

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 737**

21 Número de solicitud: 201730884

51 Int. Cl.:

G01J 1/42 (2006.01)

G01J 1/04 (2006.01)

G01J 1/02 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

04.07.2017

43 Fecha de publicación de la solicitud:

28.02.2018

71 Solicitantes:

**CENTRO DE INVESTIGACIONES ENERGÉTICAS,
MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLÓGICAS
(CIEMAT) (100.0%)
Avda Complutense, 40
28040 MADRID ES**

72 Inventor/es:

GARCÍA NAVAJAS, Ginés Ernesto

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

54 Título: **SISTEMA AUTÓNOMO PARA REGISTRAR LA IRRADIANCIA SOLAR**

57 Resumen:

Sistema, de bajo mantenimiento, para registrar la irradiancia solar con un piranómetro (1) ventilado (4, 5), una banda de sombreado (6) y una estructura (18) con soportes móviles (7, 8, 9). Se diseña para trabajar autónomamente con medios de limpieza para limpiar el sensor (1) mediante soplado con aire comprimido (51, 52, 53, 54, 26) y cepillado (28, 29); medios de guiado (10, 11, 20, 21) de la banda de sombreado (6) y brazo de protección (22); medios de alimentación que comprenden una batería (32) y un panel solar (16); medios de control con una tarjeta de control (40) acoplada con los medios de guiado para establecer la posición de la banda de sombreado (6) respecto del sensor (1) y establecer: intervalos de medida de sol, sombra, inactividad, según situación geográfica, fecha del calendario, momento del día, y tiempo de respuesta del piranómetro (1). Unos medios de adquisición registran las medidas realizadas y se almacenan en memoria (46).

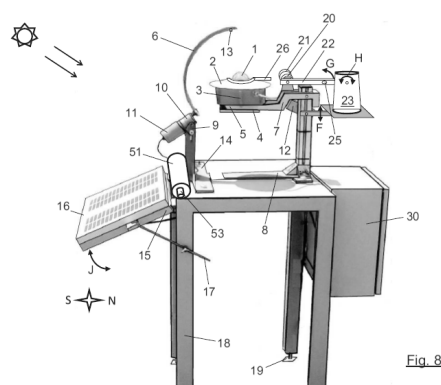


Fig. 8

SISTEMA AUTÓNOMO PARA REGISTRAR LA IRRADIANCIA SOLAR

DESCRIPCIÓN

Sector técnico de la invención

La presente invención pertenece al campo de la medición de la irradiancia solar. Especialmente, la invención se refiere a un dispositivo de medida y registro de la irradiancia solar y otras variables meteorológicas para usar en lugares de difícil acceso, capaz de funcionar de forma autónoma y con bajo mantenimiento.

10 Antecedentes de la invención

Los proyectos de plantas solares a gran escala requieren del conocimiento previo de los recursos solares existentes en las zonas donde pueden implantarse con garantía. Ello requiere de un banco de datos histórico de las condiciones de la irradiancia solar del lugar, que avalen los créditos y ayudas necesarias para la construcción de las plantas solares.

En la actualidad hay una gran carencia de datos de irradiación solar en grandes y extensas zonas del planeta. Por este motivo son utilizados datos tomados desde satélite en combinación con datos de campo para estimar la variabilidad interanual y los valores medios a largo plazo. Pero ello aporta incertidumbre ya que son las medidas tomadas en tierra las que tienen una mayor precisión.

Por ello es necesaria la toma de datos en tierra durante años para conocer la potencialidad de la energía solar en diferentes zonas del planeta que puedan ser atractivas para la instalación y explotación de plantas solares a gran escala.

Las tecnologías de concentración solar requieren de medidas históricas de radiación solar directa, DNI (*Direct Normal Irradiance*) que, por desgracia, son muy escasas y requieren de instrumentos específicos como son:

* Pirheliómetros, orientados permanentemente al sol mediante seguidores solares especialmente diseñados para ello.

* Radiómetros con banda de sombra rotativa, RSR (*Rotating Shadowband Radiometer*),

En suma, como se ha indicado anteriormente, las tecnologías de concentración solar emplean la irradiancia solar directa, DNI, para, mediante el empleo de espejos, poder obtener altos flujos de energía solar concentrada al objeto de producir, mediante procesos térmicos a alta temperatura, grandes cantidades de energía eléctrica entre otras, de forma eficiente. Es por ello que se requiere del conocimiento de los niveles históricos de irradiancia solar directa en los emplazamientos más idóneos para su implantación, así como su medición continua durante los periodos de producción de las mismas.

Para la medición precisa de la irradiancia solar directa, DNI, se emplean normalmente instrumentos muy costosos llamados, como se ha indicado anteriormente, pirheliómetros, así como de seguidores solares más o menos sofisticados que requieren de un mantenimiento continuo y complicado.

