fabricación y transporte.

[0024] De manera adicional, el mantenimiento de las matrices de seguimiento es más engorroso que el de las matrices fijas. Esto se debe a que hay piezas móviles, sensores y sistemas de control que se suman a la cantidad de componentes y, por consiguiente, a la falta de fiabilidad. Esto significa que se invierte más tiempo y dinero en el mantenimiento de un sistema de seguimiento en funcionamiento que en una matriz fija. Una parte del sistema de control que es propensa a errores es el sensor que determina hacia dónde debe apuntar la matriz. Esto depende de que esté limpio para que pueda detectar la dirección de la que viene la luz del sol y poder identificar la posición del sol en el cielo o la parte más brillante del cielo. Cuando se ensucia, no funciona bien y hay que limpiarlo. El mantenimiento de las piezas móviles cuando están montadas en un poste alto puede ser una operación compleja y arriesgada.

[0025] En las reivindicaciones adjuntas, se exponen aspectos y realizaciones de la presente invención. Estos y otros aspectos y realizaciones de la invención también se describen en esta invención. Según un aspecto de la invención, se proporciona un aparato de seguimiento solar como se define en la materia objeto de la reivindicación 1, comprendiendo el aparato: una montura para una carga útil; al menos tres patas para soportar la montura por encima de una base (o el suelo); donde al menos dos de las patas son (independientemente) accionables linealmente de modo que, en uso, la montura es capaz de pivotar (y/o girar) alrededor de al menos dos ejes con respecto a la base (o el suelo). Según un ejemplo, se proporciona un seguidor solar de doble eje, que comprende: una montura para una carga útil y tres patas para soportar la montura por encima de una base. Proporcionar un aparato de seguimiento solar que tenga tres patas (algunas de las cuales son accionables linealmente) puede permitir la implementación de un seguidor solar de doble eje que es fácil de instalar y mantener.

[0026] Preferentemente, en uso, los extremos de las patas distales en la montura están fijos (opcionalmente a la base o al suelo) de manera que los extremos distales pueden pivotar opcionalmente pero no pueden desplazarse con respecto a la base (o al suelo).

[0027] Preferentemente, donde cada pata comprende al menos una junta pivotante (es decir, una junta que proporciona rotación alrededor de al menos un eje). Esto puede permitir la rotación relativa de la montura con respecto a las patas y/o de las patas con respecto a la base. En un ejemplo útil para comprender la invención, al menos una de las juntas comprende preferentemente una junta con bisagra; más preferentemente, donde una de las juntas comprende una junta con bisagra. Esto puede proporcionar una limitación en los grados de libertad del sistema, lo que puede mejorar la estabilidad. Al menos algunas de las juntas son preferentemente juntas de rótula; más preferentemente donde todas las juntas distintas de la junta que comprende una junta con bisagra son juntas de rótula.

65

[0028] Las patas pueden estar conectadas a la montura a través de juntas pivotantes. Preferentemente, las patas están conectadas a la montura mediante juntas de rótula. En un ejemplo, una primera pata incluye una junta con bisagra al suelo y una junta de rótula a la montura; una segunda pata incluye una junta de rótula al suelo y una junta de rótula a la montura; y una tercera pata incluye una única junta de rótula (a la montura y/o al suelo). En otro ejemplo, una primera pata incluye una pluralidad de juntas con bisagra (específicamente, una junta con bisagra a la montura; y una junta con bisagra (que se articula en una dirección diferente) al suelo), y una segunda y tercera pata, incluyendo cada una, una junta de rótula al suelo y una junta de rótula a la montura.

[0029] Las al menos tres patas pueden consistir en tres patas, donde dos de las patas son accionables linealmente y una de las patas es preferentemente de longitud fija. En uso, los extremos de dos de las patas que son distales a la montura pueden conectarse a la base (o al suelo) a través de juntas de rótula; y el extremo distal de una pata puede estar conectado a la base (o al suelo) a través de una junta con bisagra. La pata conectada a través de una junta con bisagra es preferentemente una pata accionable linealmente. La junta con bisagra puede disponerse de modo que una línea definida por el eje de articulación de la junta con bisagra sea perpendicular a una línea definida por la dirección, desde la junta con bisagra, de la junta de rótula que conecta la pata de longitud fija a la base (o al suelo). Esto puede permitir que los grados de libertad del sistema se controlen para estabilizar el aparato y permitir que el aparato se controle de manera efectiva.

[0030] Las patas accionables linealmente son preferentemente más largas (en su estado más corto); o alternativamente más cortas (en su estado más largo); que la pata de longitud fija, de modo que la montura está soportada en un ángulo oblicuo con respecto a la base (o al suelo). El ángulo oblicuo puede ser variable de acuerdo con la extensión de las patas accionables linealmente. Esto puede permitir que la generación de energía se mejore alineando una carga útil hacia el sol.

[0031] En un ejemplo útil para comprender la invención, una de las patas puede comprender una pluralidad de juntas con bisagra (preferentemente dispuestas para articularse en diferentes direcciones). Dicha pluralidad de juntas con bisagra están preferentemente separadas a lo largo de la longitud de la pata, es decir, no forman una junta universal.

[0032] Según la invención, una de las patas comprende dos juntas con bisagra; preferentemente donde la pivotación de una primera junta con bisagra hace que el soporte se balancee; y la pivotación de una segunda junta con bisagra hace que la montura se alabee. Las dos juntas con bisagra pueden comprender un primer árbol giratorio y un segundo árbol giratorio, respectivamente; donde los árboles primero y segundo están dispuestos de tal manera que el primer árbol es perpendicular al segundo árbol; preferentemente donde el árbol primero y segundo están conectados; más preferentemente donde el primer árbol pasa a través de al menos un cojinete giratorio conectado a la montura, y el segundo árbol pasa a través de al menos un cojinete giratorio conectado a la base. Las patas accionables linealmente pueden estar conectadas tanto a la montura como a la base a través de juntas de rótula. El primer árbol o el segundo árbol pueden estar dispuestos paralelos a una línea definida por los extremos distales de las patas accionables linealmente y/o el borde de la montura.

[0033] Las patas accionables linealmente pueden ser telescópicas. Preferentemente, las patas accionables linealmente comprenden cilindros telescópicos. Esto puede mejorar la estabilidad del aparato y puede permitir que el aparato se controle de manera efectiva.

[0034] El aparato puede comprender además al menos un accionador para accionar las patas accionables linealmente. El aparato puede comprender además un controlador para controlar el al menos un accionador para realizar así un seguimiento del sol, preferentemente donde el controlador comprende un reloj y una memoria que almacena información relacionada con la posición del sol en relación con la hora del día (y opcionalmente la época del año). Alternativamente, el controlador puede comprender un reloj y un programa informático en la memoria para predecir la posición del sol en relación con la hora del día (y opcionalmente la época del año). Se pueden proporcionar sensores de ángulo (en comunicación con el controlador) para permitir la determinación de la posición de la montura. Esto puede proporcionar un mecanismo de control simple y fiable.

[0035] El aparato puede comprender una base. La base puede estar configurada para ser fijada al suelo a través de fijaciones que se clavan en el suelo, preferentemente donde dichas fijaciones son estacas. La base puede comprender un bastidor formado por miembros. La base puede ser alternativamente el suelo.

[0036] En un ejemplo útil para comprender la invención, las patas pueden estar conectadas a la montura lejos del centro de la montura; preferentemente donde las patas están conectadas a la montura cerca de los bordes de la montura.

[0037] Según la invención \$ las patas están conectadas a la montura en los bordes de la montura. Las patas pueden estar dispuestas en una formación triangular en la montura. La montura puede ser generalmente de forma triangular, y las patas pueden estar conectadas a la montura cerca de los vértices de la montura. Todas las patas pueden soportar peso.

[0038] Según la invención, las patas se distribuyen alrededor de la montura para distribuir así la carga de la montura. El aparato puede no incluir un soporte debajo del centro de la montura. Al menos una pata puede extenderse más allá de la huella de la montura (para reducir la altura de esa pata). La montura puede sostenerse en un ángulo oblicuo con respecto a la base.

[0039] En relación con la base (o el suelo), la montura es capaz de pivotar alrededor de una de las patas, es decir, una de las patas y/o juntas forma un punto de pivote para la montura, preferentemente en una parte inferior o superior de la montura. En relación con la base (o el suelo), la montura es preferentemente capaz de pivotar alrededor de dos ejes, donde más preferentemente, en relación con la base (o el suelo), la montura es capaz de cabecear para realizar un seguimiento de la elevación del sol, y de alabear para realizar un seguimiento del acimut del sol.

[0040] El aparato puede estar formado por una pluralidad de miembros que están fijados entre sí.

[0041] Según otro aspecto de la invención, se proporciona un sistema de seguimiento solar, que comprende el aparato como se describe en esta invención; y un panel solar soportado como una carga útil en la montura. Según otro aspecto de la invención, se proporciona una instalación formada por una pluralidad de sistemas como se describe en esta invención.

[0042] Según otro aspecto que no cae en el alcance de las reivindicaciones pero que es útil para comprender la invención, se proporciona un procedimiento de seguimiento solar, que comprende: soportar una montura para una carga útil por encima de una base (o el suelo) utilizando al menos tres patas, donde al menos dos de las patas son accionables linealmente; pivotar la montura alrededor de un primer eje con respecto a la base (o el suelo) para realizar así un seguimiento de la elevación del sol; y pivotar la montura alrededor de un segundo eje con respecto a la base para realizar así un seguimiento del acimut del sol.

[0043] Un ejemplo que no cae en el alcance de las reivindicaciones pero útil para comprender la invención también proporciona un programa informático o un producto de programa informático para llevar a cabo cualquiera de los procedimientos descritos en esta invención y/o para incorporar cualquiera de las características del aparato descritas en esta invención, y un medio legible por ordenador que tiene almacenado en él un programa para llevar a cabo cualquiera de los procedimientos descritos en esta invención y/o para incorporar cualquiera de las características del aparato que se describen en esta invención.

