

19



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 727 008**

21 Número de solicitud: 201990063

51 Int. Cl.:

**H02S 40/10** (2014.01)

**F24S 40/20** (2008.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

**25.01.2018**

30 Prioridad:

**26.01.2017 US 62/450,584**

**13.03.2017 US 62/470,342**

**06.10.2017 US 15/727,055**

**30.11.2017 US 15/826,976**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**11.10.2019**

71 Solicitantes:

**EVERMORE UNITED, S.A. (100.0%)**

**Morgan & Morgan Building, Passea Estate, Road Town, Tortola VG**

72 Inventor/es:

**MELLER, Moshe y  
MELLER, Eran**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

54 Título: **SISTEMA Y MÉTODO DE LIMPIEZA SIN AGUA PARA SEGUIDORES SOLARES USANDO UN ROBOT AUTÓNOMO.**

57 Resumen:

Un sistema de limpieza sin agua de seguidor solar para limpiar paneles solares de un seguidor solar que puede posicionarse en un ángulo predeterminado, que incluye una estación de conexión y un limpiador robótico autónomo (ARC), donde la estación de conexión está acoplada con un borde del seguidor solar, el ARC incluye al menos una fuente de energía recargable, al menos un cilindro de limpieza y un controlador, el cilindro de limpieza incluye múltiples aletas que giran para generar un flujo de aire direccional para quitar suciedad de superficie del seguidor solar sin agua, donde el controlador incluye un sensor de movimiento para determinar un ángulo del seguidor solar y un encabezado del ARC, la estación de conexión comprende un conector eléctrico para recargar la fuente de energía recargable, el controlador para controlar un proceso de limpieza del ARC y para transmitir y recibir señales hacia y desde el ARC.

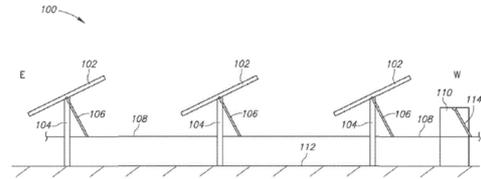


FIGURA 1

ES 2 727 008 A2

**DESCRIPCIÓN**

**SISTEMA Y MÉTODO DE LIMPIEZA SIN AGUA PARA SEGUIDORES SOLARES  
USANDO UN ROBOT AUTÓNOMO**

5

**REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS**

La presente solicitud de patente internacional reivindica prioridad y el beneficio de cada una de las siguientes dos solicitudes provisionales de patente de EE. UU. y también cada una de las siguientes dos solicitudes no provisionales de patente de EE. UU.: solicitud provisional de patente de EE. UU. número de serie 62/450.584 presentada el 26 de enero de 2017; solicitud provisional de patente de EE. UU. número de serie 62/470.342 presentada el 13 de marzo de 2017; solicitud no provisional de patente de EE. UU. número de serie 15/727.055 presentada el 6 de octubre de 2017; y solicitud no provisional de patente de EE. UU. número de serie 15/826.976 presentada el 30 de noviembre de 2017. Cada una de estas cuatro solicitudes de patente de EE. UU. se incorpora en su totalidad a esta solicitud de patente internacional.

20

**CAMPO DE LA TÉCNICA DIVULGADA**

La técnica divulgada se refiere a la limpieza de seguidores solares, en general, y a métodos y sistemas para limpiar seguidores solares sin agua usando un robot autónomo, también en varias condiciones de viento, en particular.

25

**ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA DIVULGADA**

Los retos del cambio climático global y las necesidades de circuitos de energía hicieron vital el desarrollo de alternativas de energía renovable para el futuro de la humanidad. El uso de radiación solar directa sobre paneles solares puede potencialmente producir energía más que suficiente para satisfacer las necesidades energéticas de todo el planeta. A medida que disminuye el precio de la energía solar y aumenta la polución provocada por los combustibles convencionales, el negocio solar se introdujo en una nueva era de crecimiento mundial.

35

Para acercar las tecnologías para explotar la energía solar más a emparejarse con los combustibles convencionales, la tasa de eficiencia de los sistemas solares debe

mejorar. La eficiencia de los paneles solares depende entre otras cosas de la limpieza de su superficie. Las pérdidas de energía provocadas por el polvo y la suciedad pueden alcanzar más del 40 %. En áreas desérticas, donde se ubican varios parques solares, el problema del polvo y la suciedad es considerable.

5

Un tipo de parque solar de rápido crecimiento es el parque de seguidores solares. Los seguidores solares tienen la capacidad de seguir la posición del sol continuamente desde la mañana hasta la tarde cambiando su ángulo de inclinación del este (en la mañana) al oeste (en la tarde) para aumentar la eficiencia. Las soluciones de limpieza automáticas para seguidores solares implican generalmente altos volúmenes de agua y/o la instalación de redes especiales en el parque de seguidores solares para mover los limpiadores automáticos de seguidor solar a seguidor solar. Tales soluciones no son rentables y requieren trabajo extra para su instalación.

15

Los sistemas para limpiar los paneles solares son conocidos en la técnica. La publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2015/0272413 A1 para Miyake et ál., denominada "Autonomous-Travel Cleaning Robot" se refiere a un robot de limpieza autopropulsado que puede limpiar eficientemente una superficie plana incluso si se forma un escalón. El robot de limpieza puede autodesplazarse sobre una estructura para limpiar una superficie plana de la estructura, donde la estructura se instala en una ubicación exterior. El robot incluye un cuerpo principal de robot donde se provee un medio móvil autopropulsado, una unidad de limpieza que se provee en una porción frontal y/o porción trasera del cuerpo principal de robot, y un controlador que controla la activación del medio móvil. El controlador incluye un controlador de actitud que detecta una actitud del cuerpo principal de robot. El controlador de actitud incluye un sensor de detección de flotación que detecta la flotación en una de la porción frontal y la porción trasera del cuerpo principal de robot. El controlador controla la activación del medio móvil de forma que la unidad de limpieza pasa a través de un lugar donde la flotación se detecta después de que se elimina la flotación. Estructuras similares se divulgan en la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2015/0236640 A1 y 2015/0229265 A1.

35

Varios seguidores solares de del estado de la técnica se cubren con un recubrimiento antirreflejo para aumentar la eficiencia de producción de energía solar. El uso de limpiadores robóticos que se desplazan sobre tales seguidores solares puede arruinar y destruir el recubrimiento antirreflejo en un período de pocos meses. Esto se

debe al peso del limpiador robótico que se desplaza sobre la superficie de los paneles solares y a la fuerza con la que los cepillos de limpieza del limpiador robótico impactan y presionan sobre la superficie de los paneles solares a medida que los cepillos limpian la superficie. Los propietarios de parques de seguidores solares pueden entonces  
5 aumentar la eficiencia de producción de energía solar al volver a aplicar el recubrimiento antirreflejo, aumentando así los costes de mantenimiento del parque de seguidores solares, o sin usar un recubrimiento antirreflejo, no maximizando así la producción de energía solar.

10 Los seguidores solares se usan en todo el mundo y se ubican en lugares que pueden tener diversas condiciones de viento. Una preocupación de los propietarios de parques de seguidores solares que usan un robot de limpieza es la seguridad y durabilidad del robot de limpieza en diversas condiciones de viento. Un limpiador robótico más pesado, como se menciona anteriormente, puede evitar que el limpiador  
15 robótico se eleve de la superficie de un seguidor solar en condiciones de fuerte viento no obstante el mayor peso puede arruinar y destruir el recubrimiento antirreflejo usado para aumentar la eficiencia de producción de energía solar. Por tanto, existe una necesidad de sistemas y métodos para limpiar seguidores solares usando un robot de limpieza donde el peso del robot no arruinará ningún recubrimiento antirreflejo en los  
20 seguidores solares y donde la seguridad del robot de limpieza no se vea comprometida en condiciones de fuerte viento.

### **SUMARIO DE LA TÉCNICA DIVULGADA**

25 Es un objeto de la técnica divulgada proveer un método y sistema novedosos para un sistema de limpieza sin agua de seguidores solares para limpiar paneles solares de un seguidor solar. El seguidor solar es capaz de ubicarse en un ángulo predeterminado. El sistema de limpieza sin agua de seguidores solares incluye una estación de conexión y un limpiador robótico autónomo (ARC). La estación de conexión se acopla con un  
30 borde del seguidor solar. El ARC incluye al menos una fuente de energía recargable, al menos un cilindro de limpieza y un controlador. El cilindro de limpieza es para limpiar la suciedad de una superficie del seguidor solar sin agua y el controlador es para controlar un proceso de limpieza del ARC y para transmitir y recibir señales al ARC y desde este. El controlador incluye un sensor de movimiento. El cilindro de limpieza incluye además  
35 múltiples aletas. El sensor de movimiento es para determinar un ángulo del seguidor solar y un encabezado del ARC y las aletas rotan para generar un flujo de aire

5  
10  
15  
20

direccional para quitar la suciedad de la superficie del seguidor solar. La estación de conexión incluye al menos un conector eléctrico para recargar la fuente de energía recargable. El ARC puede anclar la estación de conexión y el ARC limpia el seguidor solar cuando el seguidor solar se ubica en un ángulo predeterminado. El ángulo predeterminado se encuentra entre -10 y +10 grados desde un ángulo horizontal de cero grados. El sensor de movimiento se usa para recorrer el ARC sobre la superficie del seguidor solar. Las aletas tocan la superficie del seguidor solar cuando rotan y el ARC limpia el seguidor solar por el flujo de aire direccional y el contacto de las aletas que quitan la suciedad de la superficie del seguidor solar.

10  
15  
20

De acuerdo con otro aspecto de la técnica divulgada, por tanto, se provee un método para limpiar sin agua un seguidor solar que incluye al menos un limpiador robótico autónomo (ARC) que limpia sin agua. El ARC incluye un sensor de movimiento para el recorrido y el seguidor solar es capaz de ubicarse en un ángulo predeterminado. El método incluye los procedimientos de ubicar el seguidor solar en un ángulo predeterminado durante las horas de la noche, calibrar el sensor de movimiento a un norte local del seguidor solar, proveer una señal de limpieza inicial al ARC para limpiar una superficie del seguidor solar y limpiar el seguidor solar usando un flujo de aire direccional para quitar la suciedad de la superficie del seguidor solar. El ángulo predeterminado se encuentra entre -10 y +10 grados de un ángulo horizontal de cero grados y el ARC recorre la superficie del seguidor solar usando el sensor de movimiento.

25  
30  
35

De acuerdo con un aspecto adicional de la técnica divulgada, por tanto, se provee un sistema de limpieza sin agua de tableros solares de ángulo fijo para limpiar paneles solares de un tablero solar. El tablero solar se fija a un ángulo predeterminado. El sistema de limpieza sin agua de tableros solares incluye una estación de conexión y un limpiador robótico autónomo (ARC). La estación de conexión se acopla con un borde del tablero solar. El ARC incluye al menos una fuente de energía recargable, al menos un cilindro de limpieza y un controlador. El cilindro de limpieza es para limpiar la suciedad de una superficie del tablero solar sin agua y el controlador es para controlar un proceso de limpieza del ARC y para transmitir y recibir señales al ARC y desde este. El controlador incluye un sensor de movimiento para determinar un encabezado del ARC y el cilindro de limpieza incluye además múltiples aletas que rotan para generar un flujo de aire direccional para quitar la suciedad de la superficie del tablero solar. La estación de conexión incluye al menos un conector eléctrico para recargar la fuente de energía recargable. El ARC puede anclarse en la estación de conexión. El ángulo

predeterminado se encuentra entre -10 y +10 grados desde un ángulo horizontal de cero grados. El sensor de movimiento se usa para recorrer el ARC sobre la superficie del tablero solar. Las aletas tocan la superficie del tablero solar cuando rotan y el ARC limpia el tablero solar por el flujo de aire direccional y el contacto de las aletas que quitan la  
5 suciedad de la superficie del tablero solar.

## **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

La técnica divulgada se entenderá y apreciará más completamente a partir de la  
10 siguiente descripción detallada tomada junto con las figuras donde:

la Figura 1 es una vista lateral de múltiples seguidores solares en un parque de seguidores solares, construidos y que funcionan de acuerdo con una realización de la técnica divulgada;

la Figura 2 es una vista lateral de un seguidor solar en varios momentos del día,  
15 construido y que funciona de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada;

la Figura 3 es una vista superior de dos seguidores solares cercanos que incluyen limpiadores robóticos, construidos y que funcionan de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada;

la Figura 4 es una vista transparente superior detallada de un primer limpiador  
20 robótico y una primera estación de conexión, construido y que funciona de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada;

la Figura 5 es una vista transversal del limpiador robótico de la Figura 4 a lo largo de una línea A-A, construido y que funciona de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada;

25 la Figura 6 es una vista superior de una segunda estación de conexión, construida y que funciona de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada;

la Figura 7 es una vista lateral de la segunda estación de conexión de la Figura 6, a lo largo de una línea C-C de la Figura 6, construida y que funciona de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada;

30 la Figura 8 es otra vista lateral de la segunda estación de conexión de la Figura 6, a lo largo de una línea D-D de la Figura 7, construida y que funciona de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada;

la Figura 9 es una vista lateral de un seguidor solar, posicionado para permitir su limpieza por un limpiador robótico en condiciones de viento fuerte, construido y que  
35 funciona de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada;

la Figura 10 es una vista superior de un seguidor solar, que muestra una estación

de conexión así como también patrones de limpieza para usar en diversas condiciones de viento, construido y que funciona de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada;

la Figura 11 es una vista superior ampliada de la estación de conexión de la Figura 10, construida y que funciona de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada; y

la Figura 12 es una vista lateral de la estación de conexión de la Figura 10, construida y que funciona de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada.

## 10 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

La técnica divulgada supera las desventajas de la técnica anterior al proveer un sistema y método de limpieza de seguidores solares sin usar agua mediante el uso de limpiadores robóticos autónomos (en la presente abreviado ARC) que son ligeros y ejercen muy poca presión sobre la superficie de los paneles solares del seguidor solar, preservando así cualquier recubrimiento antirreflejo usado en la superficie de los paneles solares. Cada seguidor solar (también denominado tablero de seguidores solares) en un parque de seguidores solares está equipado con una estación de conexión y un ARC que puede limpiar la superficie de un seguidor solar de manera autónoma. El limpiador robótico puede volver a la estación de conexión por sí mismo. La técnica divulgada provee un sistema de recorrido novedoso para el ARC usando un sensor de movimiento de 6 ejes, que incluye un acelerómetro y un giroscopio electrónico, que se calibra respecto de un norte local del seguidor solar al inicio de cada ciclo de limpieza. Asimismo, la estación de conexión incluye un mecanismo de bloqueo que evita que el ARC se eleve de la superficie del seguidor solar y caiga del seguidor solar independientemente de la dirección del viento, incluso en condiciones de viento extremas.

Un parque de seguidores solares incluye múltiples tableros de seguidores solares. Cada tablero de seguidores solares se construye a partir de un marco que puede cambiar su ángulo de inclinación del este en la mañana y hacia el oeste en la tarde. Los tableros de seguidores solares se ubican horizontalmente en dirección norte-sur. Cada marco incluye múltiples paneles solares así como también un mecanismo electromecánico para cambiar el ángulo de inclinación del tablero de seguidores solares.

35

El ángulo de inclinación de los tableros de seguidores solares se controla

centralmente. El sistema y el método de la técnica divulgada incluye múltiples ARC, donde cada tablero de seguidores solares tiene su propio ARC individual y una estación de conexión dedicada. Cada ARC está equipado con una fuente de energía recargable. Cuando no está en el proceso de limpiar un tablero de seguidores solares, el ARC se conecta en la estación de conexión donde la fuente de energía recargable puede recargarse, no interrumpiendo así la producción de electricidad del tablero de seguidores solares mientras también se recarga. La estación de conexión puede ubicarse del lado norte o sur del tablero de seguidores solares (el lado norte para el hemisferio norte, el lado sur para el hemisferio sur), para evitar proyectar una sombra sobre los paneles solares durante las horas del día. La estación de conexión también permite que los ARC se anclen durante los períodos de inclemencias del tiempo evitando así el problema de que los ARC se caigan de los tableros de seguidores solares con mal tiempo o dañen posiblemente los paneles solares del seguidor solar. El ángulo de inclinación de los seguidores solares puede controlarse para compensar los fuertes vientos permitiendo así que el ARC limpie la superficie de un seguidor solar incluso en condiciones de viento fuerte. Asimismo, de acuerdo con la técnica divulgada, un patrón de limpieza novedoso puede usarse por un ARC para quitar el polvo, suciedad y residuos de la superficie de un seguidor solar en presencia de condiciones de viento, usando así el viento para aumentar la eficiencia de la limpieza de la superficie. De acuerdo con la técnica divulgada, el controlador central de los tableros de seguidores solares puede incluir un centro climático que incluye instrumentos para medir la velocidad del viento (anemómetro), presión (barómetro), humedad (higrómetro) y otros indicadores del clima. El controlador central puede también acoplarse con un centro de información climática a través de una red. El controlador central puede agregar información climática junto con el ángulo de inclinación de los tableros de seguidores solares durante varios períodos de tiempo para mejorar el mantenimiento predictivo de los tableros de seguidores solares y también para permitir el aprendizaje automático del ciclo de mantenimiento de los tableros de seguidores solares.