[0044] Un ejemplo que no cae en el alcance de las reivindicaciones pero útil para comprender la invención también proporciona una señal que incorpora un programa informático o un producto de programa informático para llevar a cabo cualquiera de los procedimientos descritos en esta invención y/o para incorporar cualquiera de las características del aparato descritas en esta invención, un procedimiento para transmitir dicha señal y un producto informático que tiene un sistema operativo que soporta un programa informático para llevar a cabo cualquiera de los procedimientos descritos en esta invención y/o para incorporar cualquiera de las características del aparato descritas en esta invención.

[0045] Cualquier característica en un aspecto de la invención puede aplicarse a otros aspectos de la invención, en cualquier combinación apropiada.

[0046] Como se utiliza en esta invención, el término "base" connota preferentemente una parte de soporte de carga de una estructura que, en uso normal, es la parte de soporte de carga más baja; más preferentemente una parte de soporte de carga de una estructura que está fijada al menos de manera semipermanente al suelo. En una alternativa, el término "base" connota el suelo.

[0047] Como se utiliza en esta invención, el término "pata" preferentemente connota una parte de soporte de una estructura; más preferentemente una parte de soporte que se extiende desde un componente soportado hasta un componente adicional que soporta la pierna; aún más preferentemente una parte de soporte que se extiende desde un componente soportado hasta una base para la estructura (o el suelo).

[0048] Como se utiliza en esta invención, la expresión "carga útil" preferentemente connota un componente, sistema o aparato que está configurado para su uso en el seguimiento solar; más preferentemente un componente, sistema o aparato que comprende un panel solar.

[0049] Como se utiliza en esta invención, el término "bisagra" o "junta con bisagra" preferentemente connota una junta con un grado de libertad y/o una junta que proporciona una rotación alrededor de un solo eje.

[0050] Como se utiliza en esta invención, la expresión "aparato de seguimiento solar" debe entenderse como sinónimo de los términos "seguidor", "seguidor solar" y "matriz".

[0051] Como se utiliza en esta invención, el término "montura" debe entenderse como sinónimo de los términos

"bastidor" y "estructura de soporte".

[0052] Como se utiliza en esta invención, la expresión "accionable linealmente" debe entenderse como sinónimo del término "extensible".

5

[0053] Como se utiliza en esta invención, la expresión "junta de rótula" debe entenderse como sinónimo de la expresión "junta universal". Es decir, se pueden utilizar juntas universales en lugar de juntas de rótula en una alternativa (aunque se apreciará que las juntas de rótula pueden proporcionar una mayor libertad de movimiento).

10 **[0054]** La invención se describirá ahora, puramente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 muestra el movimiento del sol en relación con un punto en el suelo;

15 La Figura 2 muestra la forma en que un seguidor convencional montado en un poste (o un seguidor de doble eje) realiza un seguimiento del sol;

La Figura 3 muestra un sistema convencional de tres ejes;

La Figura 4 muestra un aparato de seguimiento solar según un ejemplo que no cae en el alcance de las reivindicaciones pero que es útil para comprender la invención;

20 La Figura 5 muestra la posición del aparato al amanecer;

La Figura 6 muestra la posición del aparato al mediodía (en invierno);

La Figura 7 muestra la posición del aparato al anochecer;

La Figura 8 muestra la posición del aparato al mediodía (en verano);

La Figura 9 muestra un aparato alternativo de seguimiento solar según un ejemplo que no cae en el alcance de las reivindicaciones pero que es útil para comprender la invención; y

25 La Figura 10 muestra un aparato de seguimiento solar según una realización la invención.

Descripción específica

[0055] El sistema propuesto en este caso puede evitar las principales desventajas de los sistemas de seguimiento actuales que utilizan una estrategia novedosa para el seguimiento de doble eje. El sistema tiene un coste de instalación muy reducido en comparación con los sistemas actuales y, en particular, la instalación es similar a la de una matriz fija. Está diseñado para ser instalado utilizando los mismos procedimientos simples utilizados para una matriz fija y sin una base de hormigón costosa y que requiere mucho tiempo, por lo que evita daños ambientales. Puede instalarse en el mismo tipo de estacas de tierra utilizadas para montar una matriz fija. Estas se clavan en el suelo utilizando equipos simples y de bajo coste que pueden permitir que se instalen muchas en un día. Está diseñada para ser ensamblada en una matriz de la misma manera que una matriz fija, mediante la construcción de un marco a partir de elementos simples que pueden ser levantados por una persona y atomillados para crear el bastidor completo. Se diseña para que los paneles individuales puedan a continuación montarse en el bastidor de la misma manera que para una matriz fija. Se diseña para estar más cerca del suelo que otros seguidores, de modo que sea más fácil acceder a para instalar los paneles y realizar su mantenimiento cuando sea necesario. La baja altura también supone un menor impacto visual y, por tanto, una menor preocupación a la hora de obtener una licencia urbanística. Estas características pueden reducir el coste y la complejidad y hacer que el sistema resulte familiar a los instaladores actuales.

45 **[0056]** De manera adicional, en el diseño se han tenido en cuenta los costes de mantenimiento a lo largo de la vida útil del seguidor y las limitaciones derivadas de mismo. El número de piezas se ha reducido en la medida de lo posible y las piezas que se han utilizado se han seleccionado para que sean intrínsecamente fiables a lo largo de los 25 años de vida de una matriz solar y baratas de sustituir. Muchos de los elementos están diseñados para ser piezas de ingeniería comunes, por ejemplo, de la industria automotriz.

50

[0057] No utiliza un sensor de luz para detectar el ángulo del sol. En su lugar, utiliza un controlador que tiene un reloj de tiempo y contiene en la memoria el ángulo del sol para cada día de cada año y luego utiliza sensores de ángulo en estado sólido en la matriz. Esto evita el coste de limpieza y mantenimiento de un sensor.

55 **[0058]** Alternativamente, en lugar de almacenar en la memoria el ángulo del sol para cada día de cada año, el controlador contiene un programa informático en la memoria para predecir el movimiento del sol a través del cielo para cada día de cada año. El programa informático implementa ecuaciones para calcular el ángulo del sol en función de la hora actual (según lo proporcionado por el reloj de tiempo) y, opcionalmente, la ubicación geográfica del sistema.

60 **[0059]** La simulación del sistema muestra que con su intervalo de ángulos de seguimiento siguiendo parte de la elevación y del acimut a lo largo del día y el año, obtendrá aproximadamente un 30 % más de energía que una matriz fija en la misma ubicación en el Reino Unido, Europa y otros climas nublados.

[0060] La estrategia innovadora del diseño del sistema propuesto se ha alcanzado mediante el análisis de los 65 grados de libertad necesarios para que la matriz de colectores solares pueda realizar un seguimiento del rayo del sol.

La matriz debe poder girar alrededor de un mínimo de dos ejes. Las rotaciones y traslaciones posibles en cada montaje se han seleccionado para permitir las rotaciones requeridas, pero también para evitar la concentración de cargas en un solo punto de soporte.

5 **[0061]** Al describir la estrategia, se hará referencia a un sistema convencional de tres ejes, como se muestra en la Figura 3, que tiene ejes horizontales este oeste y norte sur x y un eje vertical z con rotaciones de balanceo alrededor del eje x, alabeo alrededor del eje y y guiñada alrededor del eje z. Este sistema de ejes está fijado al suelo en la ubicación de la matriz con el eje y orientado hacia el sur. El sol se mueve a través del cielo cambiando de elevación (como se denota por los ángulos " α " y " β ", que se muestran en la Figura 1) durante el año, por lo que el rayo del sol gira en cabeceo alrededor del eje x y cambia el acimut durante el día, por lo que el rayo del sol gira en guiñada alrededor del eje z. Para realizar de manera esencial un seguimiento del sol, el plano de la matriz debe tener libertad de movimiento para que el haz en movimiento del sol pueda estar de manera continua perpendicular a él. Por lo tanto, la matriz tiene dos grados de libertad de rotación pero ningún grado de libertad de traslación. Este es el número mínimo para realizar un seguimiento del sol.

15 **[0062]** En los sistemas de seguimiento de dos ejes convencionales, como se muestra esquemáticamente en la Figura 2, suele haber un sistema de segundo eje situado en la parte superior del poste con un eje z común al suelo y al poste, pero los ejes x e y giran alrededor del poste. En tales sistemas, el movimiento del sol se equipara con la guiñada alrededor del eje z del suelo y el cabeceo alrededor del eje x en movimiento que gira alrededor del polo.

20 **[0063]** En los seguidores convencionales de un solo eje (no mostrados) se elige un eje y la matriz gira alrededor de ese eje. En un seguidor de elevación, se elige el eje x del suelo y el plano de la matriz cabecea sobre él para tener en cuenta la época del año. En un seguidor de acimut, se elige el eje y de tierra y el plano de la matriz alabea sobre él para tener en cuenta la hora del día. Por lo tanto, en los seguidores de un solo eje, el plano de la matriz tiene un
25 único grado de libertad de rotación y ningún grado de libertad de traslación.

[0064] Matemáticamente, para el seguimiento de doble eje, el plano de la matriz puede moverse utilizando un conjunto alternativo de movimientos que no sean puras rotaciones sobre estos ejes, siempre que el movimiento resultante de la matriz tenga los mismos dos grados de libertad que coinciden con el movimiento del sol.

30 **[0065]** Un ejemplo de un aparato (o "matriz") 100 de seguimiento solar se describe con referencia a los dibujos adjuntos en las Figuras 1 a 9.

[0066] La Figura 4 muestra el aparato (o "matriz") 100 de seguimiento solar según un ejemplo de la presente invención. El aparato comprende un bastidor triangular (o "montura") 8 soportado en una primera pata fija 9 (también denominado punto de montaje y/o el punto más bajo de la estructura proporcionado por el aparato) y patas segunda y tercera 2, 3 (también denominadas patas traseras), que son accionables linealmente. Las patas segunda y tercera 2, 3 están conectadas a una base y/o al suelo en sus extremos que son distales al bastidor (siendo dichos extremos también denominados puntos de montaje) y al bastidor en sus extremos proximales. Las patas están fijadas a una
40 base 10 formada por un bastidor de miembros 9 (no mostrado)

[0067] Para la estabilidad y el control de la matriz se requiere un mínimo de tres puntos de montaje y, por lo tanto, las realizaciones de la presente invención utilizan una disposición ajustable con tres patas donde la fijación al plano del bastidor 8 utiliza juntas de rótula, por lo que es posible la rotación en cabeceo, alabeo y guiñada, pero no se permite la traslación en la junta. La rotación del plano de la matriz se logra mediante el movimiento de traslación de dos de las patas 2, 3. El movimiento lineal de estas dos patas 2, 3 se convierte en rotación del plano del bastidor 8 alrededor de dos ejes.

[0068] El diseño innovador del seguidor se basa en un trípode con una pata fija y dos patas extensibles 9, 2, 3 que soportan el bastidor 8 que, a su vez, soporta una carga útil como una matriz plana de paneles solares 11 (o un solo panel solar). Tener una configuración de trípode significa que las cargas de la matriz se distribuyen a través de las tres patas en el suelo. Por lo tanto, la estructura en el bastidor de la matriz y las bases necesita soportar solo una parte de las cargas en comparación con los seguidores convencionales de 2 ejes. Una innovación es el análisis de la forma en que todas las juntas de las tres patas 9, 2, 3 se comportan en conjunto para permitir el seguimiento de la
55 elevación y el acimut del sol.

[0069] Ahora, para controlar el ángulo del plano de la matriz y mantenerlo estable, los grados de libertad de los extremos inferiores de las patas del trípode han requerido un cuidadoso análisis. En las realizaciones descritas, una de las patas 9 está fija en longitud y dispuesta de modo que una junta 1 con el bastidor 8 no tenga movimiento lineal en ninguna dirección. Por lo tanto, esta junta 1 tiene únicamente tres grados de libertad de rotación; alabeo, cabeceo y guiñada (es decir, la junta 1 es una junta universal). Otra de las patas 2 tiene una junta de rótula 6 en el extremo fijado al suelo y una junta de rótula 4 adicional en el extremo fijado a la matriz. La pata 2 es extensible en longitud, por lo que esta pata controla la altura de su fijación al bastidor 8 por encima del suelo y permite tres grados de libertad de rotación de las juntas 6, 4 tanto en el suelo como en la matriz. Esto permite controlar la altura de un lado de la matriz
60 (como se muestra en las Figuras 5 a 8). Sin embargo, el sistema carece de estabilidad y su estado natural es caer al
65

suelo. La tercera pata 3 está incluida para permitir tres grados de libertad de rotación en un extremo (a través de una junta de rótula 5 proporcionada en el extremo de la pata 3 que es proximal al bastidor 8) y es extensible en longitud, pero limita el movimiento del bastidor 8 y las patas 9, 2, 3, por lo que el sistema es estable al limitar los grados de libertad del bastidor 8 a la rotación después de la elevación y el acimut del sol (es decir, dos grados de libertad, por alabeo y cabeceo). Esto se consigue restringiendo los grados de libertad del extremo proximal de esta tercera pata 3 mediante un montaje de bisagra 7. El eje de rotación de la bisagra 7 está dispuesto de modo que una línea perpendicular a él pase por el punto de fijación de la pata de longitud fija 1.

[0070] En una realización de la presente invención, en el punto más bajo del bastidor 8 que, en el hemisferio norte, estará orientado óptimamente hacia el sur, hay una junta de rótula 1 que permite la rotación de ese extremo del bastidor 8 alrededor de los tres ejes ortogonales en alabeo, guiñada y cabeceo, pero que no permite la traslación en ninguna dirección, salvo una pequeña holgura. Esta junta de rótula se denomina junta de rótula frontal 1.

[0071] Si la parte trasera de la estructura de soporte se eleva por la extensión de las patas traseras 2, 3, entonces la junta de rótula frontal 1 permite el seguimiento de la elevación. Si un lado de la parte posterior de la estructura de soporte se levanta y el otro se baja, la junta de rótula frontal 1 permite el seguimiento del acimut. Combinando la elevación de la parte trasera con la elevación de un lado y la bajada del otro, se consigue acto seguido una combinación de seguimiento de elevación y acimut, lo que permite realizar un seguimiento al sol a través del cielo.

[0072] Las dos patas traseras 2, 3 son extensibles y, por lo tanto, pueden proporcionar el movimiento necesario para levantar cada lado de la parte trasera de forma independiente y así realizar un seguimiento del sol. La pata 2 se conoce como la pata oriental y la pata 3 se conoce como la pata occidental.

[0073] Una innovación consiste en garantizar que el movimiento angular del bastidor 8 necesario para realizar un seguimiento del sol sea posible manteniendo la estabilidad de la estructura. Esto se consigue mediante el uso de una disposición particular de tipos de juntas en las patas traseras 2, 3.

[0074] Ambas patas traseras 2, 3 de la estructura del trípode tienen una junta de rótula similar en un extremo 4, 5, que puede ser el extremo más cercano a la matriz 8 o el extremo más cercano al suelo. Por lo tanto, estas juntas de rótula 4, 5 también permiten la rotación alrededor de los tres ejes ortogonales en alabeo, guiñada y cabeceo, pero no permiten ninguna traslación dentro de la junta.

[0075] Una de las patas traseras 2 tiene entonces una segunda junta de rótula 6 en su extremo distal al bastidor 8, que también permite la rotación alrededor de los tres ejes ortogonales en alabeo, guiñada y cabeceo, pero no permite ninguna traslación dentro de la junta.

[0076] La otra pata trasera 3 tiene una junta 7 que es una bisagra y solo puede moverse como rotación alrededor del eje de alabeo del pasador de bisagra, que está alineado para que la línea perpendicular a él pase a través del soporte frontal 1. En las realizaciones descritas por la presente invención, esto permite que las patas traseras 2, 3 alteren sus ángulos a medida que la estructura realiza un seguimiento del sol, pero también mantiene la estructura en una disposición estable. La bisagra 7 en la pata occidental 3 impide que el conjunto vuelque.

[0077] También se requiere cierta flexibilidad en las patas 2, 3 y en la junta con bisagra 7 para permitir un movimiento suave. Por lo tanto, las juntas pueden incorporar casquillos de caucho y cierta flexibilidad en sus estructuras.

[0078] El funcionamiento del sistema y cómo realiza un seguimiento del sol se describen con referencia a las Figuras 5 a 8. Como se muestra en la Figura 5, la posición del seguidor al amanecer en el hemisferio norte se establece con la pata oriental 2 retraída a su longitud más corta y la pata occidental 3 extendida a su longitud más larga. Esto alabea el bastidor 8 sobre su junta de rótula frontal 1 y también cabecea el lado occidental hacia arriba y el lado oriental hacia abajo. Toda la matriz 100 ahora está orientada en dirección este se aproxima a la vertical con respecto al suelo. Cuando el sol aparece por el horizonte, su rayo incide en la matriz 8 casi perpendicularmente a la superficie del panel solar 11 apoyado en el bastidor 8, que es el ángulo óptimo para la recolección de energía.

[0079] A medida que el sol atraviesa el cielo de este a oeste y se eleva por encima del horizonte, las patas oriental 2 y occidental 3 se ajustan luego para realizar un seguimiento del sol. Inicialmente, la pata oriental 2 se extiende y la pata occidental 3 se retrae. Al mediodía, como se muestra en la Figura 6, las patas 2 y 3 se extenderán en la misma medida para ajustar la matriz de modo que el rayo solar incide en la matriz casi perpendicularmente a la superficie del panel solar 11.

[0080] Por la tarde, como se muestra en la Figura 7, la pata oriental 2 se extiende aún más y la pata occidental 3 se retrae. La posición del seguidor al atardecer en el hemisferio norte se establece con la pata occidental 3 retraída a su longitud más corta y la pata oriental 2 extendida a su longitud más larga.

[0081] Como se muestra en la Figura 8, la extensión de las patas traseras 2 varía a lo largo del año para realizar

un seguimiento de la elevación del sol. La Figura 8 muestra la posición al mediodía en verano, mientras que la Figura 7 muestra la posición al mediodía en invierno.

[0082] Como se muestra en las Figuras 5 a 8, la base 10 es, por lo general, un bastidor simple formado por miembros. La base puede fijarse al suelo con estacas (o de otro modo de manera semipermanente) para mantener la matriz en su sitio. Opcionalmente, la primera pata 9 puede ser parte de la base 10.

[0083] En una alternativa, en la pata occidental 3, las posiciones de la bisagra 7 y la junta de rótula 6 se transponen de manera que la bisagra 7 está montada en el bastidor 9 que soporta la matriz 8 y la junta de rótula se encuentra en el extremo de la pata occidental 3 en el suelo.

[0084] En una alternativa, las patas occidental y oriental 2, 3 pueden intercambiarse en el diseño.

[0085] En una alternativa, las patas extensibles occidental y oriental 2, 3 y la junta de rótula única 1 están configuradas de forma diferente alrededor del bastidor 8, como se muestra para el aparato 110 en la Figura 9. La junta de rótula única 1 está situada hacia la parte trasera, al norte (en el hemisferio sur) del bastidor 8, de manera que soporta esta parte de la matriz solar a mayor altura del suelo que la parte delantera, al sur (en el hemisferio sur) del bastidor 8. La pata 9 está fijada a la base en el extremo distal al bastidor 8, de modo que el extremo distal no puede pivotar con respecto a la base. Las dos patas extensibles 2, 3 pueden colocarse en la parte delantera, al sur (en el hemisferio sur) del bastidor 8, una pata 2 hacia el este y una pata 3 hacia el oeste, como en el aparato 100. Una pata 3 tiene juntas de rótula 4, 6 en cada extremo y la otra pata 2 tiene una junta de rótula 5 en un extremo y una bisagra 7 en el otro extremo, una vez más, como en el aparato 100.

[0086] Al retraer ambas patas extensibles 2, 3, el bastidor 8 se baja en la parte delantera y el ángulo de cabeceo del bastidor con respecto al suelo aumenta, lo que permite seguir al sol más abajo en el cielo durante el invierno. Al extender las dos patas extensibles 2, 3, el bastidor 8 se eleva en la parte delantera, con lo que se reduce el ángulo de cabeceo del bastidor con respecto al suelo, lo que permite seguir al sol más arriba en el cielo durante el verano. Extendiendo diferencialmente una pata 2/3 y retrayendo la otra pata 3/2, el bastidor 8 alabea de este a oeste, siguiendo así el sol a través del cielo durante el día.