De acuerdo con el sistema y método de la técnica divulgada, en las horas de la noche (es decir, sin sol) cuando no se produce electricidad, los tableros de seguidores solares del parque de seguidores solares se ponen, a través de un mecanismo electromecánico centralmente controlado, en una posición horizontal, donde el ángulo de inclinación (es decir, el ángulo este-oeste) es sustancialmente cero. La limpieza de los tableros de seguidores solares mientras están sustancialmente horizontales (es decir, cerca de unos pocos grados de cero grados, por ejemplo  $\pm 10$  grados del

horizontal) simplifica el proceso de limpieza así como también hacen que los ARC sean rentables debido a que los ARC no necesitan potentes motores y sistemas de frenos para ascender a o descender de un tablero de seguidores solares inclinado. Los ARC pueden diseñarse a imagen de los robots autónomos de limpieza de suelos, sin embargo, a diferencia de tales robots autónomos el ARC de la técnica divulgada no requiere papelera, depósito de polvo o filtro y puede simplemente quitar el polvo y residuos de la superficie de un tablero de seguidores solares. Una vez que los tableros de seguidores solares están horizontales, el ARC de cada tablero de seguidores solares se expulsa de su estación de conexión y limpia la superficie horizontal del tablero de seguidores solares. El ARC puede moverse sobre la superficie horizontal del tablero de seguidores solares en una trayectoria en zigzag, una trayectoria de escaneo, una trayectoria de barrido u otras trayectorias para limpiar la superficie del tablero de seguidores solares. El patrón específico que el ARC usa para limpiar la superficie del tablero de seguidores solares puede determinarse según los patrones de viento y clima actuales determinados por el centro climático acoplado a los seguidores solares. El ARC está equipado con al menos un sensor de borde para evitar que se caiga del tablero de seguidores solares. Tales sensores de borde pueden usarse para recorrer el ARC a lo largo de los bordes del tablero de seguidores solares. Pueden también agregarse paredes magnéticas virtuales a los tableros de seguidores solares así como también la instalación de una barrera física baja en los bordes de los tableros de seguidores solares como medidas adicionales para evitar que el ARC se caiga de los tableros de seguidores solares. Muchos tableros de seguidores solares tienen dos secciones. De acuerdo con la técnica divulgada, las dos secciones se acoplan juntas a través de un puente, de modo que una vez que el ARC de un tablero de seguidores solares termina de limpiar una primera sección, puede luego cruzar el puente a la segunda sección y también limpiarla. Una vez que se limpia la segunda sección, el ARC puede cruzar el puente nuevamente y volver a la estación de conexión donde puede anclarse a un montaje de carga. El montaje de carga mantiene el ARC firmemente apoyado mientras no está en uso mientras que también le permite acoplarse con elementos de carga y cargar su fuente de energía recargable, como una batería recargable. También se provee un mecanismo de bloqueo evitando así que el ARC se eleve de la superficie de la estación de conexión y posiblemente caiga de la superficie del seguidor solar.

Asimismo, de acuerdo con la técnica divulgada, el ARC está equipado con aletas y un cilindro de limpieza que crean un flujo de aire direccional para retirar la suciedad, polvo y residuos de la superficie del seguidor solar. Las aletas y cilindro de limpieza se

ubican en el ARC de modo que hagan contacto mínimo con los paneles solares, ejerciendo una presión sobre la superficie de los paneles solares de menos de 0,1 gramos por centímetro cuadrado ( $\text{g/cm}^2$ ), conservando así el recubrimiento antirreflejo en los paneles solares.

5

A continuación, se hace referencia a la Figura 1 que es una vista lateral de múltiples seguidores solares en un parque de seguidores solares, a los que generalmente se hace referencia con 100, construidos y que funcionan de acuerdo con una realización de la técnica divulgada. En la Figura 1 se muestran seguidores solares  
10 102, que soportan los polos 104 para los seguidores solares, brazos mecánicos 106 que controlan el ángulo de inclinación de cada seguidor solar y una barra mecánica 108 que conecta los brazos mecánicos 106 de una cantidad de seguidores solares con un controlador electromecánico 110. El controlador electromecánico 110 incluye un brazo mecánico 114 que controla el ángulo de inclinación de los seguidores solares a través  
15 del movimiento de la barra mecánica 108 y brazos mecánicos 106. También se muestra el nivel del suelo 112 de la instalación de los seguidores solares. También se muestran las direcciones cardinales este (E) y oeste (W).

Ahora se hace referencia a la Figura 2, que es una vista lateral de un seguidor solar en varios momentos del día, al que generalmente se hace referencia con 130, construido y que funciona de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada. De arriba a abajo en la Figura 2, se muestra un seguidor solar en las horas de la mañana a medida que sale el sol desde el este, en pleno mediodía donde el seguidor solar está sustancialmente en posición plana y en las horas de la tarde a medida que el sol se  
25 oculta por el oeste. Se usan números de referencia idénticos a la Figura 1 en la Figura 2.

Como se muestra, un parque de seguidores solares incluye múltiples seguidores solares. Cada seguidor solar puede ser un solo panel solar grande o múltiples paneles  
30 solares ubicados adyacentes entre sí. Cada seguidor solar se construye a partir de un marco de construcción que puede cambiar su ángulo de inclinación del este en la mañana y hacia el oeste en la tarde, como se muestra en la Figura 2. En un parque de seguidores solares, los seguidores solares se ubican horizontalmente en dirección norte a sur. Los múltiples paneles solares se unen al marco de construcción. Y como se  
35 muestra en la Figura 1, un mecanismo electromecánico, como a través de la barra mecánica 108, se usa para cambiar el ángulo de inclinación del seguidor solar.

A continuación, se hace referencia a la Figura 3 que es una vista superior de dos seguidores solares cercanos que incluyen limpiadores robóticos, a los que generalmente se hace referencia con 150, construidos y que funcionan de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada. Como se muestra son dos tableros de seguidores solares 152A y 152B. Los tableros de seguidores solares 152A y 152B son sustancialmente similares a los seguidores solares 102 (Figura 1) y se ubican en dirección norte-sur (como se muestra) de modo que puedan inclinarse de este a oeste (también se muestra) durante el curso del día. Muchos tableros de seguidores solares incluyen dos secciones, como se muestra en la Figura 3. Cada uno de los tableros de seguidores solares 152A y 152B están formados por múltiples paneles solares 154. Los múltiples paneles solares 154 pueden cubrirse con un recubrimiento antirreflejo (no se muestra) para aumentar la eficiencia de producción de energía solar. De acuerdo con la técnica divulgada, las dos secciones de cada seguidor solar se acoplan juntas a través de un puente 158. El puente 158 puede estar equipado con un panel solar 162 para generar electricidad para cargar la fuente de energía recargable del ARC de la técnica divulgada, como se explica a continuación. El panel solar 162 es diferente de los múltiples paneles solares 154 que conforman cada tablero de seguidores solares a medida que la electricidad generada de los múltiples paneles solares 154 se usa por el parque de seguidores solares para almacenar electricidad que puede venderse a clientes donde la electricidad generada del panel solar 162 se usa para recargar y alimentar el ARC de la técnica divulgada. Asimismo, una de las secciones de tableros de seguidores solares 152A y 152B puede equiparse con una estación de conexión 160. La estación de conexión 160 puede ubicarse del lado norte o del lado sur del tablero de seguidores solares según en qué hemisferio se instala el tablero de seguidores solares de la técnica divulgada. La estación de conexión 160 incluye múltiples elementos de anclaje 164 y un montaje de carga (no se muestra en Figura 3) para alojar un ARC 166, que meramente se muestra esquemáticamente en la Figura 3. Detalles de ARC 166 se proveen más adelante en las Figuras 4 y 5. Múltiples elementos de anclaje 164 permiten que el ARC 166 se ancle a la estación de conexión 160 durante períodos de inclemencias meteorológicas. Múltiples elementos de anclaje 164 pueden formar parte del montaje de carga (no se muestra) de modo que el ARC 166 puede anclarse y recargarse simultáneamente. Detalles de la estación de conexión 160 se muestran más adelante en la Figura 4. Detalles de otra realización de estación de conexión 160 se muestran más adelante en la Figura 6-8. Como un robot autónomo, el ARC 166 puede moverse en una variedad de patrones y trayectorias sobre la superficie de un seguidor solar, por ejemplo, en una trayectoria en zigzag (no se muestra), para limpiar toda la

superficie de los seguidores solares 152A y 152B.

Cabe destacar que cuando los tableros de seguidores solares 152A y 152B se instalan, se ubican preferentemente en dirección norte-sur sin embargo la dirección real de los tableros de seguidores solares 152A y 152B depende de los instrumentos y calibración usados al instalarse. Por ejemplo, los tableros de seguidores solares 152A y 152B pueden instalarse con la estación de conexión 160 hacia el norte magnético, norte real o una desviación desde una de tales direcciones, según los instrumentos usados durante la instalación del seguidor solar y cómo fueron calibrados (o descalibrados). Como se describe más adelante, de acuerdo con la técnica divulgada, independientemente de la dirección real en que se ubique un seguidor solar, el ARC de la técnica divulgada se calibra solo a un norte local del propio tablero de seguidores solares, aumentando así la precisión de recorrido del ARC.

A continuación, se hace referencia a la Figura 4 que es una vista transparente superior detallada de un primer limpiador robótico y una primera estación de conexión, a los que generalmente se hace referencia con 200, construidos y que funcionan de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada. La Figura 4 muestra una primera estación de conexión 202 y un ARC 204, que son sustancialmente similares a la estación de conexión 160 y el ARC 166 (Figura 3) respectivamente se muestra todavía con más detalle. El ARC 204 puede tener un cuerpo plástico o puede ser de otros materiales (no se muestra). El ARC 204 incluye una rueda de accionamiento izquierda 206A, una rueda de accionamiento derecha 206B, un motor de accionamiento de corriente directa (abreviado en la presente DC) izquierdo 208A y un motor de accionamiento de DC derecho 208B. La rueda de accionamiento izquierda 206A incluye un codificador de rueda izquierdo 248A y la rueda de accionamiento derecha 206B incluye un codificador de rueda derecho 248B. Una correa de accionamiento izquierda 210A acopla la rueda de accionamiento izquierda 206A al motor de accionamiento de DC izquierdo 208A de modo que el motor de accionamiento de DC izquierdo 208A pueda accionar la rueda de accionamiento izquierda 206A. Una correa de accionamiento derecha 210B acopla la rueda de accionamiento derecha 206B al motor de accionamiento de DC derecho 208B de modo que el motor de accionamiento de DC derecho 208B pueda accionar la rueda de accionamiento derecha 206B. Los codificadores de rueda izquierdo y de rueda derecho 248A y 248B pueden materializarse como sensores de proximidad y pueden leer las revoluciones de cada rueda de accionamiento izquierda 206A y rueda de accionamiento derecha 206B respectivamente. Por ejemplo, los codificadores de rueda

izquierdo y de rueda derecha 248A y 248B pueden contar la cantidad de enlaces o nervaduras en cualquiera de las ruedas de accionamiento o las correas de accionamiento. En un ejemplo, las ruedas de accionamiento pueden tener 6 impulsos por revolución, 12 impulsos por revolución, o cualquier cantidad de impulsos por revolución, donde cada impulso puede contarse y leerse por los codificadores de rueda izquierdo y de rueda derecha 248A y 248B. Por tanto, los codificadores de rueda izquierdo y de rueda derecha 248A y 248B pueden usarse para determinar las posiciones angulares de la rueda de accionamiento izquierda 206A y rueda de accionamiento derecha 206B. Junto con una unidad de control 220 (que se explica a continuación), los controladores de rueda permiten el control de giro, así como también el movimiento lineal del ARC 204 sobre la superficie de un seguidor solar. El ARC 204 incluye además un cilindro de limpieza 212. Múltiples aletas, por ejemplo, múltiples aletas de microfibra 214 se acoplan con el cilindro de limpieza 212 para limpiar la superficie de un tablero de seguidores solares. Múltiples aletas de microfibra 214 se usan para quitar la suciedad de la superficie de un tablero de seguidores solares creando un flujo de aire direccional o corriente sobre la superficie de los paneles solares del tablero de seguidores solares. El flujo de aire direccional permite que la presión que las múltiples aletas de microfibra 214 ejercen sobre la superficie de los paneles solares sea menos de  $0,1 \text{ g/cm}^2$ , que no debería dañar el recubrimiento antirreflejo sobre la superficie de los paneles solares. Como se destaca anteriormente, de acuerdo con la técnica divulgada, el ARC 204 no incluye ni requiere un recipiente de aspiradora para recoger los residuos y suciedad o un filtro. El ARC 204 también incluye un motor de accionamiento de DC de cilindro de limpieza 216 y una correa de accionamiento de cilindro de limpieza 218 para acoplar el motor de accionamiento de DC de cilindro de limpieza 216 con el cilindro de limpieza 212 para accionarlo. El ARC 208 incluye además una unidad de control 220 (que también puede denominarse simplemente controlador). La unidad de control 220 incluye un sensor de movimiento de al menos 6 ejes 246, una rueda giratoria 226 y una fuente de energía recargable 228. Un sensor de movimiento de al menos 6 ejes 246 incluye un giroscopio electrónico 222 y un acelerómetro 224. Un sensor de movimiento de al menos 6 ejes 246 puede también materializarse como un sensor de 9 ejes donde el funcionamiento del magnetómetro no se usa. El sensor de movimiento de al menos 6 ejes 246 puede materializarse como un sensor de movimiento que detecta más de seis ejes de movimiento. Se destaca que la rueda giratoria 226 puede remplazarse por cualquier estructura de soporte como un cepillo, una pieza de plástico, una pieza de caucho y similares, para apoyar el extremo trasero del ARC 204. La estructura de soporte no necesita moverse o tener partes móviles pero debería ser

lo suficientemente suave como para no provocar ningún daño a la superficie del tablero de seguidores solares a medida que el ARC se mueve sobre su superficie. La unidad de control 220 puede también incluir un procesador (no se muestra) y un transmisor-receptor inalámbrico (no se muestra). La unidad de control 220 controla el funcionamiento del ARC 204, que incluye recibir órdenes y transmitir información del ARC (por ejemplo, a través del transmisor-receptor inalámbrico) a un controlador central (no se muestra). El acelerómetro 224 puede identificar la posición de la inclinación, así como también el movimiento del ARC 204. El giroscopio electrónico 222 puede identificar el encabezado del ARC 204 mientras está estacionario o mientras se está moviendo. El sensor de movimiento de al menos 6 ejes 246 se usa por la unidad de control 220 para recorrer el ARC 204 sobre la superficie de un tablero de seguidores solares. Cabe destacar que el sensor de movimiento de al menos 6 ejes 246 puede también materializarse como un sensor de movimiento de 9 ejes, que incluye también un magnetómetro (no se muestra). El sensor de movimiento de al menos 6 ejes 246 puede materializarse usando cualquier sensor de movimiento conocido que combina al menos un acelerómetro con un giroscopio electrónico, por ejemplo, el SiP BNO080 de 9 ejes de Hillcrest Labs™ y otros sensores de movimiento similares. La rueda giratoria 226 soporta la porción trasera del ARC 204 mientras permite su completa maniobrabilidad. Como se menciona anteriormente, la rueda giratoria 226 puede materializarse como una estructura de soporte que no implica una rueda y puede ser simplemente una pieza de caucho o plástico. La fuente de energía recargable 228 puede ser una batería recargable, como una batería de Ni-MH (hidruro de níquel-metal) de 12 voltios pero puede también materializarse como otros tipos de baterías recargables como ácido de plomo, ion de litio, LiFePO<sub>4</sub>, NiCad y similares. El ARC 204 incluye además múltiples conectores de recarga 232, como se explica a continuación.