[0087] La configuración de las patas extensibles 2, 3 y la junta de rótula única 1 del aparato 110 da como resultado un barrido general del cielo diferente al de la configuración con las patas traseras extensibles 2, 3 del aparato 100. Esto tiene como consecuencia que las dos configuraciones 100, 110 funcionan de forma diferente para obtener energía solar adicional en comparación con una matriz fija. Una de las diferencias es la orientación de las dos configuraciones por la mañana y por la tarde. El aparato 100 tiende a apuntar ligeramente hacia el sur por la mañana y por la tarde y, por tanto, favorece la salida y la puesta del sol en invierno. El aparato 110 tiende a apuntar ligeramente al norte por la mañana y por la tarde, por lo que favorece la salida y la puesta del sol en verano. Esto permite una adaptación diferente de generación y demanda de las configuraciones alternativas.

[0088] Una consecuencia de tener la junta de rótula única 1 hacia la parte trasera, norte (en el hemisferio sur) y las dos patas extensibles 2, 3 montadas en la parte delantera, sur (en el hemisferio sur), al igual que para el aparato 110, es que todo el sistema tenderá a ser más alto. Las ganancias

de energía y las cargas estructurales son, por tanto, algo diferentes a las del aparato 100 descrito anteriormente, lo que puede resultar ventajoso en algunas situaciones.

[0089] Otra realización de un aparato (o "matriz") 200 de seguimiento solar se describe con referencia a la Figura 10. El aparato 200 de esta realización es similar al aparato 100 descrito anteriormente, y las partes similares se indican con números similares, pero con el prefijo "20". En consecuencia, el aparato 200 comprende un bastidor triangular (o "montura") 208 apoyado sobre una primera pata (que comprende un sistema 220 de eje de alabeo y eje de cabeceo descrito con más detalle a continuación) y patas segunda y tercera 202, 203 (también denominadas patas traseras), que son accionables linealmente. El sistema 220 de eje de alabeo y eje de cabeceo sustituye a la pata 9 y a la junta de rótula 1 del aparato 100 mostrado en la Figura 4. Las patas segunda y tercera 202, 203 están conectadas a una base (no mostrada) en sus extremos que son distales al bastidor (siendo dichos extremos también denominados puntos de montaje) y al bastidor 208 en sus extremos proximales. Los demás elementos del aparato 200 son idénticos a los del aparato 100 mostrado en la Figura 4, excepto en que la bisagra 7 del extremo distal de una pata se sustituye por una junta de rótula 222.

[0090] La disposición de las juntas en el aparato 200 se ha obtenido tras un cuidadoso análisis de los grados de libertad de los puntos de fijación de los paneles de seguimiento. Esta disposición cumple el mismo requisito de controlar el ángulo del plano de la matriz al tiempo que mantiene la estabilidad.

[0091] Ambas patas traseras 202, 203 tienen juntas de rótula 204, 206, 205, 222 en sus dos extremos respectivos. Esto permite la rotación libre alrededor de los tres ejes en cada extremo de cada junta, pero se evita la traslación relativa. Por lo tanto, la parte superior del bastidor 208 sobre el que están montados los paneles puede

moverse lateralmente tanto en dirección norte-sur como este-oeste. Las patas 202, 203 son extensibles en longitud, por lo que al extender o contraer las patas, el bastidor 208 se mueve hacia arriba y hacia abajo en cada esquina.

[0092] En el punto más bajo del bastidor 208 que, en el hemisferio norte, estará orientado óptimamente hacia el sur, hay una disposición de junta más compleja, el sistema 220 de eje de alabeo y eje de cabeceo. El sistema 220 de eje de alabeo y eje de cabeceo comprende un par de árboles 228, 230 fijados perpendicularmente entre sí, siendo cada árbol insertado a través de un par de cojinetes giratorios 224, 226 y 232, 234 para los árboles 228, 230 respectivamente. Los cojinetes giratorios 224, 226 están fijados al bastidor 208. Los cojinetes 224, 226 están dispuestos con un cojinete 224 hacia el este y un cojinete 226 hacia el oeste del bastidor 208 con un eje de rotación común alineado de este a oeste en el bastidor cuando está horizontal. Esto permite que el bastidor cabecee alrededor de este eje en elevación cuando el eje del cojinete está horizontal. Un árbol 228 se inserta a través de estos cojinetes (denominado árbol de "cabeceo" a continuación) y permite que el bastidor siga el sol en acimut cuando las patas traseras 202, 203 se extienden o retraen juntas.

[0093] El árbol de cabeceo 228 está fijado perpendicularmente a otro árbol 230 (denominado eje de alabeo a continuación) que está alineado norte-sur y que puede girar alrededor de este eje norte-sur. El eje de alabeo 230 está montado en un par de cojinetes giratorios 232, 234 con un eje común de rotación sobre un montaje que está fijo con respecto a la base (no mostrada). El árbol de alabeo 230 permite que el bastidor 208 alabee de este a oeste para seguir al sol a lo largo del día. El árbol de balanceo 230 puede estar alineado con su eje horizontal o puede tener un ligero ángulo descendente hacia el sur si el aparato 200 está situado en una latitud norte. Si el aparato 200 está situado en una latitud norte, este ángulo descendente se elige para maximizar el rango de seguimiento que puede lograr con respecto al sol.

[0094] En consecuencia, el sistema puede realizar un seguimiento del sol a lo largo del día y de las estaciones. Por ejemplo, al amanecer (o cerca de él), al retraer la pata oriental 202 y extender la pata occidental 203, el bastidor 208 alabea alrededor del eje de alabeo y cabecea alrededor del eje de cabeceo, de modo que el bastidor queda aproximadamente vertical y su superficie está orientada hacia el este.

[0095] En una alternativa, el aparato 200 se modifica de forma similar a la reconfiguración entre los aparatos 100 y 110 descrita con referencia a la Figura 9 anterior. Para el aparato 200, esto corresponde a montar el sistema 220 de ejes de cabeceo y alabeo hacia la parte trasera, norte (en el hemisferio sur), y montar las dos patas extensibles 202, 203 en la parte delantera, sur (en el hemisferio sur).

[0096] En una alternativa, en el sistema 220 de eje de alabeo y eje de cabeceo, las posiciones del árbol de alabeo 230 y del árbol de cabeceo 228 y sus respectivos cojinetes 232, 234, 224, 226 se transponen de tal manera que los cojinetes 224, 226 (a través de los cuales pasa el árbol de cabeceo 228) se montan en la base y los cojinetes 232, 234 (a través de los cuales pasa el árbol de alabeo 230) se montan en el bastidor 208.

[0097] En una alternativa, no se utiliza ningún bastidor como base 10, y los extremos distales de cada una de las patas simplemente se fijan al suelo con estacas (o se fijan de otra forma). En dicha implementación, el suelo en sí es la "base" que se describe en esta invención. Mejor dicho, si el sistema se va a montar en el tejado de un edificio, los extremos distales de cada una de las patas se atornillan simplemente (o se fijan de otro modo) a la estructura del tejado, y el propio tejado es la "base" tal como se describe en esta invención.

[0098] La innovación en el diseño asegura que el movimiento angular del bastidor 8/208 necesario para realizar un seguimiento del sol esté controlado, pero al mismo tiempo distribuya las cargas a través de tres patas de montaje 9, 2, 3 del aparato 100, o 220, 202 y 203 del aparato 200.

[0099] El control de la matriz 8/208 se ha simplificado y se ha hecho más fiable. El control para determinar la extensión de las dos patas 2/202, 3/203 puede realizarse mediante un sistema de control electrónico que puede hacer funcionar motores eléctricos que accionen cadenas de tornillos, mecanismos de cremallera y piñón, etc., o podrían utilizarse otros sistemas, incluidos mecanismos hidráulicos o neumáticos.

[0100] La determinación del ángulo puede ser más simple en relación con los sistemas conocidos y puede utilizar un reloj de tiempo y una tabla preestablecida de posiciones para cada hora del día y día del año para la ubicación de la matriz 100/200 para el mejor ángulo con el sol. La posición del bastidor 8/208 puede determinarse mediante sensores de ángulo, de modo que el sistema de control puede extender las patas 2/202, 3/203 hasta que la matriz 100/200 se encuentre en el ángulo deseado.

[0101] En uso, el aparato 100/200 puede proporcionarse como parte de una instalación formada por muchos de dichos aparatos 100/200.

[0102] Se entenderá que la invención se ha descrito anteriormente únicamente a modo de ejemplo, y se pueden realizar modificaciones de detalles dentro del alcance de la invención.

[0103] Cada característica descrita en la descripción y (cuando corresponda) las reivindicaciones y dibujos se pueden proporcionar de forma independiente o en cualquier combinación adecuada.

[0104] Los números de referencia que aparecen en las reivindicaciones tienen únicamente fines ilustrativos y
5 no tendrán ningún efecto de limitación sobre el alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Aparato (200) de seguimiento solar, comprendiendo el aparato:
 - 5 una montura (208) para una carga útil; y
al menos tres patas (202, 203, 220) para soportar la montura (208) por encima de una base;
donde una de las patas (220) está conectada a la montura (208) a través de dos juntas con bisagra (228, 230); y
donde al menos dos de las patas (202, 203) son accionables linealmente de modo que, en uso, la montura (208)
es capaz de pivotar alrededor de al menos dos ejes con respecto a la base;
 - 10 **caracterizado porque** todas las patas (202, 203, 220) están conectadas a la montura (208) en los bordes de la
montura (208) y **porque** las patas están distribuidas alrededor de la montura para distribuir así la carga de la montura
(208).
- 15 2. Un aparato según la reivindicación 1, donde las patas (202, 203, 220) están conectadas a la montura
(208) a través de juntas pivotantes.
3. Un aparato (200) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde al menos algunas de las
patas (202, 203, 220) están conectadas a la montura (208) a través de juntas de rótula; preferentemente donde las
20 patas (202, 203) accionables linealmente están conectadas tanto a la montura (208) como a la base a través de juntas
de rótula.
4. Un aparato (200) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las al menos tres patas
(202, 203, 220) consisten en tres patas, donde dos de las patas (202, 203) son accionables linealmente;
25 preferentemente donde una de las patas (220) es de longitud fija.
5. Un aparato (200) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la pivotación de una
primera junta con bisagra (228) de las dos juntas con bisagra hace que la montura cabecee; y la pivotación de una
segunda junta con bisagra (230) de las dos juntas con bisagra hace que la montura alabee.
- 30 6. Un aparato (200) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las dos juntas con bisagra
(228, 230) comprenden un primer árbol giratorio (228) y un segundo árbol giratorio (230), respectivamente; donde los
árboles primero y segundo están dispuestos de tal manera que el primer árbol es perpendicular al segundo árbol;
preferentemente donde el árbol primero y segundo están conectados.
- 35 7. Un aparato (200) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las patas (202, 203)
accionables linealmente son telescópicas; preferentemente donde las patas accionables linealmente comprenden
cilindros telescópicos.
- 40 8. Un aparato (200) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además al menos
un accionador para accionar las patas accionables linealmente; comprendiendo el aparato preferentemente además
un controlador para controlar el al menos un accionador para realizar así un seguimiento del sol; más preferentemente
donde el controlador comprende al menos uno de: un reloj y una memoria que almacena información relacionada con
la posición del sol en relación con la hora del día (y opcionalmente la época del año); y un reloj y un programa
45 informático en la memoria para predecir la posición del sol en relación con la hora del día (y opcionalmente la época
del año).
9. Un aparato (200) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una base;
preferentemente donde la base está configurada para ser fijada al suelo mediante fijaciones que se clavan en el suelo,
50 más preferentemente donde dichas fijaciones son estacas; y/o donde la base comprende un bastidor formado por
miembros.
10. Un aparato (200) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las patas (202, 203, 220)
están dispuestas en una formación triangular en la montura (208).
- 55 11. Un aparato (200) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde todas las patas (202, 203,
220) soportan peso; y/o donde el aparato (200) no incluye un soporte debajo del centro de la montura (208).
12. Un aparato (200) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde al menos una pata (202,
60 203, 220) se extiende más allá de la huella de la montura (208).
13. Un aparato (200) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde, con respecto a la base, la
montura (208) es capaz de pivotar: alrededor de una de las patas (202, 203, 220) y/o alrededor de dos ejes,
preferentemente donde, con respecto a la base, la montura (208) es capaz de cabecear para realizar de este modo
65 un seguimiento de la elevación del sol y alabea para realizar de este modo un seguimiento del acimut del sol.

14. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el aparato está formado por una pluralidad de miembros que están fijados entre sí.
- 5 15. Un sistema de seguimiento solar, que comprende el aparato (200) de cualquier reivindicación anterior; y un panel solar soportado como una carga útil en la montura (208).

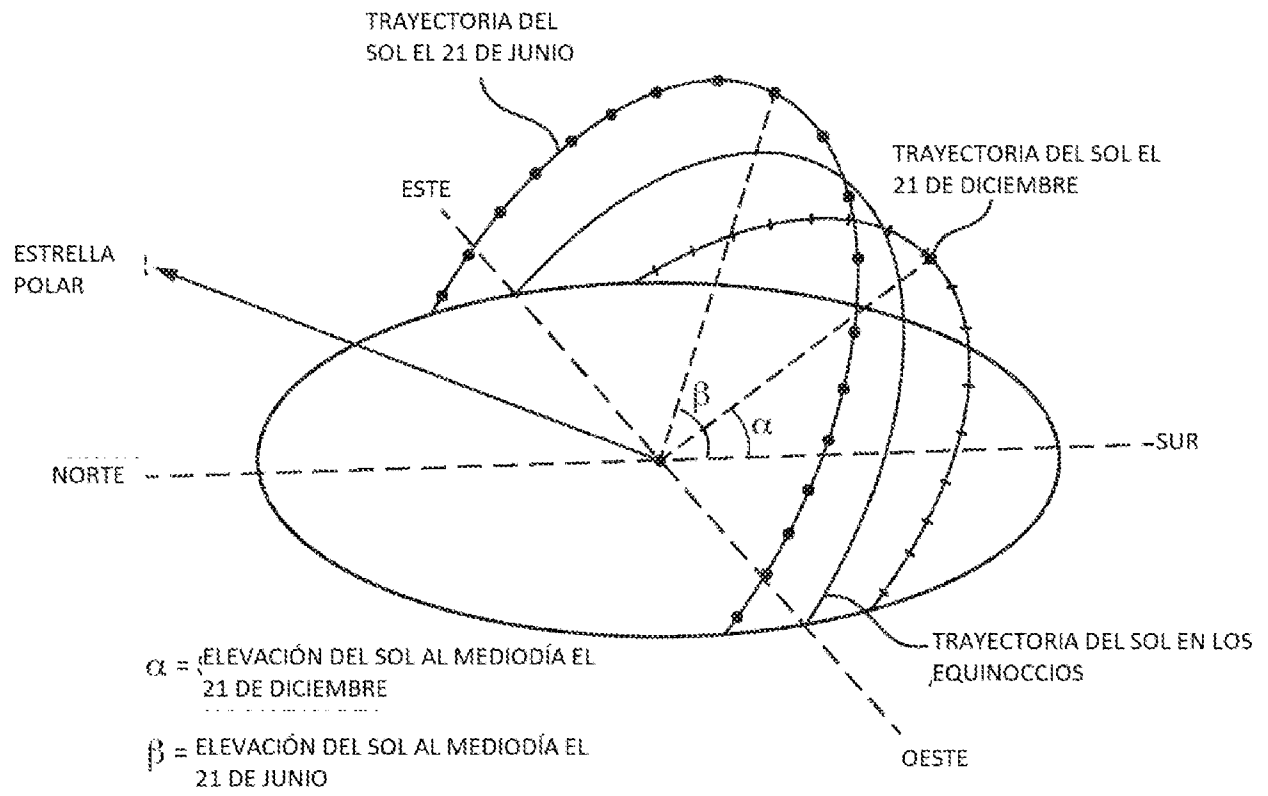
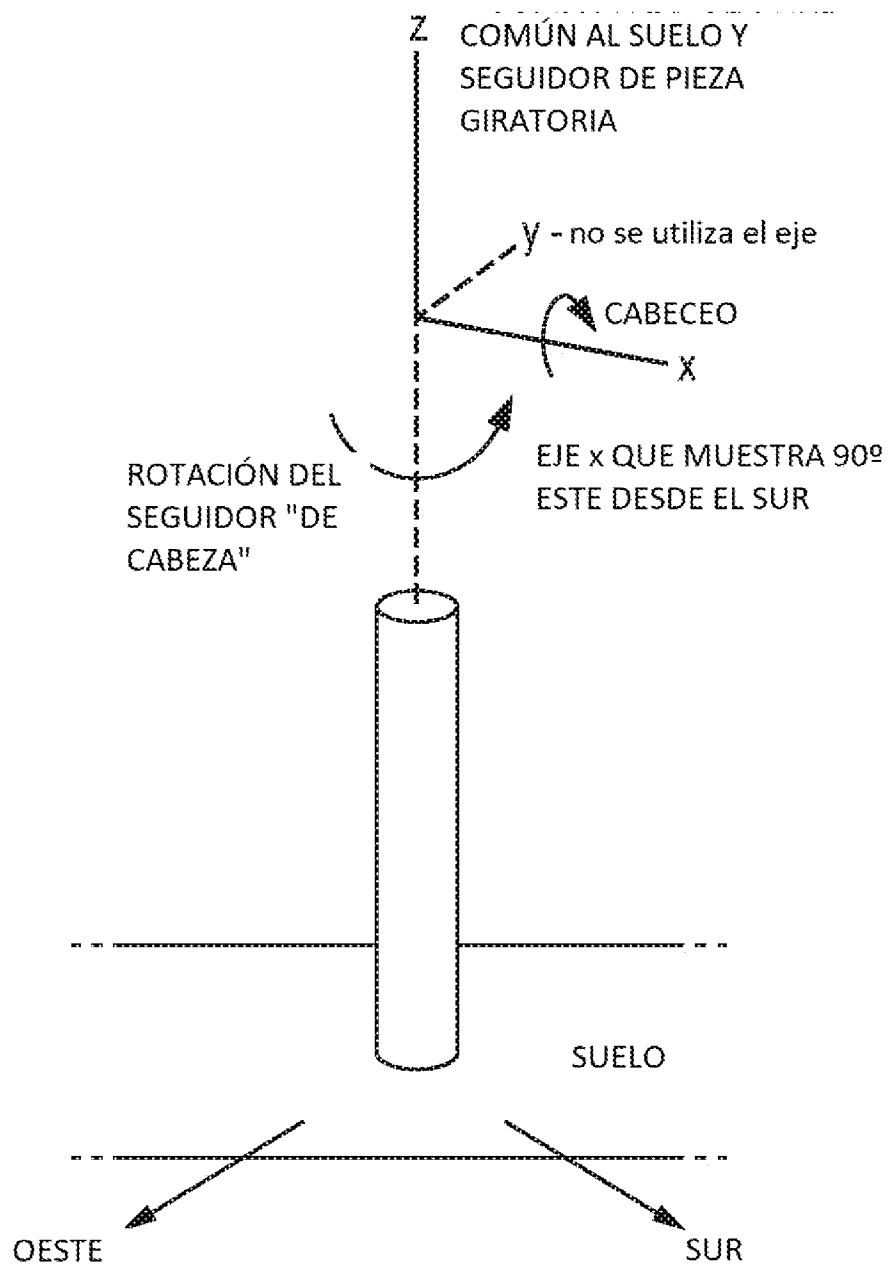