Asimismo, el ARC 204 incluye al menos un sensor de borde, como un sensor de proximidad, para identificar y determinar un borde de un tablero de seguidores solares. En un ejemplo, como se muestra en la Figura 4, el ARC 204 incluye cinco sensores de proximidad 230A-230E, sin embargo, esto es meramente un ejemplo y puede usarse cualquier cantidad de sensores de proximidad. Debido a las condiciones polvorientas generales en las que se usan los tableros de seguidores solares, el sensor de borde o sensor de proximidad puede materializarse preferentemente como un sensor de proximidad ultrasónico sin embargo pueden usarse otros tipos de sensores, como los sensores IR, sensores de capacitancia y similares. Como se menciona anteriormente, los sensores de proximidad se usan con la unidad de control 220 para evitar que el ARC

204 se caiga del lado del tablero de seguidores solares y también para permitirle al ARC 204 que se mueva de manera precisa a lo largo de los bordes del tablero de seguidores solares. Una vista transversal del ARC 204 a lo largo de la línea A-A se muestra a continuación y se explica en la Figura 5.

5

La Figura 4 también muestra los componentes de la primera estación de conexión 202, que incluye múltiples elementos de anclaje 238 y una barrera física 244. La barrera física 244 puede ubicarse específicamente del lado norte de la primera estación de conexión 202 (en una instalación del hemisferio norte) para usar en la calibración del giroscopio electrónico 222 al inicio de un proceso de limpieza, como se describe a continuación. En una instalación del hemisferio sur, la barrera física puede ubicarse del lado sur de la estación de conexión. Múltiples elementos de anclaje 238 son sustancialmente similares a los múltiples elementos de anclaje 164 (Figura 3). Los elementos de anclaje se usan para anclar y recargar la fuente de energía recargable 228 del ARC 204. Cada uno de los múltiples elementos de anclaje 238 incluye una barra conductora 242, que puede ser de un metal conductor como aleación de acero inoxidable 316 u otras aleaciones, así como también múltiples elementos de soporte 240 acoplados a los extremos de cada barra conductora. La barra conductora 242 se usa para anclar y cargar el ARC del lado este o del lado oeste de la primera estación de conexión 202. En una realización de la técnica divulgada, la primera estación de conexión 202 puede incluir múltiples elementos de anclaje tanto del lado este como del lado oeste de la estación de conexión. Los elementos de soporte 240 son flexibles y cada elemento de soporte 240 que incluye un resorte (no se muestra) para asegurar la conductividad adecuada para recargar la fuente de energía recargable 228. Como se menciona anteriormente el ARC 204 incluye múltiples conectores de recarga 232 para acoplar el ARC 204 a la barra conductora 242. Los múltiples conectores de recarga 232 se acoplan con la fuente de energía recargable 228. Como también se menciona anteriormente, la primera estación de conexión 202 puede incluir una barrera física 244, que puede materializarse como una pared vertical, para detener el ARC 204 mientras se mueve hacia la primera estación de conexión 202. La barrera física 244 puede también usarse en el proceso de calibración del sensor de movimiento de al menos 6 ejes 246, en particular en la calibración del giroscopio electrónico 222.

Ahora se hace referencia a la Figura 5 que es una vista transversal del limpiador robótico de la Figura 4 a lo largo de la línea A-A, a la que generalmente se hace referencia con 260, construida y que funciona de acuerdo con una realización adicional

de la técnica divulgada. Todos los elementos y partes en la Figura 5 se muestran y se explicaron anteriormente en la Figura 4 excepto por unos pocos. Por tanto, números de referencia idénticos se usan en la Figura 5 para elementos idénticos que se muestran en la Figura 4. La Figura 5 muestra adicionalmente un resorte 264 que soporta el elemento de soporte 240, que permite elasticidad y flexibilidad en el elemento de soporte 240 y la barra conductora 242. Adicionalmente se muestra un elemento plano angular 262 ubicado adyacente al cilindro de limpieza 212 para mejorar el proceso de limpieza aumentando la resistencia del flujo de aire direccional generado por múltiples aletas de microfibra 214. El elemento plano angular 262 mejora el proceso de limpieza al dirigir el flujo de aire generado por múltiples aletas de microfibra 214 hacia adelante y por tanto absorbe algunas de las partículas de polvo que pueden volar hacia atrás mientras el cilindro de limpieza 212 rota las múltiples aletas de microfibra 214. El elemento plano angular 262 hace el flujo de aire direccional de las múltiples aletas de microfibra 214 potente y resistente y reduce así el impacto y presión sobre el recubrimiento antirreflejo de los paneles solares.

Ahora se hace referencia a la Figura 6, que es una vista superior de una segunda estación de conexión, a la que generalmente se hace referencia con 300, construida y que funciona de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada. Similar a la primera estación de conexión 202 (Figura 4), la segunda estación de conexión 300 se ubica en el extremo norte de un tablero de seguidores solares 152A (Figura 3) en el hemisferio norte (y en el extremo sur en el hemisferio sur). La segunda estación de conexión 300 incluye una superficie de conexión 302, múltiples elementos de soporte 340, múltiples barras conductoras 342 y una pared protectora 344. Múltiples elementos de soporte 340 acoplan múltiples barras conductoras 342 a la superficie de conexión 302. Múltiples elementos de soporte 340 pueden ser de cualquier material no conductor, como policarbonato, y son elementos de aislamiento eléctrico. Cada elemento de soporte provee soporte mecánico y suficiente rigidez a una barra conductora y se usa para ubicar una barra conductora a la altura y nivelación adecuados con relación a la superficie de conexión 302 de modo que un ARC (no se muestra) pueda recargarse en la estación de conexión. Múltiples barras conductoras 342 pueden ser de cualquier material conductor, como una aleación conductora, de tipo acero inoxidable 316 y similares. Las múltiples barras conductoras 342 se acoplan con el panel solar 162 (Figura 3) o cualquier otra fuente de energía para recargar el ARC. El acoplamiento eléctrico puede ser a través de un cable conductor (no se muestra). Múltiples barras conductoras 342 son similares a las barras conductoras 242 (Figura 4) y se ubican a

una altura y distancia de modo que los conectores de recarga 232 (Figura 4) de un ARC puedan acoplarse para comenzar un proceso de recarga. Como se muestra, múltiples barras conductoras 342 se ubican en un lado este y lado oeste de la superficie de conexión 302, como lo muestran las letras "E" y "W" en la Figura 6.

5

Ahora se hace referencia a la Figura 7 que es una vista lateral de la segunda estación de conexión de la Figura 6, a lo largo de una línea C-C de la Figura 6, a la que generalmente se hace referencia con 310, construida y que funciona de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada. Números de referencia idénticos a la Figura 6 se usan en la Figura 7 para mostrar los mismos elementos que se muestran en la Figura 6. La Figura 7 muestra que cada uno de los múltiples elementos de soporte 340 se acopla con la superficie de conexión 302 con múltiples tornillos 330 y es lo suficientemente largo como para ubicarse a una altura 346 donde cada uno de los múltiples elementos de soporte 340 se acopla con una de las múltiples barras conductoras 342. Los múltiples tornillos 330 pueden materializarse como cualquier tipo de sujetador o remache. Asimismo, se muestra una pared protectora 344 que está sustancialmente a la misma altura que las múltiples barras conductoras 342 y se usa para evitar que un ARC se caiga de la superficie de conexión 302 y también en el procedimiento de calibrar el giroscopio electrónico del ARC.

15  
20

Ahora se hace referencia a la Figura 8 que es otra vista lateral de la segunda estación de conexión de la Figura 6, a lo largo de una línea D-D de la Figura 7, a la que generalmente se hace referencia con 320, construida y que funciona de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada. Elementos idénticos en la Figura 8 ya descritos en las Figuras 6 y 7 se muestran usando números de referencia idénticos. Es visible en la Figura 8 el acoplamiento de un elemento de soporte 340 a la superficie de conexión 302 y a la barra conductora 342 usando múltiples tornillos 330.

Con referencia nuevamente a la Figura 6, un ARC (no se muestra) se recarga en la estación de conexión 300 del siguiente modo. A medida que la estación de conexión 300 se acopla con el tablero de seguidores solares 152A, la estación de conexión 300 se inclina con el tablero de seguidores solares 152A. Durante las horas de la mañana, hasta alrededor del mediodía, el tablero de seguidores solares 152A se orienta hacia el este. El ARC se ubica de modo que sus conectores de recarga también se orienten hacia el este. Debido al ángulo de inclinación del tablero de seguidores solares durante la mayoría de las horas de la mañana, se ejerce suficiente presión por gravedad sobre

30  
35

los conectores de recarga del ARC para acoplarse eléctricamente luego con múltiples barras conductoras 342, permitiendo así que las baterías recargables del ARC se recarguen. Alrededor del mediodía, el tablero de seguidores solares 152A está sustancialmente horizontal y hacia la tarde, comienza a inclinarse en dirección oeste.

5 Una vez que el sensor de movimiento de al menos 6 ejes del ARC detecta que el tablero de seguidores solares se inclinó lo suficiente en dirección oeste, la unidad de control 220 (Figura 4) puede dar una orden al ARC para hacer un giro de 180° de modo que los conectores de recarga se orienten ahora hacia el oeste hacia las barras conductoras. Nuevamente, debido a la gravedad, el ARC ejercerá suficiente presión sobre las barras

10 conductoras en el extremo oeste de la superficie de conexión 302 para acoplar los conectores de recarga de modo que el ARC pueda continuar recargándose a medida que el tablero de seguidores solares se inclina hacia el oeste durante las horas de la tarde. El ARC puede permanecer en esa posición hasta que la producción de electricidad de los tableros de seguidores solares cese una vez que el sol se oculte.

15 Como se describe más adelante, los tableros de seguidores solares se colocan luego en posición horizontal, punto en el que el ARC comienza un ciclo de limpieza. En otra realización de la técnica divulgada, el extremo frontal del ARC, opuesto al extremo de los conectores de recarga 232 (Figura 4), puede también equiparse con conectores de recarga adicionales (no se muestra) de modo que cuando el tablero de seguidores

20 solares 152A comienza a inclinarse en dirección oeste, al ARC se le puede dar una orden para avanzar y acoplarse con las barras conductoras del otro lado de la superficie de conexión y puede continuar su ciclo de recarga de ser necesario.

Como se señala, debido a que las múltiples barras conductoras 342 son sólidas,

25 se ubican precisamente con relación a la superficie de conexión 302 y el tablero de seguidores solares 152A. Por tanto, antes de comenzar un ciclo de limpieza, el ARC puede usar las barras conductoras del lado oeste para calibrar el giroscopio electrónico del ARC en dirección norte local. De manera alternativa, antes de iniciar un ciclo de limpieza, el ARC puede girar hacia la pared protectora 344, que se ubica en dirección

30 norte, para calibrar el giroscopio electrónico del ARC en dirección norte local. Las barras conductoras del lado este pueden también usarse para calibrar el giroscopio electrónico del ARC. Se señala además que la principal diferencia entre la primera estación de conexión 202 (Figura 4) y la segunda estación de conexión 300 es que la primera estación de conexión 202 usa resortes para montar las barras conductoras a la altura

35 de los conectores de recarga del ARC mientras que la segunda estación de conexión 300 usa elementos de soporte que son rígidos.

Con referencia nuevamente a la Figura 3, el ARC de la técnica divulgada puede también equiparse con cepillos, microfibras y elementos de limpieza adicionales para limpiar la superficie de un seguidor solar. En otras realizaciones, las estaciones de conexión de la técnica divulgada (cualquiera de las estaciones de conexión 160, 202 o 300) no necesitan incluir una estructura para vaciar una papelera ya que el ARC puede simplemente quitar el polvo y residuos de la superficie de un seguidor solar y por tanto el ARC no está equipado con un depósito de polvo, como se muestra anteriormente en ARC 204 (Figura 4). Como se muestra anteriormente y como se describe, el ARC 204 es un limpiador sin agua y limpia la superficie de un seguidor solar ya sea quitando la suciedad y residuos de la superficie o usando succión de aire. De acuerdo con la técnica divulgada, al ubicar los seguidores solares de un parque de seguidores solares en posición horizontal, puede usarse un robot autónomo, como el que se conoce de la industria de limpieza al vacío, para limpiar la superficie de los seguidores solares autónomamente. En posición horizontal, un robot autónomo no tiene que solucionar problemas de fuerza de gravedad ya sea al ascender un tablero de seguidores solares inclinado o al frenar al descender de tal tablero de seguidores solares. Como se conoce en la industria de limpieza al vacío, varios algoritmos pueden usarse para asegurar que el ARC 204 cubre toda la superficie de un tablero de seguidores solares y por tanto limpia todo el tablero de seguidores solares. En algunas realizaciones de la técnica divulgada, el ARC 204 puede además incluir cámaras y sensores (no se muestra) para detectar defectos en la superficie de un panel solar. El ARC 204 puede incluir al menos uno de una fuente de luz, una cámara de luz visible, una fuente de luz infrarroja y una cámara infrarroja, para detectar defectos en la superficie de un seguidor solar.

La estación de conexión 160 se muestra con el ARC 166 en posición de aparcamiento entre múltiples elementos de anclaje 164. En una realización, en una posición de aparcamiento, el ARC 166 puede acoplarse con conectores eléctricos (no se muestra) en los bordes de la estación de conexión 166 para recargar la fuente de energía recargable del ARC 166. De manera alternativa, como se muestra, el ARC 166 puede acoplarse con múltiples elementos de anclaje 164 que incluyen barras conductoras para recargar simultáneamente la fuente de energía recargable del ARC 166 mientras también ancla el ARC 166. Como se muestra, el puente 158 es lo suficientemente ancho como para que el ARC 166 pase sobre cualquiera de los lados del seguidor solar. De acuerdo con la técnica divulgada, se usan múltiples ARC de modo que cada tablero de seguidores solares tenga su propio ARC individual. Cada ARC individual se aparca en la estación de conexión de un seguidor solar dado mientras no

está en un proceso de limpieza y así no interrumpe la producción de electricidad del seguidor solar dado. Como se muestra, la estación de conexión es externa a los paneles solares de un seguidor solar para evitar proyectar sombra sobre los paneles solares del seguidor solar durante las horas del día.

5

Debido a que el ángulo de inclinación de los seguidores solares está controlado centralmente, de acuerdo con el sistema y el método de la técnica divulgada, en las horas de la tarde cuando no se está produciendo electricidad a partir de energía solar, los seguidores solares del parque de seguidores solares se colocan en posición horizontal. Una posición horizontal significa que el ángulo de inclinación este y oeste es sustancialmente cero y sustancialmente la posición de un seguidor solar al mediodía. De acuerdo con la técnica divulgada, la posición horizontal puede ser en cualquier lugar entre  $\pm 10^\circ$  de un ángulo de inclinación horizontal (es decir, hasta  $10^\circ$  de inclinado en dirección oeste o hasta  $10^\circ$  de inclinado en dirección este). Una vez sustancialmente horizontal, a cada ARC de cada seguidor solar se le da una orden de limpieza para salir de su respectiva estación de conexión y para limpiar la superficie horizontal del seguidor solar. Como se menciona anteriormente, en un ejemplo, la trayectoria en zigzag puede usarse para cubrir y limpiar toda la superficie de un seguidor solar. Pueden también usarse otras trayectorias de limpieza, como se describe más adelante. Cada ARC incluye sensores de borde o sensores de proximidad que evitan que se caiga por los lados de un seguidor solar. Esto es ayudado al colocar los seguidores solares específicamente en posición horizontal para su limpieza, evitando así los problemas y complejidades adicionales de la limpieza de un tablero de seguidores solares que está inclinado. En algunas realizaciones, estructuras físicas y/o virtuales adicionales pueden agregarse a un tablero de seguidores solares para evitar que un ARC se caiga por el borde, como una pared magnética virtual que el ARC puede detectar o incluso la instalación de una barrera física baja en el borde perimetral del seguidor solar. Como se menciona anteriormente, la mayoría de los seguidores solares tienen dos secciones, de modo que el ARC puede terminar de limpiar una primera sección y luego se movería a través del puente 158 a la otra sección. Como se explica anteriormente, cuando la limpieza termina, el ARC puede volver autónomamente a la estación de conexión 160 por el puente 158, anclarse de manera segura entre los elementos de anclaje y acoplarse con los conectores eléctricos para su recarga.