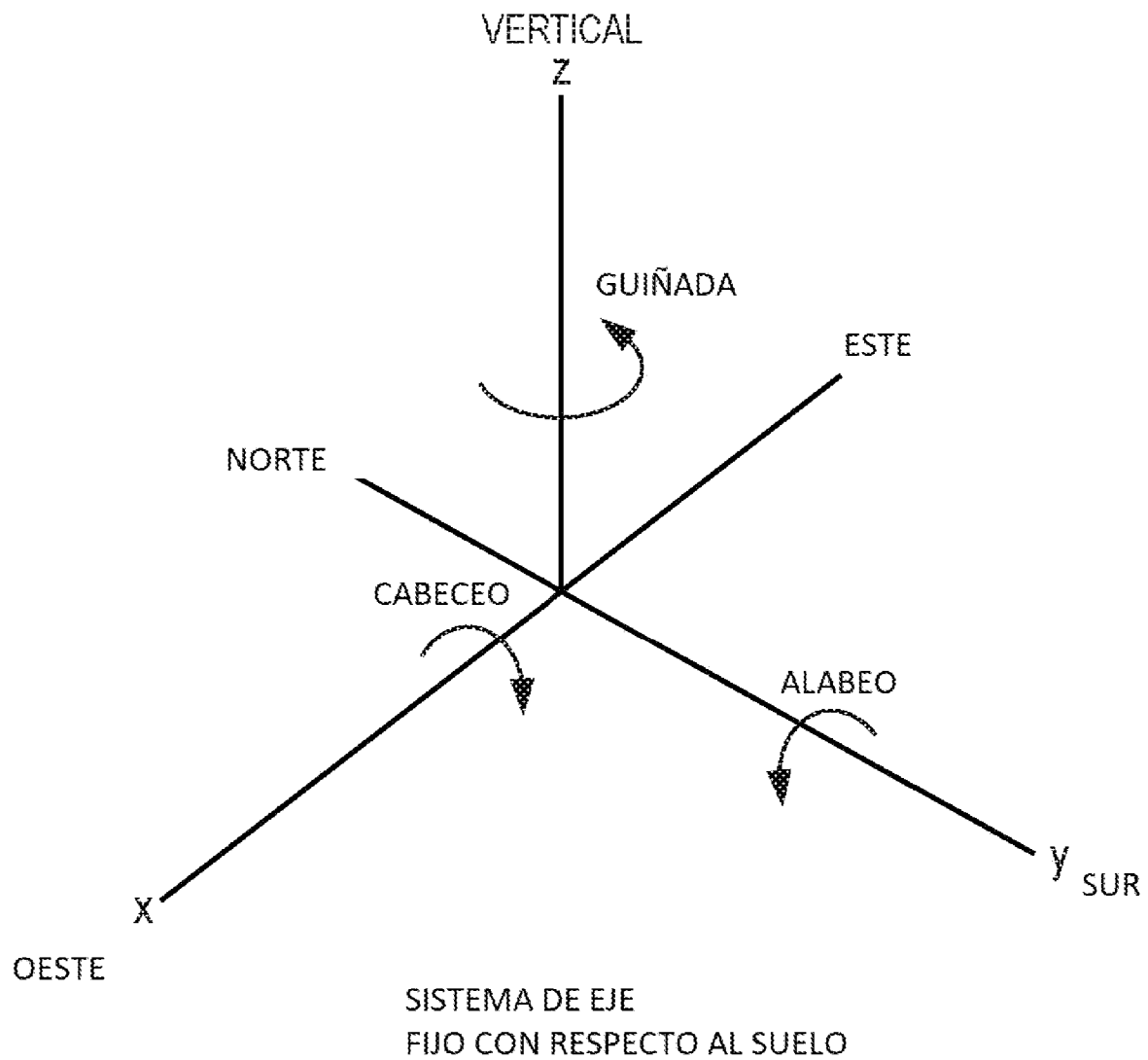
FIG. 1



SEGUIDOR CONVENCIONAL MONTADO EN POSTE – 2 EJES

LA ROTACIÓN DE LA "CABEZA" SIGUE EL CABECEO DE ACIMUT SOBRE EL EJE x GIRATORIO QUE SIGUE LA ELEVACIÓN

FIG. 2



GUIÑADA TAMBIÉN $\equiv$ ACIMUT (DE SOL)
CABECEO TAMBIÉN $\equiv$ ELEVACIÓN (DE SOL)