35

Un sistema de control y comunicación (no se muestra) que es parte del parque de seguidores solares puede usarse para iniciar el proceso de limpieza de los múltiples

ARC así como para asegurar que los ARC hayan regresado a sus posiciones de estacionamiento una vez que el proceso de limpieza se completó. Cada ARC también puede tener un sensor que asegure que un proceso de limpieza solo se inicia cuando un seguidor solar está nivelado y en posición horizontal (o con un ángulo de inclinación de  $\pm 10$  grados). Por ejemplo, el acelerómetro 224 (Figura 4) puede usarse para asegurar que un proceso de limpieza solo comienza cuando un tablero de seguidores solares está nivelado. El sistema de control y comunicación también puede enviar una señal de detener la limpieza en caso de condiciones climáticas desfavorables como humedad, viento o lluvia. El sistema de control y comunicación puede plasmarse como una red inalámbrica de corto alcance usando protocolos como ZigBee o XBee. De acuerdo con la técnica divulgada, también se pueden usar otros protocolos de comunicación inalámbrica. Cabe destacar que en caso de inclemencias del tiempo durante el proceso de limpieza, el sistema de control y comunicación puede dar una orden a los ARC de regresar a la estación de conexión 160 y anclarse a múltiples elementos de anclaje 164 para evitar que los ARC se caigan de los tableros de seguidores solares debido al mal tiempo. Una vez que el clima desfavorable cede, siempre y cuando no haya amanecido todavía, los ARC pueden recibir una orden de continuar limpiando para reiniciar el ciclo de limpieza que habían comenzado anteriormente. Se pueden usar sensores de luz, sensores de viento, sensores de presión, sensores de humedad, sensores de lluvia y otros sensores relacionados con el clima para determinar automáticamente si hay condiciones climáticas desfavorables presentes cerca del parque de seguidores solares.

Nuevamente con referencia a las Figuras 4 y 5, en esta realización de los ARC, la limpieza de la superficie de los tableros de seguidores solares se hace por al menos un cilindro de limpieza 212 equipado con múltiples aletas de microfibra 214. De acuerdo con la técnica divulgada, puede usarse uno o más cilindros giratorios para efectuar la limpieza de la superficie del tablero de seguidores solares. Además, múltiples aletas de microfibra 214 pueden estar hechas de otras telas, tejidos o materiales textiles. En una realización de la técnica divulgada, el ancho de las aletas de microfibra puede ser 100 milímetros (en la presente mm) y el tamaño radial de las aletas de microfibra puede ser entre 200 y 240 mm. Cabe destacar que se pueden usar otras dimensiones. Las dimensiones que anteceden de las aletas de microfibra pueden asegurar una generación óptima de una corriente de aire direccional. La limpieza de la superficie del tablero de seguidores solares se logra por la corriente de aire direccional generada junto con un elemento plano angular 262 y también por el contacto muy suave y baja presión ejercida menor que  $0,1 \text{ g/cm}^2$  de las múltiples aletas de microfibra que empujan el polvo

y los residuos de la superficie del tablero de seguidores solares por el borde del tablero de seguidores solares. De acuerdo con la técnica divulgada, el ARC limpia un tablero de seguidores solares mientras el tablero de seguidores solares está en posición horizontal pero también puede limpiar si el tablero de seguidores solares tiene un ángulo  
5 inclinado leve de hasta  $\pm 10$  grados de su posición horizontal.

El movimiento y la maniobra del ARC en la superficie de un tablero de seguidores solares son controlados por una unidad de control 220 y su procesador (no se muestra), usando la rueda de accionamiento izquierda 206A y la rueda de accionamiento derecha  
10 206B que son accionadas por el motor de accionamiento de DC izquierdo 208A y el motor de accionamiento de DC derecho 208B respectivamente y también usando el codificador de rueda izquierdo 248A y el codificador de rueda derecho 248B. El ARC 204 se mueve hacia adelante y atrás cuando la rueda de accionamiento izquierda 206A y la rueda de accionamiento derecha 206B giran en la misma dirección con la misma  
15 velocidad. El ARC 204 girará cuando la rueda de accionamiento izquierda 206A y la rueda de accionamiento derecha 206B giran en direcciones opuestas. La maniobra hacia la derecha o izquierda del ARC se realiza al controlar la modulación del ancho de pulso del motor de accionamiento de DC izquierdo 208A y el motor de accionamiento de DC derecho 208B que puede ser controlada por el procesador. Por tanto, la unidad  
20 de control 220 controla el proceso de limpieza del ARC. La cantidad de pulsos de cada motor de accionamiento puede medirse usando el codificador de rueda izquierdo 248A y el codificador de rueda derecho 248B, controlando de este modo de forma exacta la posición del ARC.

25 Como se mencionó anteriormente, cada ARC está equipado con un sensor de movimiento de al menos 6 ejes, incluido un acelerómetro y un giroscopio electrónico, así como (por ejemplo, en la realización mostrada en la Figura 4) cinco sensores de proximidad que pueden detectar los bordes del tablero de seguidores solares que juntos son controlados por la unidad de control 220. Como se mencionó anteriormente, cada  
30 uno del motor de accionamiento de DC izquierdo 208A y el motor de accionamiento de DC derecho 208B incluye al menos un codificador para contar el estado angular de cada motor de accionamiento que puede proveerse a la unidad de control 220 para determinar la posición angular de la rotación de cada una de la rueda de accionamiento izquierda 206A y rueda de accionamiento derecha 206B.

35

Usando todos o al menos alguno del acelerómetro, giroscopio electrónico,

sensores de proximidad y codificadores, la unidad de control 220 puede recorrer el ARC en la superficie del tablero de seguidores solares en cualquier patrón deseado. En particular, de acuerdo con la técnica divulgada, el ARC 204 puede usar un acelerómetro y un giroscopio electrónico para maniobrar y recorrer la superficie de un tablero de seguidores solares. Como se describe a continuación, el giroscopio electrónico puede calibrarse usando el azimut y el norte local del tablero de seguidores solares antes de comenzar el ciclo de limpieza. El giroscopio electrónico del ARC 204 se calibra cuando el ARC 204 empuja contra la pared protectora que está posicionada en el lado norte de la estación de conexión. Esta dirección se vuelve el norte local del giroscopio electrónico, compensando de este modo las inexactitudes en el posicionamiento direccional de los tableros de seguidores solares en una dirección norte-sur.

De manera alternativa, el ARC puede empujar contra las barras conductoras posicionadas en el lado hacia el oeste o el lado hacia el este para calibrar una dirección local del giroscopio electrónico. Usar el norte local del tablero de seguidores solares como parte de la calibración y navegación del ARC mejora el proceso de limpieza de la técnica divulgada debido a que el ARC se moverá sobre el seguidor solar en una dirección norte-sur (o este-oeste) en función de la posición real del seguidor solar. Esto es diferente a la técnica anterior, donde un seguidor solar puede posicionarse norte-sur usando el norte magnético como la dirección de posicionamiento mientras que el limpiador robótico de la técnica anterior que limpia la superficie usa el norte real para determinar su ubicación en la superficie del panel solar. Cabe destacar también que un sensor de movimiento de al menos 6 ejes puede sustituirse por un sensor de movimiento de 9 ejes que también incluye un magnetómetro. Cabe destacar también que los avances en los sistemas de navegación de sistema de posicionamiento global (en la presente abreviado como GPS) pueden proporcionar sensores de GPS con una resolución mejor que 1 grado. Cuando tales sistemas de navegación GPS se vuelven disponibles, se puede incluir un sensor de GPS en el ARC de la técnica divulgada, y la navegación de GPS puede usarse como ayuda para el sensor de movimiento de al menos 6 ejes del ARC, por ejemplo, para revisar y/o proveer un control de validación de la posición del ARC en la superficie del tablero de seguidores solares.

Un patrón de limpieza del ARC puede ser que el ARC se mueve desde la estación de conexión 202 al borde sur de la sección sur del tablero de seguidores solares sin hacer funcionar el cilindro de limpieza. Luego el ARC se gira hacia el oeste y comienza a limpiar la superficie del tablero de seguidores solares en un patrón de zigzag de oeste

a este a oeste hasta que se haya limpiado toda la superficie. En este patrón, la limpieza se realiza desde el extremo al extremo sur del tablero de seguidores solares. Un patrón similar puede efectuarse con el ARC yendo de norte a sur a norte. Cuando el ARC alcanza el puente 158 (Figura 3), el ARC cruzará el puente a la vez que también limpia el panel solar 162 (Figura 3) que se usa para recargar la fuente de energía recargable del ARC. El ARC continuará su patrón de limpieza en zigzag hacia el norte. Cuando el ARC alcanza el borde norte de la segunda sección del tablero de seguidores solares, el ARC regresará de forma autónoma a la estación de conexión 202. El ARC entra en la estación de conexión 202 y estacionará mirando hacia el este mientras los conectores de recarga 232 presionan hacia el este en las barras conductoras 242. En una realización, una de las estaciones de conexión 202 o 300 (Figura 6) puede tener elementos de anclaje tanto en su lado este como oeste, de forma tal que en esta realización, en el siguiente mediodía, el ARC pueda girar y mirar hacia el oeste y moverse hasta que sus conectores de recarga presionen contra las barras conductoras colocadas hacia el oeste (no se muestran). Como se mencionó anteriormente, el patrón descrito de limpieza y recarga es apenas un ejemplo y son posibles otros patrones de limpieza y procedimientos de recarga.

Quando el ARC recibe una orden de iniciar limpieza, la unidad de control 220 controla la posición de inclinación del tablero de seguidores solares usando un acelerómetro 224. Si la posición de inclinación es horizontal (o lo más próximo a horizontal, lo que significa dentro de  $\pm 10$  grados de la horizontal), el ARC girará al norte y presionará sus conectores de recarga hacia la barrera física 244 para calibrar el giroscopio electrónico 222. Por tanto, el ARC calibra el giroscopio electrónico 222 de modo que su norte esté en el norte local del tablero de seguidores solares. El giroscopio electrónico 222 se calibra usando el azimut del tablero de seguidores solares como se representa por el azimut de la barrera física 244 y una determinación del norte local antes de comenzar su proceso de limpieza. Después de completar la calibración, el ARC puede girar al sur para comenzar el proceso de limpieza como se describe anteriormente.

Como parte de la técnica divulgada, el parque de seguidores solares puede incluir un centro climático (no se muestra) que incluye instrumentos y sensores como al menos uno de una veleta y un anemómetro (no se muestra ninguno) para determinar la dirección del viento y la velocidad del viento, así como otros instrumentos como un termómetro, un higrómetro y similares, para determinar varios parámetros del clima

presentes en el parque de seguidores solares. En casos de condiciones climáticas como un fuerte viento del oeste, la limpieza del ARC puede realizarse usando un patrón de limpieza que mueve el polvo y los residuos de oeste a este, usando de este modo el viento a favor para potenciar la acción de limpiar. En este patrón, los movimientos del ARC de este a oeste serán inactivos, sin hacer funcionar el cilindro de limpieza. En caso de un fuerte viento del este, el patrón de limpieza se invierte. Por tanto, el centro climático puede transmitir datos a la unidad de control del ARC para limpiar los tableros de seguidores solares usando patrones de limpieza específicos dependiendo del clima determinado presente en el parque de seguidores solares.

10

Cabe destacar que la técnica divulgada se describió en el contexto de un tablero de seguidores solares que puede inclinarse de este a oeste durante el transcurso de un día. Sin embargo, la técnica divulgada también puede usarse en tableros solares de ángulo fijo siempre que su ángulo de inclinación no sea mayor que  $10^\circ$  en una dirección hacia el este o hacia el oeste. En tal realización, el ARC de la técnica divulgada, así como la estación de conexión pueden plasmarse de forma similar a la divulgada anteriormente, sin embargo, debido a que los tableros y paneles solares no pueden inclinarse, una orden de ciclo de limpieza simplemente se proporciona al ARC una vez que el sol se haya ocultado, sin necesidad de proporcionar una orden a los tableros y paneles solares de inclinarse un ángulo de inclinación horizontal de sustancialmente  $0^\circ$ .

20

Ahora se hace referencia a la Figura 9, que es una vista lateral de un seguidor solar, posicionado para permitir su limpieza por un limpiador robótico en condiciones de viento fuerte, al que generalmente se hace referencia con 360, construido y que funciona de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada. Elementos similares entre las Figuras 1 y 2 y Figura 9 se etiquetan usando números de referencia idénticos, como el seguidor solar 102, polo de soporte 104 y nivel de suelo 112. La Figura 9 también muestra un ARC 362 que se muestra esquemáticamente con una cubierta (no etiquetada) y por tanto las partes interiores del ARC 362 no son visibles. Como se mencionó anteriormente, el ARC de la técnica divulgada puede limpiar un tablero de seguidores solares con cualquier inclinación entre  $-10^\circ$  y  $+10^\circ$ , como se mide a partir de un ángulo de inclinación horizontal de sustancialmente  $0^\circ$ . En una realización de la técnica divulgada, el ARC 362 limpia la superficie de un tablero de seguidores solares cuando está colocado en un ángulo de inclinación horizontal de sustancialmente  $0^\circ$ . También como se mencionó anteriormente, el ARC de la técnica divulgada es ligero para evitar que el peso del ARC dañe la superficie de los tableros de seguidores solares,

25

35

especialmente cualquier recubrimiento antirreflejo que puede colocarse en la superficie de los seguidores solares. Debido al peso relativamente ligero del ARC (alrededor de 10 kilogramos) y su forma general, un viento suficientemente fuerte puede crear una fuerza de elevación suficiente para elevar el ARC 362 de la superficie del seguidor solar 102. Por tanto, ciertas condiciones de viento pueden hacer que el ARC 362 se voltee o caiga de la superficie del seguidor solar 102.

Como se ilustra en la Figura 9, un viento sopla a través de la superficie del seguidor solar 102, mostrado por múltiples flechas 364. En función de la escala de Beaufort de tormentas de viento, suponiendo que el viento 364 tiene una velocidad promedio del viento de 29 kilómetros por hora (en la presente abreviado **Km/h**), el viento 364 ejercerá una presión de viento de alrededor de 4,0 kilogramos por metro cuadrado (en la presente abreviado **Kg/m<sup>2</sup>**) por la superficie del seguidor solar 102. Suponiendo que el ARC 362 tiene un área de superficie promedio de 0,4 m<sup>2</sup>, la presión del viento actuante sobre el ARC 362 debido al viento 364 será 1,6 Kg/m<sup>2</sup>. La presión del viento ejercida sobre el ARC 362 puede compensarse inclinando el seguidor solar 102 un ángulo 366 desde una línea horizontal 368 como se mide desde el pivote (no etiquetado) que controla el ángulo del seguidor solar 102. Un vector de gravedad 370 muestra la fuerza descendiente ejercida por la gravedad sobre el ARC 362 mientras que un vector de fuerza normal 374 muestra la fuerza normal ejercida por el seguidor solar 102 sobre el ARC 362. El componente del vector de gravedad 370 que es paralelo a la superficie del seguidor solar 102, mostrado como un vector de superficie 372 puede determinarse por la siguiente fórmula:

$$\text{VectordeSuperficie} = M \cdot g \cdot \text{sen } \alpha \quad (1)$$

donde *VectordeSuperficie* es la fuerza del vector de superficie 372 en Newtons, *M* es la masa del ARC 362 en kilogramos y  $\alpha$  es el ángulo 366. Dado el ejemplo que antecede, si el ángulo 366 es de alrededor de 9°, el vector de superficie 372 debería ejercer suficiente fuerza como para compensar la presión del viento ejercida por el viento 364. Como se mencionó anteriormente, debido a que el ARC 362 puede limpiar la superficie del seguidor solar 102 hasta un ángulo de inclinación de alrededor de 10°, pueden ejercerse presiones de viento de hasta aproximadamente 1,7 Kg/m<sup>2</sup> sobre el ARC 362 que pueden ser compensadas por el ángulo de inclinación del seguidor solar 102. Tal presión del viento sobre el ARC 362 es equivalente a una velocidad promedio del viento de aproximadamente 30 Km/h de acuerdo con la escala de Beaufort (a cuyo extremo

inferior se hace referencia de manera descriptiva como “brisa fresca” en la escala de Beaufort). Por tanto, de acuerdo con la técnica divulgada, el ARC 362 puede usarse para limpiar la superficie del seguidor solar 102 hasta velocidades de viento medidas de aproximadamente 30 Km/h. A velocidades de viento mayores que eso, el ARC 362 debería permanecer en su estación de conexión hasta que las velocidades del viento se reduzcan a menos de 30 Km/h.

De acuerdo con la técnica divulgada, el controlador maestro (no se muestra) que controla el ángulo de inclinación del seguidor solar 102, puede determinar la presión del viento ejercida sobre el ARC 362 antes de que el ARC 362 deje su estación de conexión en función de la información climática. La información climática puede ser provista por una conexión de red a un servicio climático, así como de instrumentos climáticos (no se muestran) acoplados con el controlador maestro, para determinar localmente el clima en el parque de seguidores solares. Los instrumentos climáticos pueden incluir al menos uno de un anemómetro, un higrómetro, un barómetro, un termómetro y similares para medir y determinar varias características del clima local. Si el controlador maestro determina que hay viento presente en la superficie del seguidor solar 102 y que la velocidad promedio del viento es menor que el límite superior de aproximadamente 30 Km/h, el controlador maestro puede determinar en qué ángulo de inclinación debería posicionarse el seguidor solar 102, en función de la Ecuación 1 que antecede, de manera que el ángulo de inclinación compense la fuerza del viento. Cabe destacar que la Ecuación 1 es útil para vientos que generalmente soplan en una dirección de acuerdo con el ángulo 366. Como se ilustra en la Figura 9, el viento 364 sopla de este (E) a oeste (W), por tanto, el ángulo 366 puede usarse para compensar la presión del viento por un viento que viene predominantemente del este o del oeste. Si el viento en la Figura 9 sopla predominantemente en una dirección al norte o al sur (no se muestra), la inclinación del seguidor solar 102 de este a oeste no compensará tales presiones del viento. En tal caso, el controlador maestro puede fijar un límite de velocidad promedio del viento menor para dar una orden al ARC 362 de dejar su estación de conexión y limpiar la superficie del seguidor solar 102. Cabe destacar también que cada tablero de seguidores solares en un parque de seguidores solares puede estar equipado con instrumentos climáticos y que el controlador maestro puede determinar un ángulo de inclinación diferente por tablero de seguidores solares dependiendo de la velocidad promedio del viento medida en cada tablero de seguidores solares.