FIG. 3

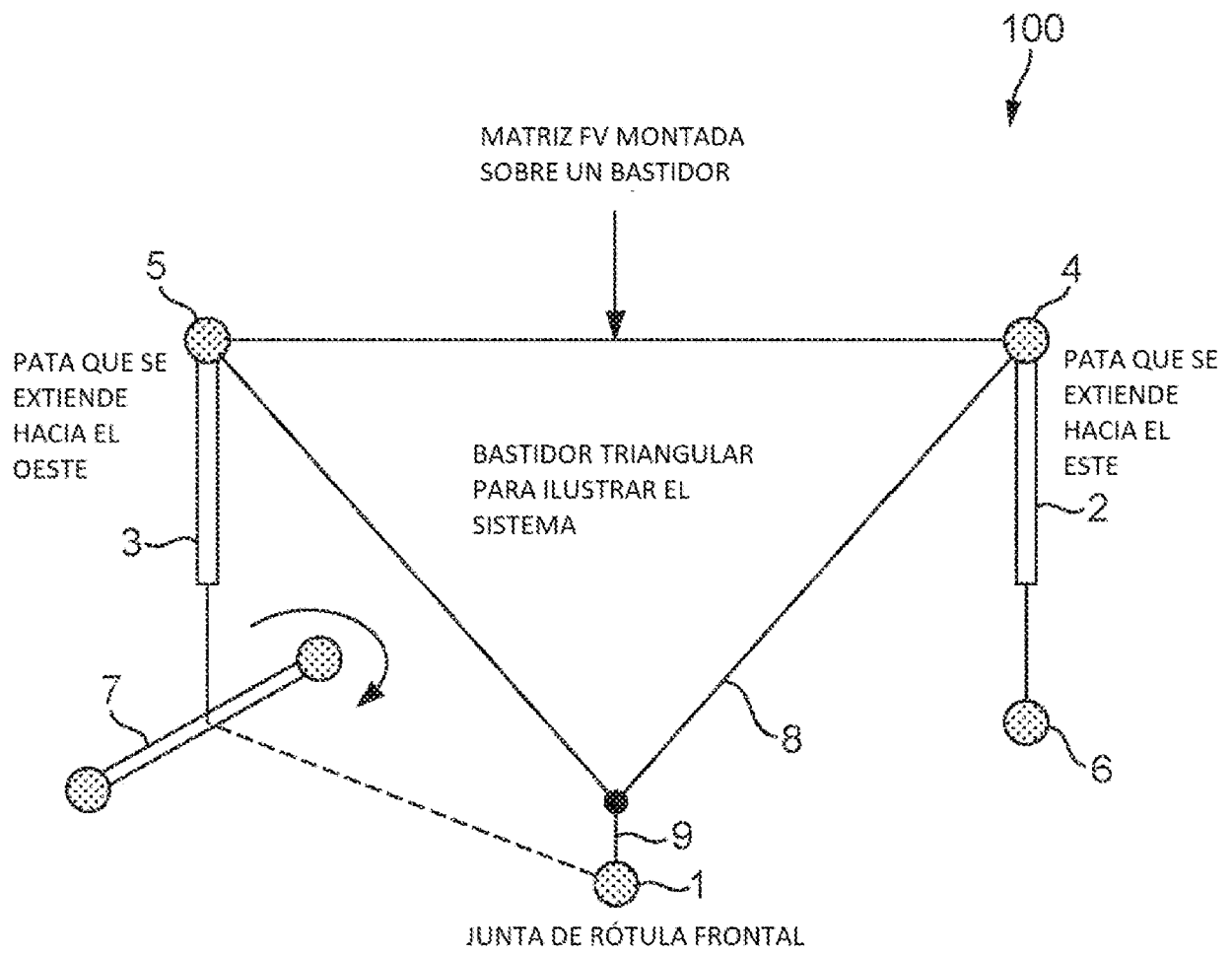


FIG. 4

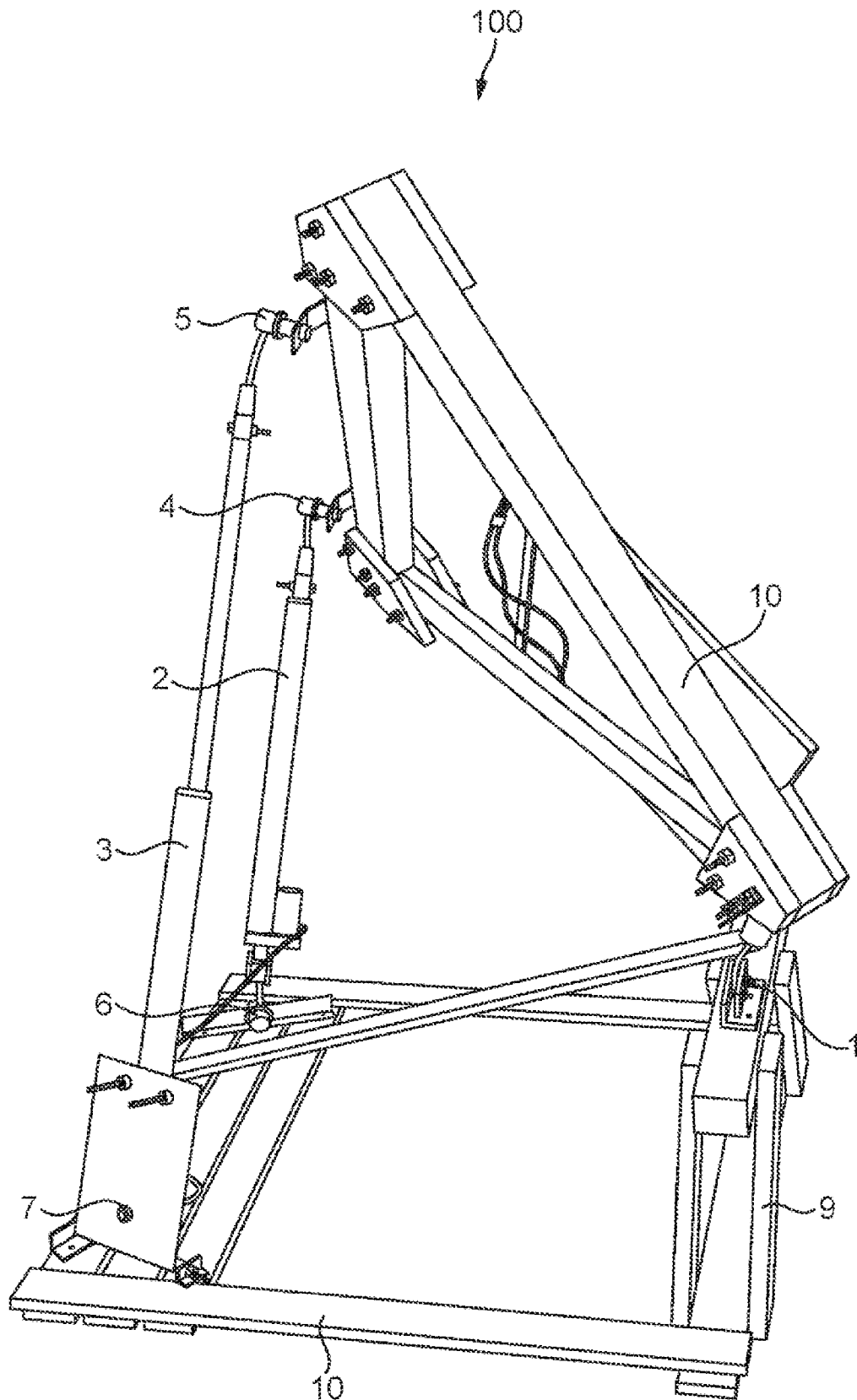


FIG. 5

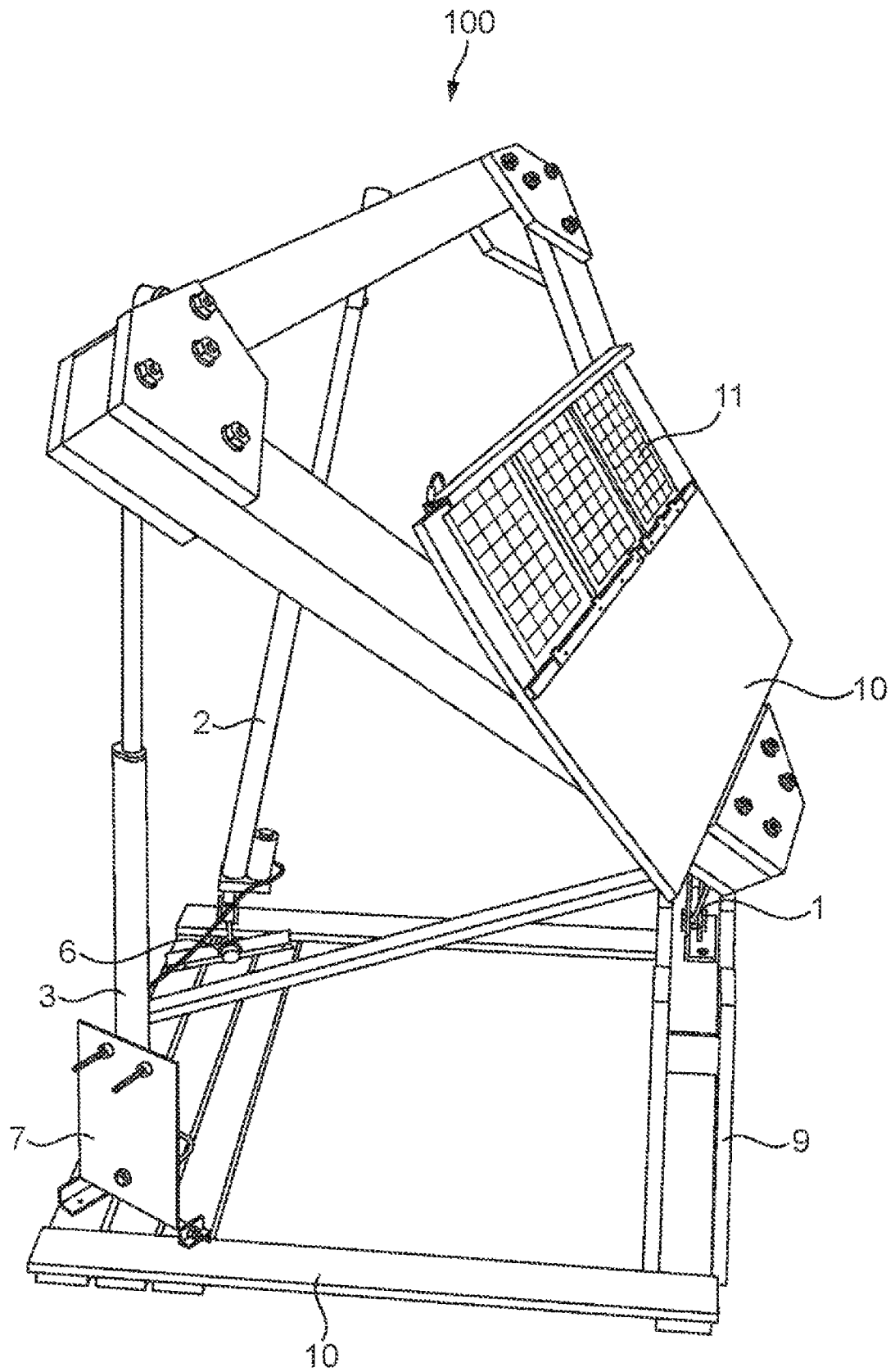


FIG. 6