35

Ahora se hace referencia a la Figura 10, que es una vista superior de un seguidor

solar, que muestra una estación de conexión, así como patrones de limpieza para usarse en varias condiciones de viento, al que generalmente se hace referencia con 390, construido y que funciona de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada. Elementos similares entre las Figuras 3 y Figura 10 se etiquetan usando números de referencia idénticos, como el tablero de seguidores solares 152A, puente 158, estación de conexión 160, panel solar 162, elementos de anclaje 164 y ARC 166. El lado izquierdo de la Figura 10 muestra que la estación de conexión 160 incluye ahora barras de bloqueo 392. Las barras de bloqueo 392 se muestran como dos barras que se extienden por la longitud de la estación de conexión 160 y se muestran en mayor detalle a continuación en las Figuras 11 y 12. Las barras de bloqueo 392 sustancialmente crean una jaula para ARC 166, formando un toldo superior o techo bajo el cual el ARC 166 puede estacionarse y acoplarse con los elementos de anclaje 164. Como se ilustra en la Figura 10, si un viento desde el este o desde el oeste fuerte o incluso extremo sopla sobre los seguidores solares 152A y 152B, con suficiente fuerza como para elevar el ARC 166 de la superficie del seguidor solar, cuando el ARC 166 está estacionado en la estación de conexión 160, el lado superior de la cubierta (no se muestra) del ARC 166 entrará en contacto con las barras de bloqueo 392, que evitarán que el ARC 166 vuele de la estación de conexión 160. Por tanto, de acuerdo con la técnica divulgada, las barras de bloqueo 392 permiten que el ARC 166 permanezca en la estación de conexión 160 incluso en condiciones de viento extremas (donde extremas alcanza e incluye condiciones huracanadas). Las barras de bloqueo pueden fabricarse de cualquier material resistente y duradero como metal, plástico duro, fibra de vidrio y similares.

El lado derecho de la Figura 10 muestra dos patrones de limpieza diferentes como ejemplos, de acuerdo con la técnica divulgada, de patrones de limpieza que pueden usarse para aumentar la eficiencia de limpieza del ARC 166 en condiciones de viento variables. Como se mencionó anteriormente, el controlador maestro (no se muestra) de los tableros de seguidores solares 152A y 152B puede acoplarse con un servicio climático o puede incluir equipo e instrumentos de información climática para determinar el clima en el sitio del parque de seguidores solares. Si se detecta un viento, el controlador maestro puede darle instrucciones al ARC 166 de limpiar en un patrón particular de manera que la dirección del viento se use para ayudar a limpiar la superficie del seguidor solar. En un ejemplo como se ilustra, si un viento predominantemente del oeste, como se ilustra por múltiples flechas 394, se determina por el controlador maestro, el ARC 166 puede usar un patrón de barrido 396 donde el ARC 166 se desplaza en una dirección perpendicular a la dirección del viento detectado, avanzando

cada vez en una dirección perpendicular en la dirección del viento 394. Por tanto, el ARC 166 se desplaza de norte a sur y sur a norte sobre el tablero de seguidores solares 152B soplando polvo y residuos de la superficie del seguidor solar y, cada vez, el ARC 166 avanza hacia el este, en dirección del viento desde el oeste 394. De este modo, el

5 ARC 166 mueve polvo, residuos y suciedad desde el tablero de seguidores solares 152B en la dirección del viento 394. Por tanto, el ARC 166 mueve polvo, residuos y suciedad hacia adelante hacia áreas que todavía no se habían limpiado de la superficie del tablero de seguidores solares, en la misma dirección general en la que el viento 394 sopla polvo, residuos y suciedad sobre el tablero de seguidores solares 152B. La fuerza del viento

10 394 puede entonces usarse junto con la corriente de aire direccional (no se muestra) del ARC 166 para aumentar la eficiencia de limpieza del ARC 166. A modo de otro ejemplo, si un viento predominantemente del sur, como se ilustra por múltiples flechas 398, se determina por el controlador maestro, el ARC 166 puede usar un patrón de barrido 400 donde el ARC 166 se desplaza en una dirección perpendicular a la dirección del viento

15 detectado, avanzando cada vez en una dirección perpendicular en la dirección del viento 398. Por tanto, el ARC 166 se desplaza de este a oeste y oeste a este sobre el tablero de seguidores solares 152A soplando polvo y residuos de la superficie del seguidor solar y, cada vez, el ARC 166 avanza hacia el norte, en la dirección del viento del sur 398. Patrones de limpieza similares son posibles de acuerdo con la técnica divulgada para

20 vientos del norte y el este (ninguno se muestra). De acuerdo con la técnica divulgada, antes de que el ARC 166 reciba una orden de limpiar la superficie de los tableros de seguidores solares 152A y 152B, el controlador maestro determina si hay viento suficientemente fuerte presente, que sople predominantemente en una de las direcciones cardinales. Si hay, el controlador maestro puede darle al ARC 166 una orden

25 específica de limpiar en un patrón de barrido como se ilustra en la Figura 10, donde la dirección del viento determinado se usa para aumentar la eficiencia de la limpieza de polvo y residuos fuera de la superficie de los tableros de seguidores solares por el ARC 166. De acuerdo con otra realización de la técnica divulgada, al ARC 166 se le puede dar una orden de limpiar una superficie del tablero de seguidores solares usando un

30 patrón de barrido independientemente de la dirección del viento determinado. En esta realización, el ARC 166 puede limpiar, quitando el polvo y los residuos de la superficie del tablero de seguidores solares siguiendo un patrón de barrido donde el ARC 166 se desplaza por la superficie del seguidor solar en una dirección perpendicular a la dirección del viento determinado y, cada vez, avanzando en la dirección del viento. Por

35 tanto, los patrones de barrido ilustrados en la Figura 10 pueden plasmarse para cualquier dirección del viento y no se limitan a vientos que solo soplan

predominantemente en las cuatro direcciones cardinales.

Ahora se hace referencia a la Figura 11, que es una vista superior ampliada de la estación de conexión de la Figura 10, a la que generalmente se hace referencia con  
5 410, construida y que funciona de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada. En la Figura 11 se muestran una porción 412 de un tablero de seguidores solares, una estación de conexión 414, sustancialmente similar a la estación de conexión 160 (Figuras 3 y 10), un ARC 416 y múltiples elementos de anclaje y carga 418. Se muestra el contorno del ARC 416 como una línea punteada para delinear su  
10 posición en la estación de conexión 414. La estación de conexión 414 incluye barras de bloqueo 420, una pared de extremo 424 y al menos dos paredes de entrada 422. La pared de extremo 424 y las paredes de entrada 422 tienen la altura del ARC 416, donde la pared de extremo se extiende por la longitud de la estación de conexión 414 y las paredes de entrada 422 están separadas lo suficiente para que el ARC 416 entre y  
15 salga. La pared de extremo 424 y las paredes de entrada 422 actúan como barreras físicas para evitar que el ARC 416 vuele de la estación de conexión 414. Las paredes de entrada 422 también pueden plasmarse como una única pared de entrada (no se muestra), con mayor longitud que cualquiera de las paredes de entrada 422, como se ilustra en la Figura 11 y cumpliendo la misma función que una barrera física para evitar  
20 que el ARC 416 vuele de la estación de conexión 414. Las barras de bloqueo 420, como se ilustran, se extienden la longitud de la estación de conexión 414, y están sujetas permanentemente a la estación de conexión 414, formando una protección de techo o toldo parcial bajo la cual el ARC 416 se acopla con múltiples elementos de anclaje y carga 418 cuando el ARC 416 regresa a la estación de conexión 414 para recargarse  
25 y/o durante las inclemencias del clima. Las barras de bloqueo 420, pared de extremo 424 y paredes de entrada 422, juntas forman una barrera protectora para proteger el ARC 416 para que no se eleve de la estación de conexión 414 durante condiciones de viento extremo, protegiendo de este modo el ARC 416 incluso durante vientos huracanados. Como se explicó anteriormente, las barras de bloqueo 420 están  
30 separadas por la estación de conexión 414, de manera que si un viento suficientemente fuerte, ya sea desde una dirección este u oeste, ejerce una fuerza de elevación sobre el ARC 416, la parte superior del ARC 416 será detenida por las barras de bloqueo 420, que evitan que el ARC 416 vuele de la estación de conexión 414. Si un viento fuerte del sur empuja contra el ARC 416 en dirección al norte, con suficiente fuerza para mover el  
35 ARC 416 de modo que sus ruedas se empujen en una dirección perpendicular, la pared de extremo 424, que está a la altura del ARC 416, evitará que el ARC 416 se caiga del

lado norte de la estación de conexión 414. Igualmente, si un viento fuerte del norte empuja contra el ARC 416 en dirección al sur, con suficiente fuerza para mover el ARC 416 de modo que sus ruedas se empujen en una dirección perpendicular, las paredes de entrada 422, que están a la altura del ARC 416, evitarán que el ARC 416 se mueva lateralmente y caiga de la estación de conexión 414 y posiblemente caiga del tablero de seguidores solares 412.

Ahora se hace referencia a la Figura 12, que es una vista lateral de la estación de conexión de la Figura 10, a la que generalmente se hace referencia con 440, construida y que funciona de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada. Elementos similares entre las Figuras 5 y Figura 12 se etiquetan usando números de referencia idénticos, como el tablero de seguidores solares 202, cilindro de limpieza 212 y múltiples aletas de microfibra 214. En la Figura 12 se muestra una cubierta 442, que cubre los componentes interiores del ARC 204, así como una barra de bloqueo 446. Como se ilustra, un extremo de la barra de bloqueo 446 está acoplado con un extremo de la estación de conexión 202, como se ilustra por una flecha 448. La barra de bloqueo 446 está sujeta permanentemente a la estación de conexión 202 y, por tanto, actúa como un tipo de jaula para evitar que el ARC 204 se eleve de la estación de conexión 202 en caso de condiciones de viento suficiente. Como se ilustra por una flecha 450, las condiciones de viento suficiente pueden provocar que el ARC 204 se eleve en la dirección de la flecha 450. Sin embargo, si eso comienza a pasar, la presencia de la barra de bloqueo 446 evita que el ARC 204 se eleve completamente de la estación de conexión 202.

Como se menciona anteriormente, la técnica divulgada también provee un método y sistema para una mejor manera de compartir información climática durante el funcionamiento y la limpieza de un parque de seguidores solares y para mejorar el mantenimiento predicho y el aprendizaje de máquina del mantenimiento del parque de seguidores solares. De acuerdo con la técnica divulgada, un parque o granja de seguidores solares puede incluir un controlador maestro para cada tablero de seguidores solares así como un controlador maestro para todo el parque de seguidores solares. Cada controlador maestro puede estar acoplado con cualquier otro controlador maestro y/o con el controlador maestro de todo el parque de seguidores solares de manera que pueda intercambiarse información entre estos componentes. La información puede incluir información climática así como información sobre el estado actual de cada tablero de seguidores solares. Como se explicó anteriormente, el

intercambio de información climática entre los diversos controladores maestros se usa para un funcionamiento óptimo y seguro de los ARC en la granja de seguidores solares. Cabe destacar que este intercambio de información puede expandirse a otros aspectos del funcionamiento de un parque de seguidores solares, como la exactitud de la inclinación de cada tablero de seguidores solares, cualquier ruptura en los paneles solares de un tablero de seguidores solares, grietas y microgrietas de la superficie del panel solar de un tablero de seguidores solares y similares.

Este intercambio de información puede introducirse como parte de un algoritmo de mantenimiento predictivo para determinar cuándo deben realizarse diferentes tipos de mantenimiento en los seguidores solares del parque de seguidores solares. Este intercambio de información también puede usarse para el mantenimiento y la gestión del parque de seguidores solares. De acuerdo con una realización de la técnica divulgada, cada tablero de seguidores solares puede incluir al menos un instrumento relacionado con el clima, como un anemómetro, termómetro, higrómetro, barómetro, y similares, de manera tal que puedan determinarse las condiciones climáticas específicas de un tablero de seguidores solares dado. Esta información climática puede usarse para brindarle a ARC individuales diferentes instrucciones de limpieza así como inclinar seguidores solares individuales en diferentes ángulos de limpieza dependiendo de las condiciones del viento determinadas en diferentes partes de la granja de seguidores solares. Por ejemplo, si hay un fuerte viento del este presente, puede ser que los seguidores solares del lado este del parque de seguidores solares reciba instrucciones de que sus ARC se mantengan bajo la protección de las barras de bloqueo de las estaciones de conexión mientras que los ARC del lado oeste del parque de seguidores solares, donde puede haber menos viento, recibirán instrucciones de limpiar sus tableros de seguidores solares correspondientes con los tableros de seguidores solares posicionados en un ángulo de limpieza específico. Además, en tal caso, en el lado oeste del parque de seguidores solares, diferentes seguidores solares pueden posicionarse en diferentes ángulos de limpieza dependiendo de la fuerza del viento medida en cada tablero de seguidores solares.

Los expertos en la técnica observarán que la técnica divulgada no se limita a lo que se mostró y se describió de forma particular anteriormente en la presente. Por el contrario, el alcance de la técnica divulgada se define solo por las reivindicaciones que siguen.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de limpieza sin agua de seguidor solar para limpiar paneles solares de un seguidor solar, donde dicho seguidor solar puede posicionarse en un ángulo predeterminado, dicho sistema de limpieza sin agua de seguidor solar comprende:
- 5 una estación de conexión, acoplada con un borde de dicho seguidor solar; y
- un limpiador robótico autónomo (ARC),  
donde dicho ARC comprende:
- 10 al menos una fuente de energía recargable;  
al menos un cilindro de limpieza, para limpiar la suciedad de una superficie de dicho seguidor solar sin agua y
- un controlador, para controlar un proceso de limpieza de dicho ARC y para transmitir y recibir señales hacia y desde dicho ARC,
- 15 dicho controlador comprende un sensor de movimiento, para determinar un ángulo de dicho seguidor solar y un encabezado de dicho ARC;
- dicho al menos un cilindro de limpieza comprende además múltiples aletas que giran para generar un flujo de aire direccional para quitar dicha suciedad de dicha superficie de dicho seguidor solar;
- 20 dicha estación de conexión comprende al menos un conector eléctrico para recargar dicha fuente de energía recargable,  
donde dicho ARC puede anclarse en dicha estación de conexión;  
donde dicho ARC limpia dicho seguidor solar cuando dicho seguidor solar está posicionado en dicho ángulo predeterminado;
- 25 donde dicho ángulo predeterminado se encuentra entre -10 y +10 grados desde un ángulo horizontal de cero grados;  
donde dicho sensor de movimiento se usa para controlar dicho ARC sobre dicha superficie de dicho seguidor solar;
- 30 donde dichas múltiples aletas tocan dicha superficie de dicho seguidor solar cuando dichas múltiples aletas giran y  
donde dicho ARC limpia dicho seguidor solar por dicho flujo de aire direccional y dicho contacto de dichas múltiples aletas quitan dicha suciedad de dicha superficie de dicho seguidor solar mientras dicho sensor de movimiento controla dicho ARC de forma autónoma sobre dicha superficie de dicho seguidor solar.
- 35

2. El sistema de limpieza sin agua de seguidor solar de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicho seguidor solar comprende:
- una primera sección de paneles solares;
  - 5 una segunda sección de paneles solares;
  - un puente, para acoplar dicha primera sección con dicha segunda sección; y
  - una sección de recarga de paneles solares.
- 10 3. El sistema de limpieza sin agua de seguidor solar de acuerdo con la reivindicación 2, donde dicha estación de conexión comprende además un cable conductor, para acoplar dicho al menos un conector eléctrico con dicha sección de recarga de paneles solares, donde la electricidad generada por dicha sección de recarga de paneles solares se usa para recargar dicha fuente de energía recargable.
- 15 4. El sistema de limpieza sin agua de seguidor solar de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicho sensor de movimiento comprende al menos un sensor que se selecciona de la lista que consiste en:
- un acelerómetro;
  - 20 un giroscopio electrónico y
  - un magnetómetro.
5. El sistema de limpieza sin agua de seguidor solar de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicha estación de conexión comprende además múltiples
- 25 elementos de anclaje, cada uno de dichos múltiples elementos de anclaje comprende:
- múltiples elementos de soporte;
  - al menos una barra conductora, acoplada entre al menos dos de dichos múltiples elementos de soporte; y
  - una barrera física, posicionada en un lado norte de dicha estación de
  - 30 conexión, para evitar que dicho ARC caiga de dicha estación de conexión,
  - donde dicha al menos una barra conductora es dicho al menos un conector eléctrico;
  - donde dicha al menos una barra conductora también ancla dicho ARC;
  - donde dichos múltiples elementos de soporte están acoplados
  - 35 rígidamente con una superficie de conexión de dicha estación de conexión; y
  - donde al menos una de dicha barrera física y dicha al menos una barra

conductora se usa para calibrar dicho sensor de movimiento a un norte local de dicho seguidor solar.

6. El sistema de limpieza sin agua de seguidor solar de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicho ARC comprende además:

al menos dos ruedas de accionamiento;

al menos dos motores de accionamiento de corriente directa (DC) correspondientes, para accionar respectivamente cada una de dichas al menos dos ruedas de accionamiento;

al menos dos correas de accionamiento correspondientes, para acoplar cada una de dichas al menos dos ruedas de accionamiento con dichos al menos dos motores de accionamiento de DC correspondientes;

una estructura de soporte, para soportar una sección trasera de dicho ARC;

al menos un sensor de borde, para determinar un borde de dicho seguidor solar; y

al menos dos conectores de recarga, acoplados con dicha fuente de energía recargable, para acoplar eléctricamente dicha fuente de energía recargable con dicho al menos un conector eléctrico de dicha estación de conexión,

donde cada una de dichas al menos dos ruedas de accionamiento comprende al menos un codificador correspondiente.

7. El sistema de limpieza sin agua de seguidor solar de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicho ARC comprende además:

al menos un motor de accionamiento de corriente directa (DC) de cilindro de limpieza, para accionar dicho al menos un cilindro de limpieza;

una correa de accionamiento de cilindro de limpieza, para acoplar dicho motor de accionamiento de DC de al menos un cilindro de limpieza con dicho al menos un cilindro de limpieza; y

un elemento plano angular,

donde dicho elemento plano angular dirige dicho flujo de aire direccional generado por dichas múltiples aletas hacia adelante.

8. El sistema de limpieza sin agua de seguidor solar de acuerdo con la reivindicación 1, donde dichas múltiples aletas se fabrican de un material que se

selecciona de la lista que consiste en:

- microfibra;
  - tela;
  - tejido y
- 5 materiales textiles.

9. El sistema de limpieza sin agua de seguidor solar de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicha fuente de energía recargable es una batería recargable que se selecciona de la lista que consiste en:

- 10 una batería Ni-MH;
- una batería de plomo y ácido;
- una batería de iones de litio;
- una batería LiFePO4 y
- una batería NiCad.

15

10. El sistema de limpieza sin agua de seguidor solar de acuerdo con la reivindicación 1, dicho controlador comprende además:

- un procesador y
- un transmisor-receptor.

20

11. El sistema de limpieza sin agua de seguidor solar de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicho ángulo predeterminado es sustancialmente cero grados desde dicho ángulo horizontal.

25 12. El sistema de limpieza sin agua de seguidor solar de acuerdo con la reivindicación 6, donde dicho al menos un sensor de borde se selecciona de la lista que consiste en:

- un sensor de proximidad;
  - un sensor de proximidad ultrasónico;
- 30 un sensor IR; y
- un sensor de capacitancia.

13. El sistema de limpieza sin agua de seguidor solar de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicho ARC quita dicha suciedad de dicha superficie de dicho seguidor solar usando una trayectoria predefinida.

35

14. El método de limpieza sin agua de acuerdo con la reivindicación 13, donde dicha trayectoria predeterminada se selecciona de la lista que consiste en:

una trayectoria en zigzag;

una trayectoria de escaneo y

5 una trayectoria de barrido.

15. El sistema de limpieza sin agua de seguidor solar de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicho sensor de movimiento se calibra a un norte local a lo largo de una barrera física en dicha estación de conexión antes de iniciar dicho proceso de  
10 limpieza.

16. El sistema de limpieza sin agua de seguidor solar de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicho flujo de aire direccional minimiza una presión ejercida en un recubrimiento antirreflejo que cubre dichos paneles solares.

15

17. El sistema de limpieza sin agua de seguidor solar de acuerdo con la reivindicación 1, para limpiar dichos paneles solares de dicho seguidor solar en varias condiciones de viento, donde dicho sistema de limpieza sin agua de seguidor solar comprende además un controlador maestro, para recibir y transmitir datos hacia y desde  
20 dicho seguidor solar y dicho ARC, dicha estación de conexión comprende además múltiples barras de bloqueo, acopladas con dicha estación de conexión, para proteger dicho ARC durante dichas condiciones de viento variables, donde dicho controlador maestro determina una velocidad promedio del viento y provee una orden de limpieza a  
25 dicho ARC si dicha velocidad promedio del viento está por debajo de un umbral predeterminado.

18. El sistema de limpieza sin agua de seguidor solar de acuerdo con la reivindicación 17, donde dicha estación de conexión comprende además:

múltiples elementos de anclaje, cada uno de dichos múltiples elementos  
30 de anclaje comprende:

múltiples elementos de soporte; y

al menos una barra conductora, acoplada entre al menos dos de  
dichos múltiples elementos de soporte; y

al menos dos barreras físicas, una primera de dichas al menos dos  
35 barreras físicas está posicionada en un lado norte de dicha estación de conexión y una segunda de dichas al menos dos barreras físicas está posicionada en un

lado sur de dicha estación de conexión, para evitar que dicho ARC caiga de dicha estación de conexión,

donde dicha al menos una barra conductora es dicho al menos un conector eléctrico;

5                   donde dicha al menos una barra conductora también ancla dicho ARC; y  
donde dichos múltiples elementos de soporte están acoplados rígidamente con una superficie de conexión de dicha estación de conexión.

19. El sistema de limpieza sin agua de seguidor solar de acuerdo con la reivindicación 17, donde dichas múltiples barras de bloqueo se fabrican de un material que se selecciona de la lista que consiste en:

- metal;
- plástico duro y
- fibra de vidrio.

15

20. El sistema de limpieza sin agua de seguidor solar de acuerdo con la reivindicación 17, donde dicho controlador maestro está acoplado con un centro de información climática mediante una red.

20 21. El sistema de limpieza sin agua de seguidor solar de acuerdo con la reivindicación 17, donde dicho controlador maestro está acoplado con al menos un instrumento climático para determinar localmente el clima en una ubicación de dicho seguidor solar.

25 22. El sistema de limpieza sin agua de seguidor solar de acuerdo con la reivindicación 21, donde dicho al menos un instrumento climático se selecciona de la lista que consiste en:

- un termómetro;
- un higrómetro;
- 30                   un barómetro y
- un anemómetro.

23. El sistema de limpieza sin agua de seguidor solar de acuerdo con la reivindicación 17, donde dicho controlador maestro determina además una dirección del viento y donde dicho controlador maestro provee una orden a dicho seguidor solar para posicionarse en un ángulo de inclinación de acuerdo con dicha velocidad promedio del

35

viento determinada y dicha dirección del viento determinada, dicho ángulo de inclinación compensa una fuerza del viento de dicha velocidad promedio del viento determinada y dicha dirección del viento determinada.

5 24. El sistema de limpieza sin agua de seguidor solar de acuerdo con la reivindicación 17, donde dicho controlador maestro determina además una dirección del viento, y donde dicho controlador maestro provee una orden a dicho ARC para limpiar dichos paneles solares en un patrón de barrido perpendicular a dicha dirección del viento determinada y avanzar en dicha dirección del viento determinada.

10

25. El sistema de limpieza sin agua de seguidor solar de acuerdo con la reivindicación 17, donde dicho controlador maestro recibe información climática y agrega dicha información climática junto con dichos datos para mejorar el mantenimiento predictivo de dicho seguidor solar.

15

26. El sistema de limpieza sin agua de seguidor solar de acuerdo con la reivindicación 17, donde dicha agregación permite el aprendizaje de máquina de un ciclo de mantenimiento de dicho seguidor solar.

20 27. Método para limpiar sin agua un seguidor solar que comprende al menos un limpiador robótico autónomo (ARC) que limpia sin agua, donde dicho ARC comprende un sensor de movimiento para navegación, dicho seguidor solar puede posicionarse en un ángulo predeterminado, que comprende los procedimientos de:

25 posicionar dicho seguidor solar en dicho ángulo predeterminado durante las horas de la noche, donde dicho ángulo predeterminado se encuentra entre -10 y +10 grados desde un ángulo horizontal de cero grados;

calibrar dicho sensor de movimiento a un norte local respecto de dicho seguidor solar;

30 proveer una señal de comenzar limpieza a dicho ARC para limpiar una superficie de dicho seguidor solar y

limpiar dicho seguidor solar al usar un flujo de aire direccional para quitar la suciedad de dicha superficie de dicho seguidor solar,

35 donde dicho ARC recorre de forma autónoma dicha superficie de dicho seguidor solar usando dicho sensor de movimiento.

35

28. El método para limpiar sin agua de acuerdo con la reivindicación 27, donde dicho

ángulo predeterminado es sustancialmente cero grados desde dicho ángulo horizontal.

29. El método para limpiar sin agua de acuerdo con la reivindicación 27, donde dicho seguidor solar comprende además una estación de conexión con múltiples elementos  
5 de anclaje, que comprende además el procedimiento de proveer una señal de regresar a la estación de conexión a dicho ARC cuando se detecta un clima desfavorable.

30. El método para limpiar sin agua de acuerdo con la reivindicación 27, donde dicho procedimiento de limpieza de dicho seguidor solar comprende el subprocedimiento de  
10 quitar dicha suciedad de dicha superficie de dicho seguidor solar usando una trayectoria predefinida.

31. El método para limpiar sin agua de acuerdo con la reivindicación 30, donde dicha trayectoria predeterminada se selecciona de la lista que consiste en:  
15 una trayectoria en zigzag;  
una trayectoria de escaneo y  
una trayectoria de barrido.

32. El método para limpiar sin agua de acuerdo con la reivindicación 27, donde dicho  
20 procedimiento de limpiar dicho seguidor solar usando dicho flujo de aire direccional minimiza una presión ejercida en un recubrimiento antirreflejo que cubre los paneles solares de dicho seguidor solar.

33. El método para limpiar sin agua de acuerdo con la reivindicación 27, donde dicho  
25 seguidor solar está en condiciones de viento variables, que comprende además el procedimiento de determinar una velocidad promedio del viento y una dirección del viento sobre dicho seguidor solar antes de dicho procedimiento de calibrar,  
donde dicho procedimiento de proveer dicha señal de comenzar limpieza comprende el subprocedimiento de proveer dicha señal de comenzar limpieza a  
30 dicho ARC si dicha velocidad promedio del viento determinada está por debajo de un umbral de viento predeterminado; y  
donde dicho ARC limpia dicha superficie usando un patrón de barrido perpendicular a dicha dirección del viento determinada y avanzando en dicha dirección del viento determinada.

35  
34. El método para limpiar sin agua de acuerdo con la reivindicación 33, que además

comprende los procedimientos de:

determinar un ángulo de inclinación de seguidor solar para compensar una fuerza del viento de dicha velocidad promedio del viento determinada y dicha dirección del viento determinada; y

5                   posicionar dicho seguidor solar en dicho ángulo de inclinación de compensación antes de dicho subprocedimiento de proveer dicha señal de comenzar limpieza.

35.   El método para limpiar sin agua de acuerdo con la reivindicación 33, que además  
10   comprende los procedimientos de:

agregar información climática en una ubicación de dicho seguidor solar con datos relacionados con una operación de dicho ARC para mejorar el mantenimiento predictivo de dicho seguidor solar; y

15                   agregar dicha información climática y dichos datos para permitir el aprendizaje de máquina de un ciclo de mantenimiento de dicho seguidor solar.

36.   Un sistema de limpieza sin agua de tablero solar de ángulo fijo para limpiar paneles solares de un tablero solar, donde dicho tablero solar está fijo en un ángulo predeterminado, dicho sistema de limpieza sin agua de tablero solar comprende:

20                   una estación de conexión, acoplada con un borde de dicho tablero solar;

y

un limpiador robótico autónomo (ARC),

donde dicho ARC comprende:

al menos una fuente de energía recargable;

25                   al menos un cilindro de limpieza, para limpiar la suciedad de una superficie de dicho tablero solar sin agua y

un controlador, para controlar un proceso de limpieza de dicho ARC y para transmitir y recibir señales hacia y desde dicho ARC,

30                   dicho controlador comprende un sensor de movimiento, para determinar un encabezado de dicho ARC;

dicho al menos un cilindro de limpieza comprende además múltiples aletas que giran para generar un flujo de aire direccional para quitar dicha suciedad de dicha superficie de dicho tablero solar;

35                   dicha estación de conexión comprende al menos un conector eléctrico para recargar la fuente de energía recargable,

donde dicho ARC puede anclarse en dicha estación de conexión;

donde dicho ángulo predeterminado se encuentra entre -10 y +10 grados desde un ángulo horizontal de cero grados;

donde dicho sensor de movimiento se usa para controlar el curso de dicho ARC de forma autónoma sobre dicha superficie de dicho tablero solar;

5           donde dichas múltiples aletas tocan dicha superficie de dicho tablero solar cuando dichas múltiples aletas giran y

donde dicho ARC limpia dicho tablero solar por dicho flujo de aire direccional y dicho contacto de dichas múltiples aletas quitan la suciedad de dicha superficie de dicho tablero solar.

10

37. El sistema de limpieza sin agua de seguidor solar de acuerdo con la reivindicación 1, donde en dicha estación de conexión, dicha al menos una fuente de energía recargable permanece acoplada con dicho al menos un conector eléctrico mientras dicho seguidor solar cambia de ángulo.