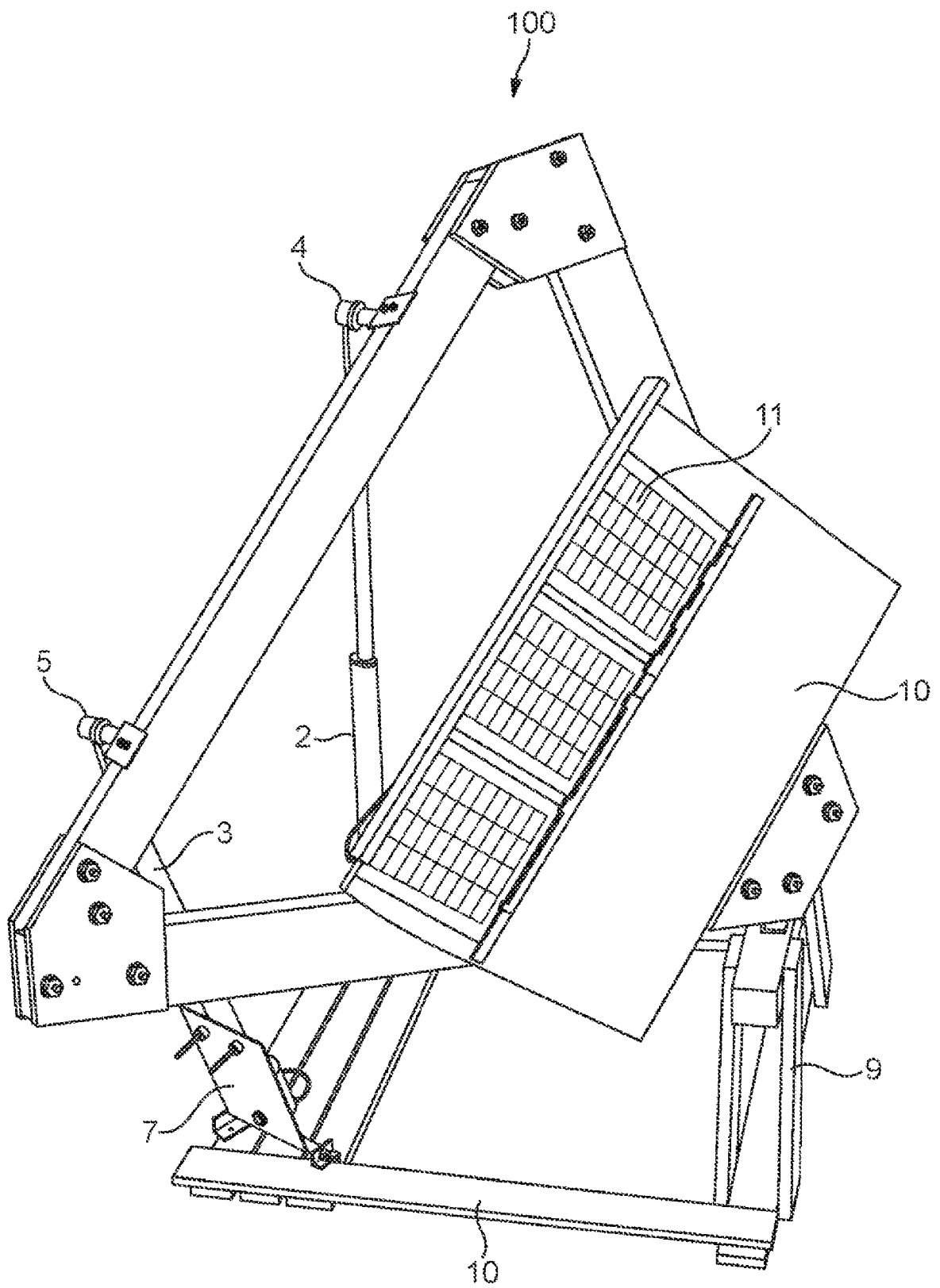


FIG. 7

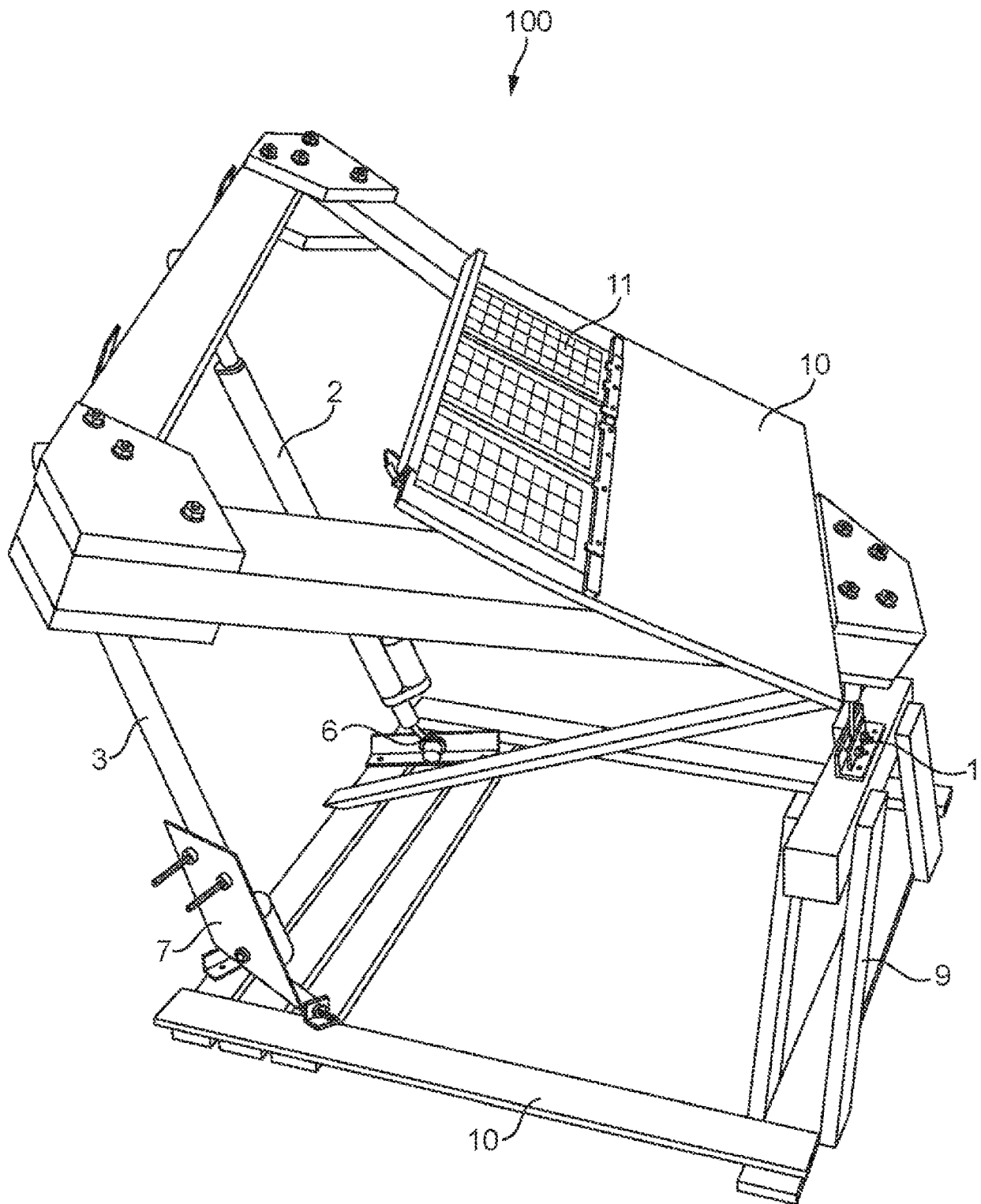


FIG. 8

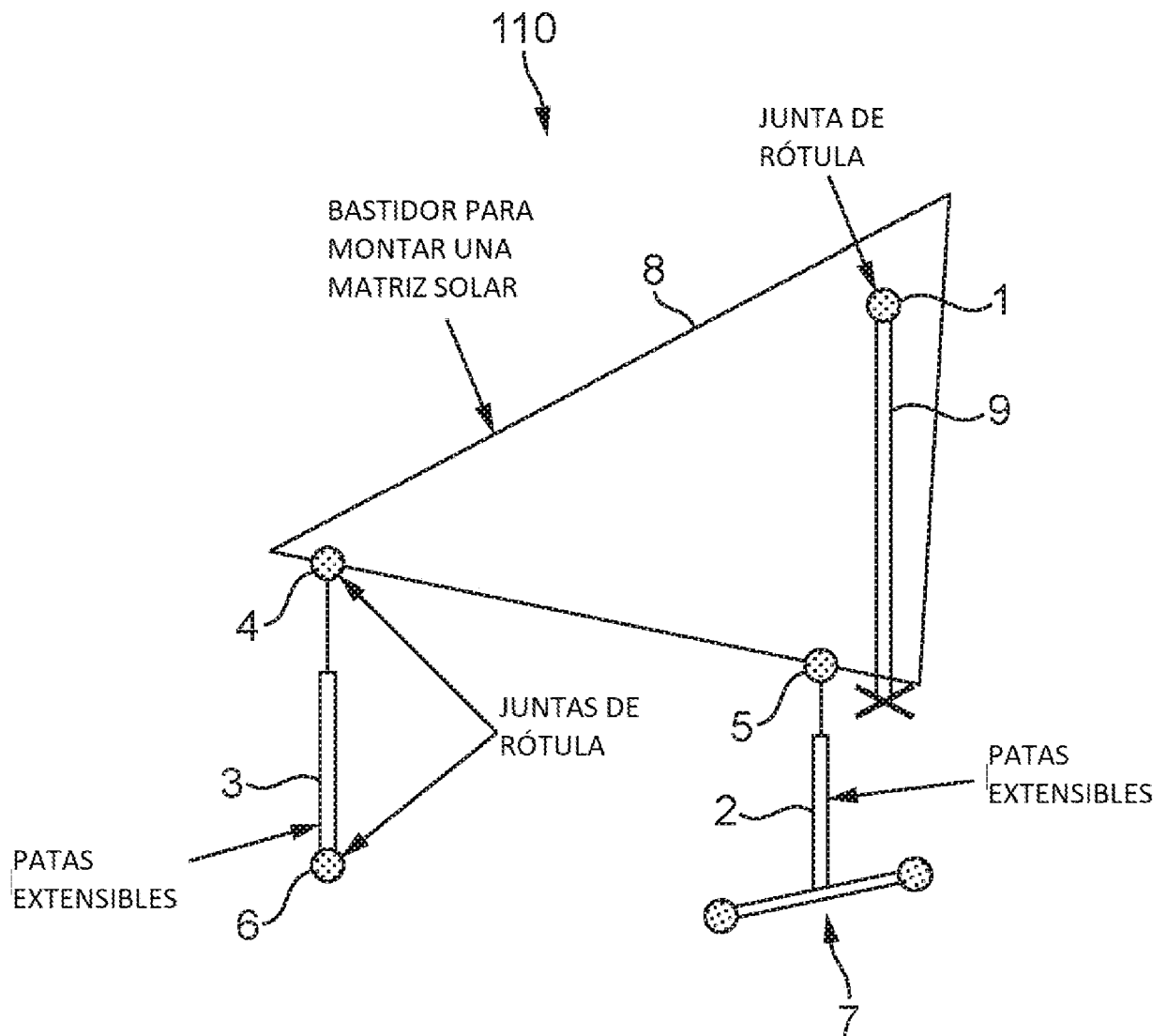


FIG. 9

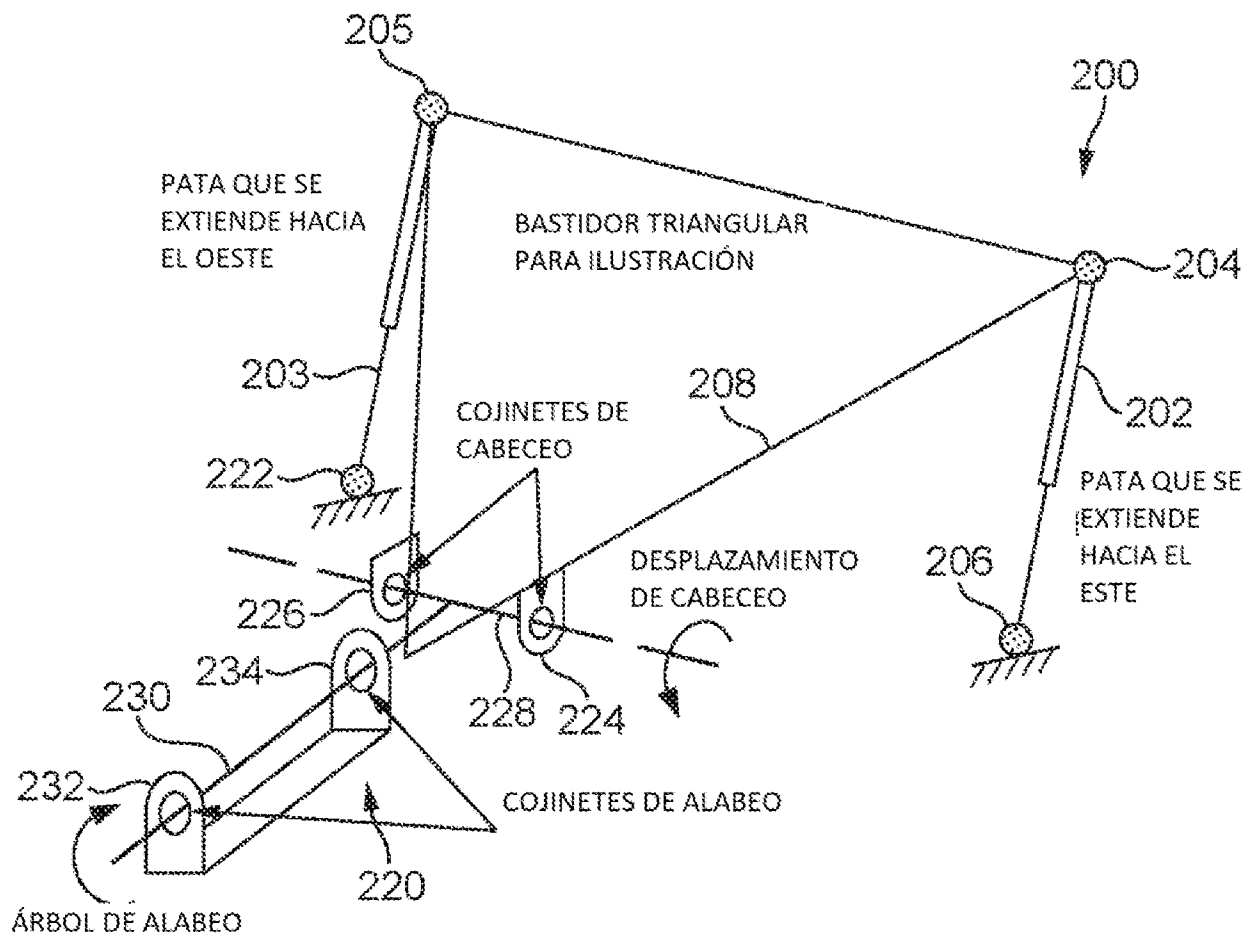


FIG. 10