15

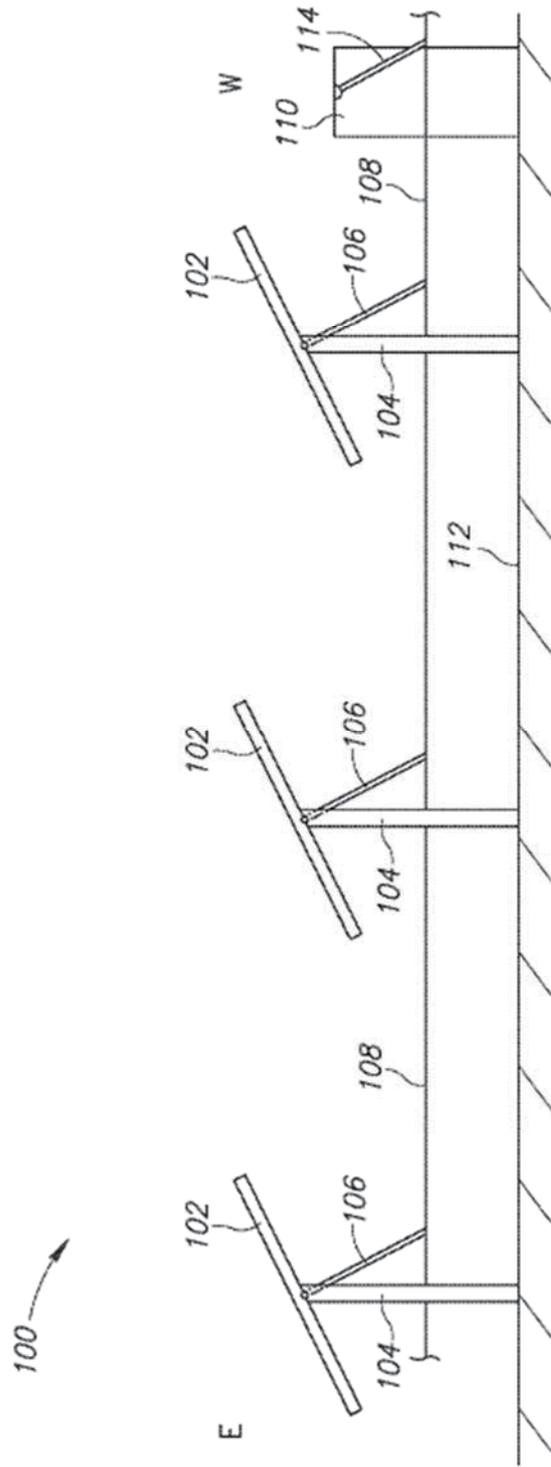


FIGURA 1

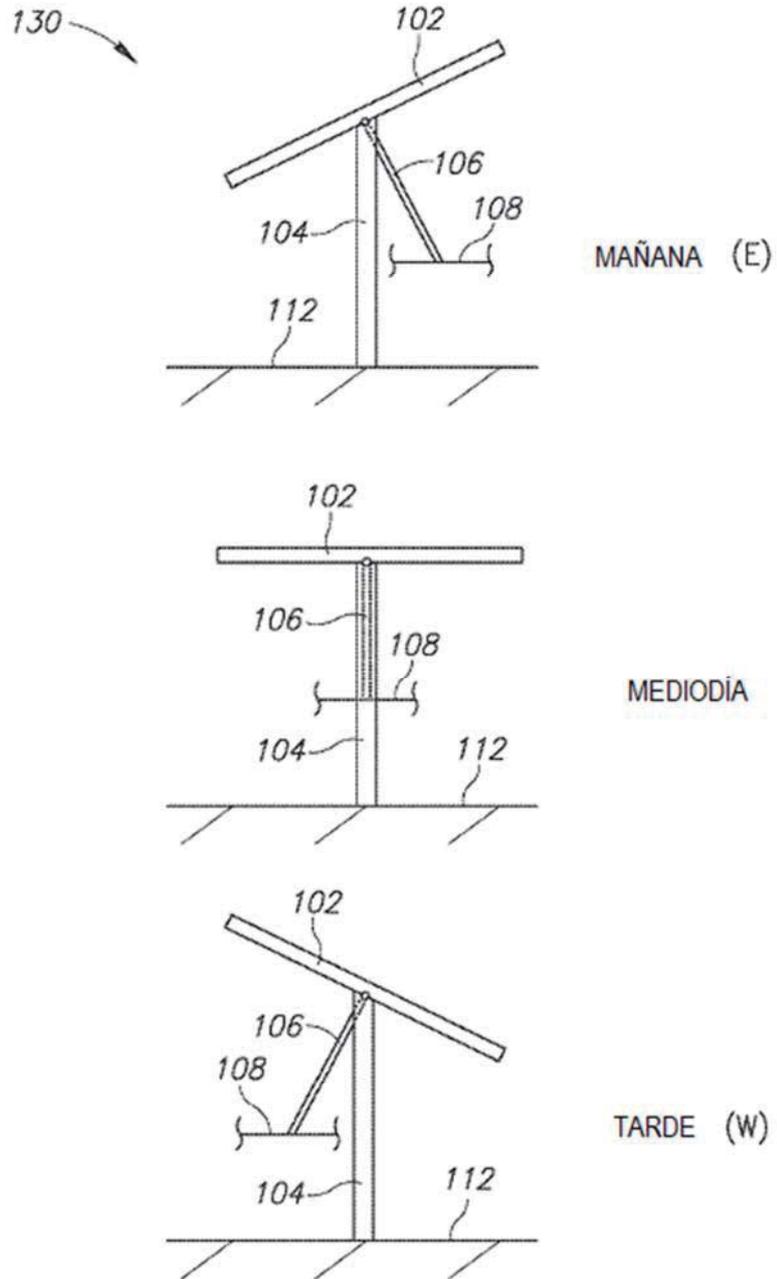


FIGURA 2

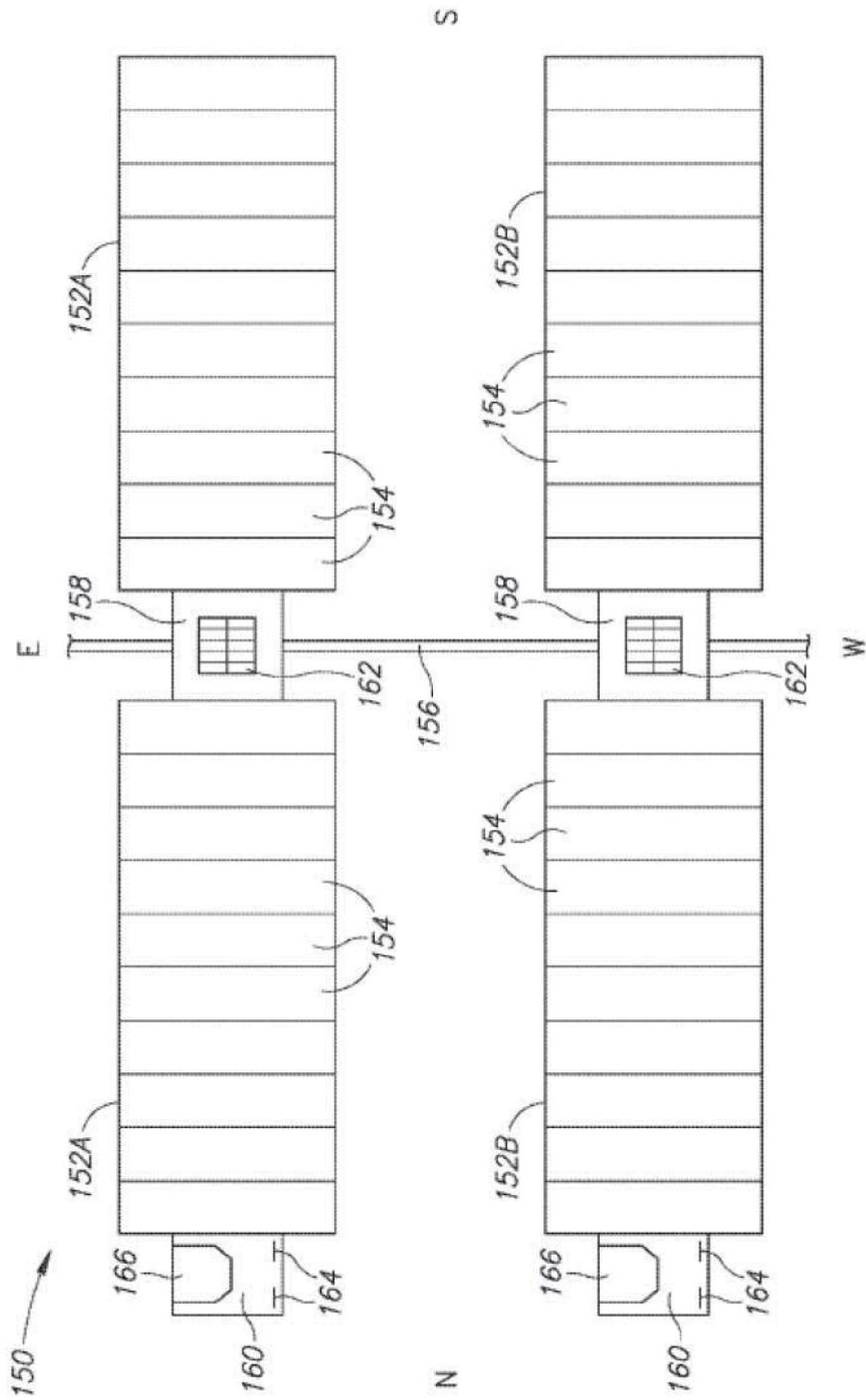
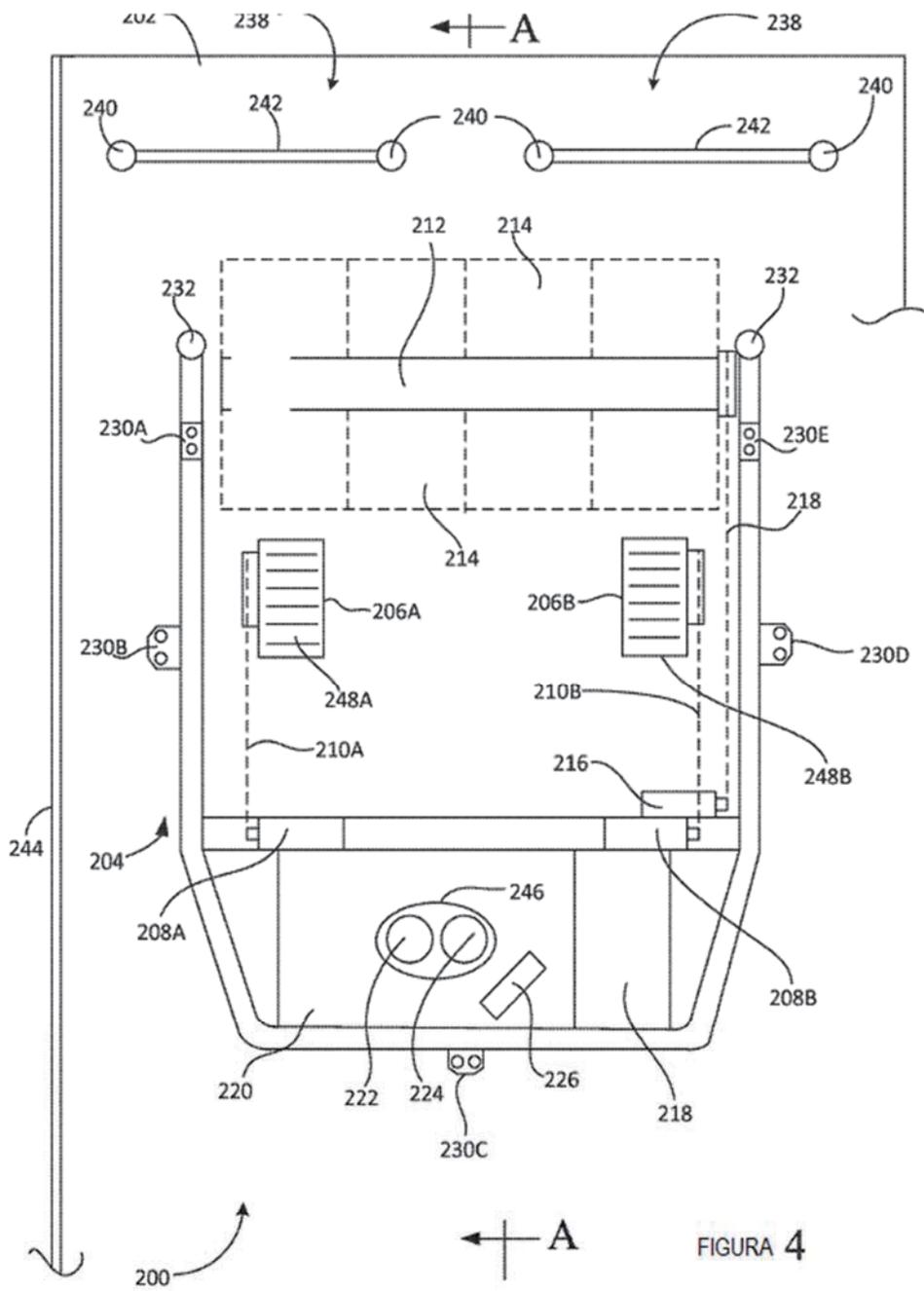


FIGURA 3



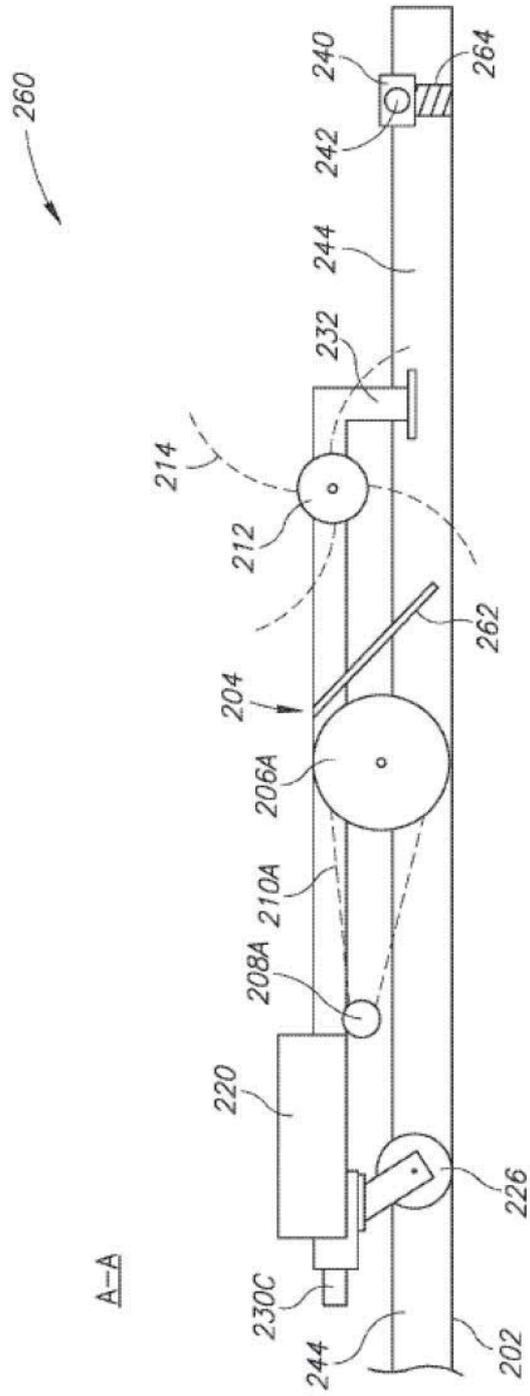
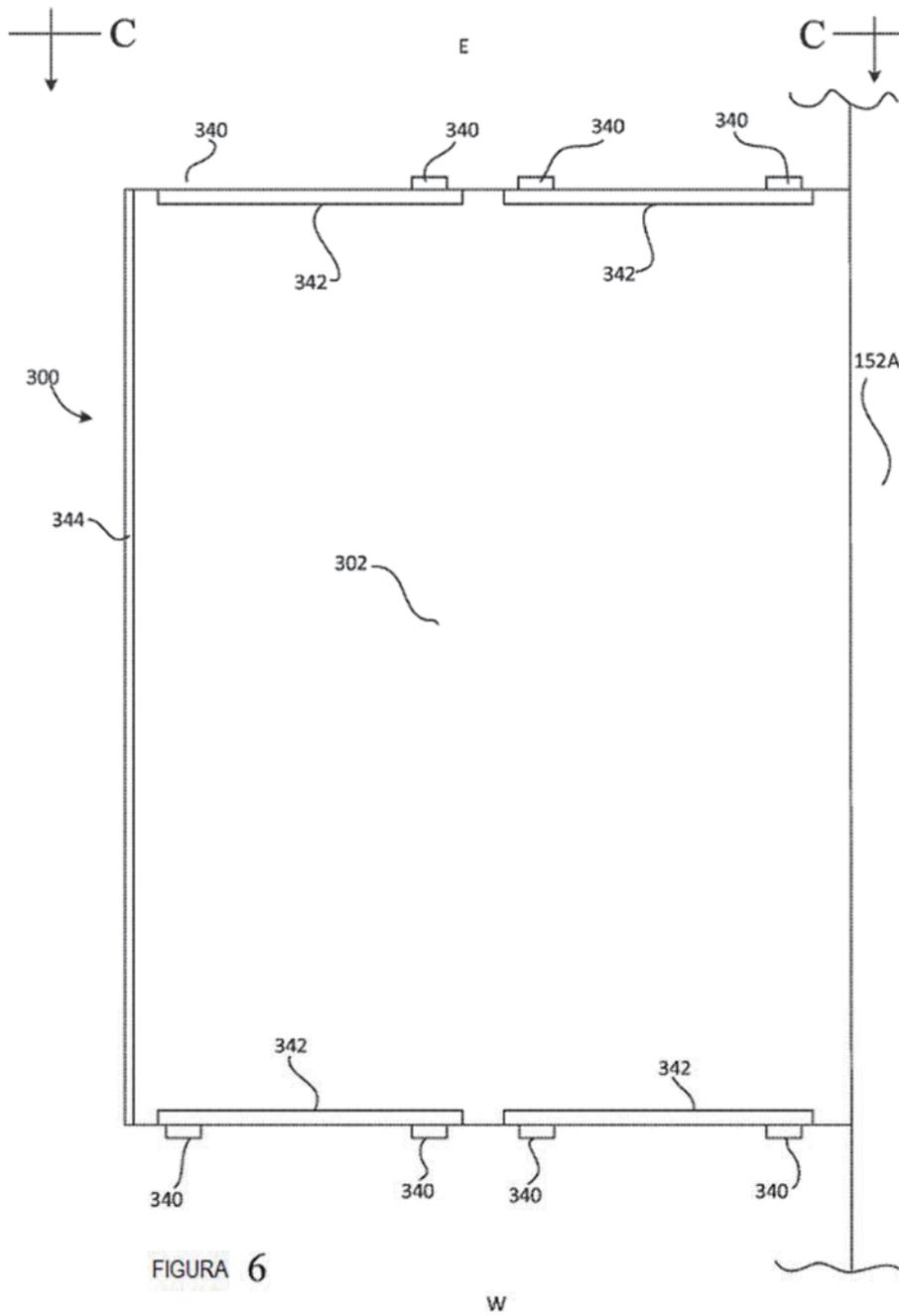
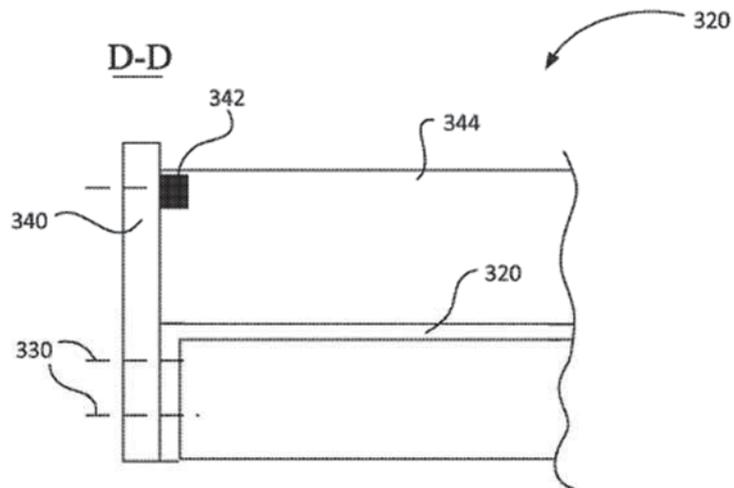
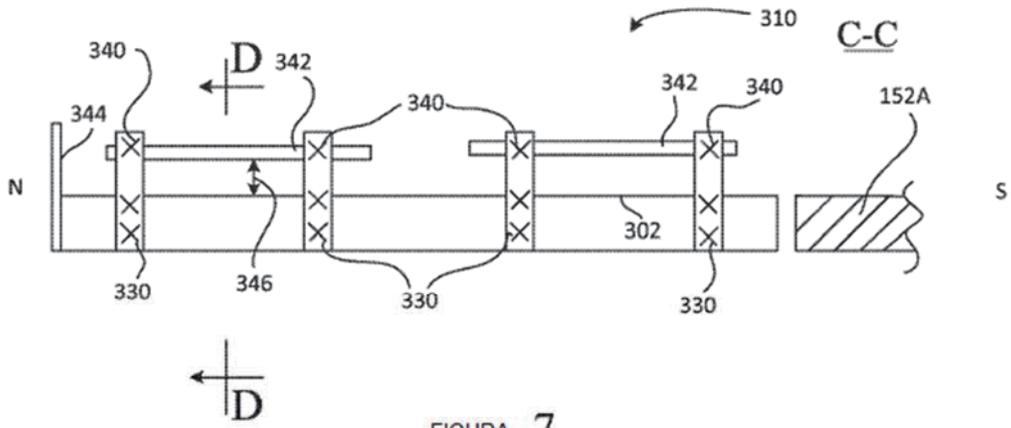


FIGURE 5





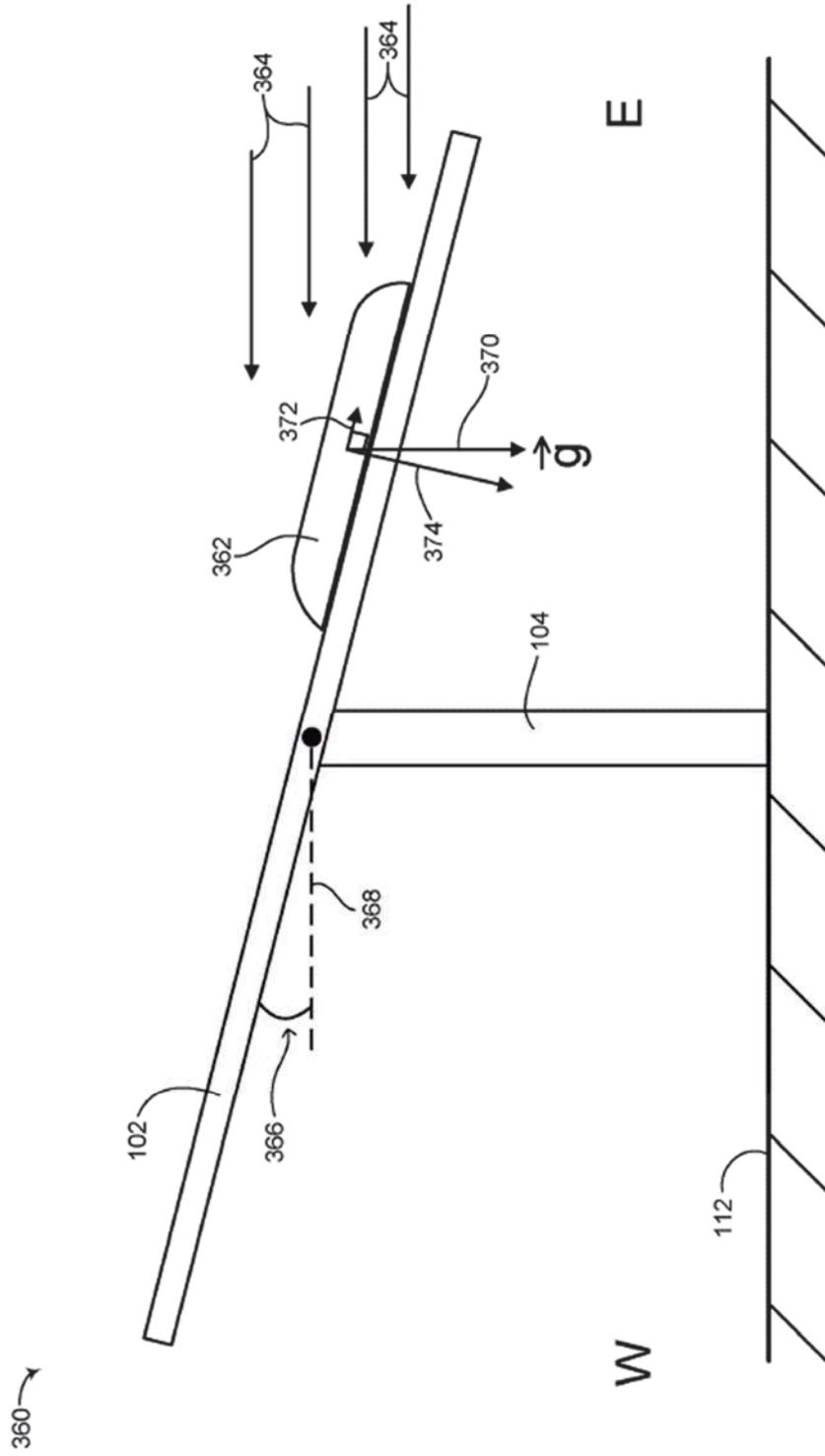
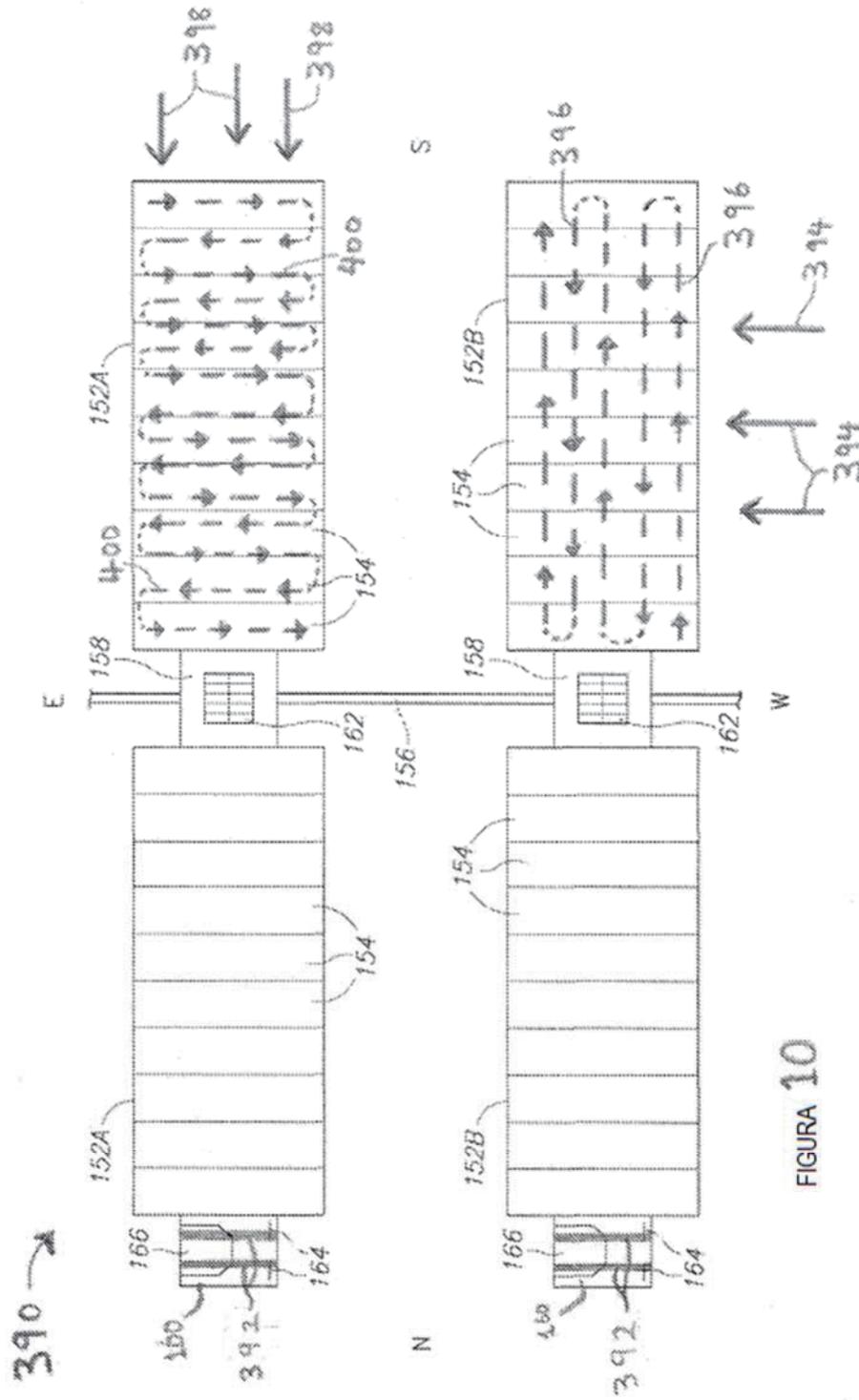


FIGURA 9



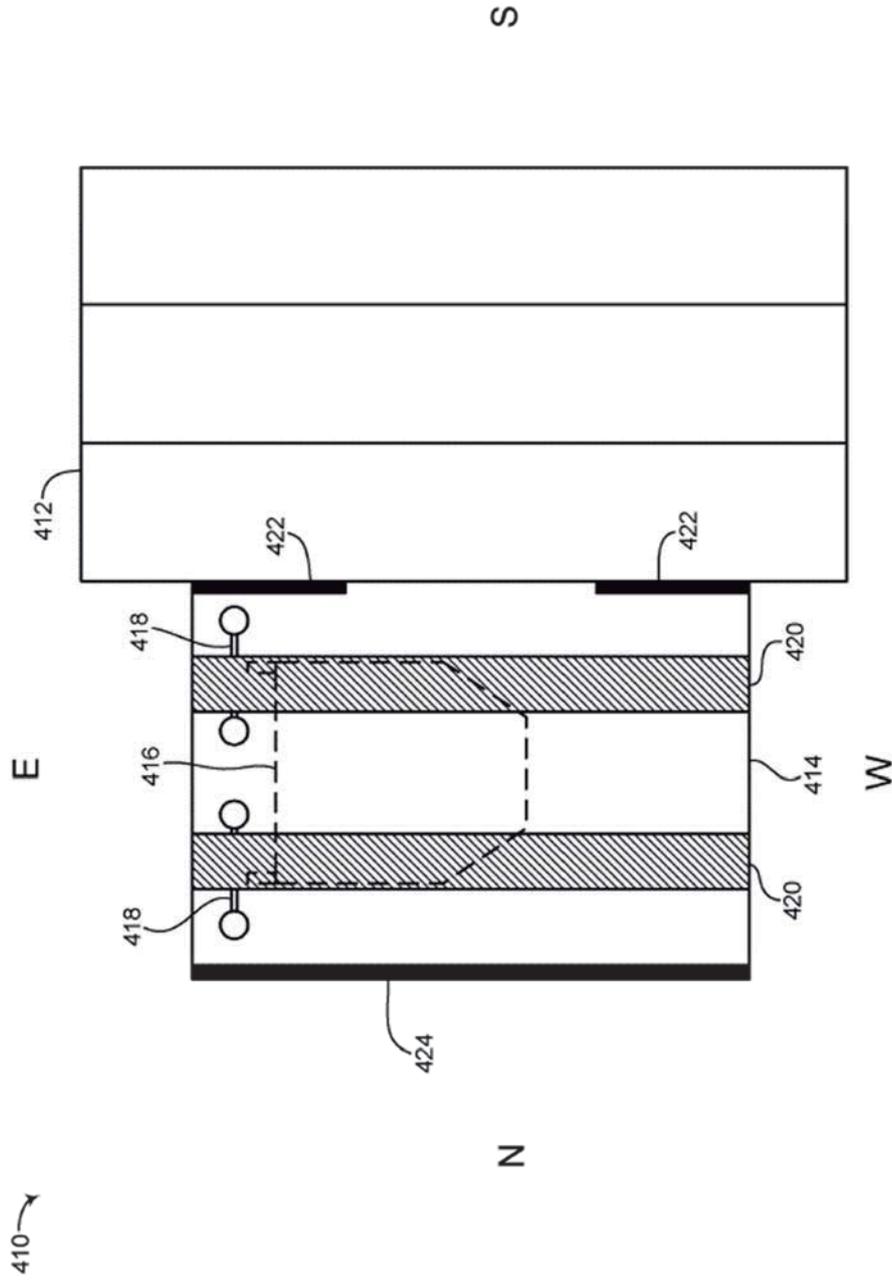


FIGURE 11

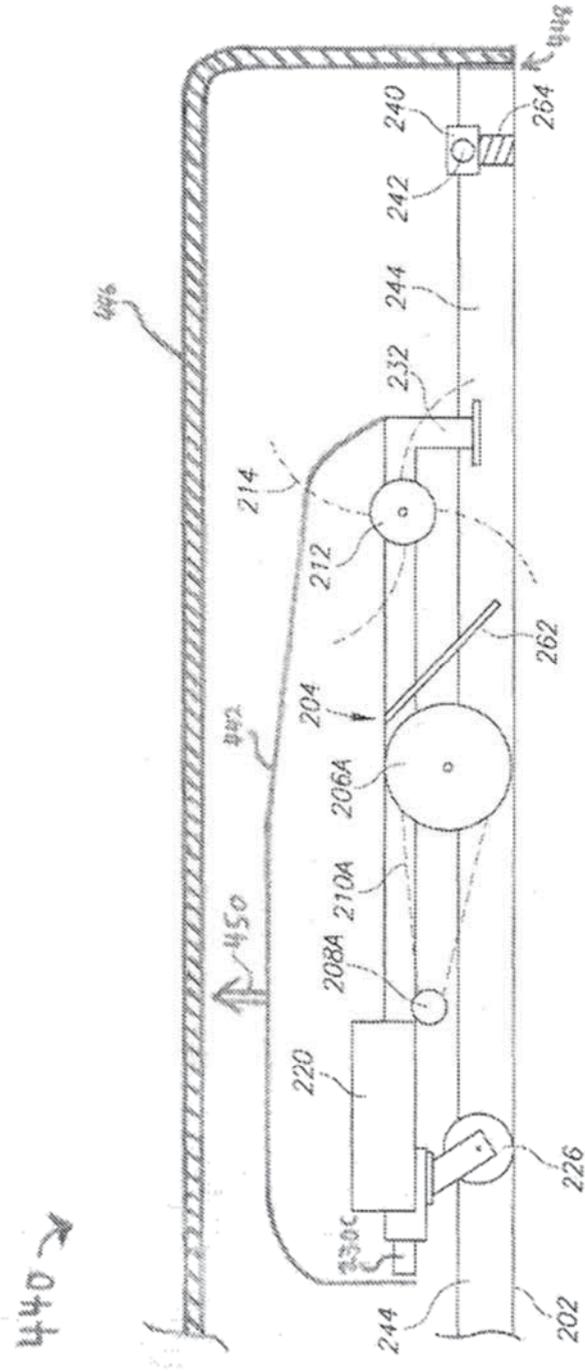


FIGURA 12