Estos equipos necesitan estar permanentemente orientados al sol con gran precisión mediante seguidores solares en uno o dos ejes que requieren de al menos un mantenimiento diario para garantizar el apuntamiento y la limpieza, lo que complica su utilización continuada en zonas apartadas o de difícil acceso.

Los seguidores en un eje son más económicos y simples pero el seguimiento no es perfecto y requiere la presencia de un operario, al menos dos veces a lo largo del día, al objeto de ajustar el apunte debido a la variación diaria de la declinación solar y para acondicionar el cable del equipo que suele enrollarse al girar. Otros sistemas de seguimiento trabajan en dos ejes consiguiendo un apuntamiento mucho más preciso, requiriendo de un menor mantenimiento y presencia humana, pero son mucho más caros y sofisticados.

Otros equipos empleados para la medida de la irradiancia solar directa, DNI, son los *Rotating Shadowband Radiometer*, RSR, los cuales son más económicos y requieren menos cuidados pero son más imprecisos ya que en la actualidad emplean un fotodiodo de silicio cuya respuesta está limitada a una pequeña parte del espectro solar, luz visible e infrarrojo cercano, y son muy dependientes de la temperatura ambiente. Su insensibilidad, a parte del

espectro solar, los hace imprecisos y dependientes de condiciones atmosféricas determinadas por la presencia de aerosoles, humedad, CO₂ y otros componentes.

Estos equipos emplean un único sensor para la medición de las tres componentes de la irradiancia solar (directa, global y difusa), el cual obtiene una medición de la irradiancia horizontal en condiciones de sol y sombra, mediante el movimiento rotativo de una banda, que provoca un sombreado al paso del sensor.

Dependiendo de la denominación o tipo de sensor empleado, estos equipos suelen también llamarse *Rotating Shadowband Pyranometer*, RSP, o *Rotating Shadowband Irradiometer*, RSI.

Mediante el conocimiento de la irradiancia global horizontal, GHI, obtenida de la medición del sensor en condiciones de sol, y de la irradiancia difusa horizontal, DHI, obtenida en condiciones de sombra, se puede determinar el valor de la irradiancia directa, DNI, mediante la fórmula:

$$DNI = (GHI - DHI) / \text{SENO}(\alpha); \quad \text{Siendo } \alpha \text{ la altura solar en radianes.}$$

Actualmente se dispone de varios dispositivos/productos en el mercado con características similares que se denominan "*Rotating Shadowband Radiometer*", RSR. Los más conocidos son:

- Modelo RSP-4G (Rotating Shadowband Pyranometer) de "Reichert GmbH"
- Modelo RSR-2 (Rotating Shadowband Radiometer) de "Irradiance, Inc."
- Modelo Twin-RSI (Rotating Shadowband Irradiometer) de "CSP Services GmbH"
- Modelo: SDR-1 (Single Detector Rotating Shadowband Radiometer) de "Yankee Environmental Systems, Inc."

Todos estos equipos emplean un fotodiodo como elemento sensor que, generalmente, es el modelo LICOR-LI200. Este tipo de sensores se caracterizan por su alta sensibilidad y pequeño tiempo de respuesta, lo que les permite adaptarse a rápidas y bruscas variaciones de la irradiancia solar. Esta característica se aprovecha para tomar medidas de la irradiancia solar en

condiciones de sol y sombra ante el paso de una estrecha banda que sombrea por unos instantes el sensor durante su movimiento rotativo.

La banda es un fino arco metálico que realiza un movimiento rotativo, describiendo una esfera en cuyo centro se encuentra el sensor. El arco gira
5 movido por un motor eléctrico de forma cíclica, sombreando a su paso y por unos instantes al sensor en cada vuelta descrita.

Usualmente el eje de giro de la esfera está inclinado formando un ángulo con la horizontal, igual a la latitud del lugar, de manera que el dispositivo se encuentre alineado con el ecuador terrestre.

10 El sensor, en cada vuelta, toma una medida en los periodos de sol y sombra para la determinación de la irradiancia global y difusa. El equipo dispone de un temporizado para realizar las mediciones en los tiempos programados que suelen oscilar entre 5 y 60 segundos.

La rápida respuesta de sensor, del orden de milisegundos, simplifica el sistema
15 de movimiento de la banda de sombreado y lo limita a dar una vuelta continua cada intervalo de tiempo establecido. Sin embargo, el sensor empleado en estos equipos tiene una respuesta limitada a lo largo del espectro solar, siendo sensible sólo a la luz visible y al infrarrojo cercano, lo que le hace impreciso ante la presencia de elementos en la atmósfera que absorben determinadas
20 longitudes de onda y alteran el paso de la radiación solar en zonas no sensibles por el sensor.

La suciedad es factor que hay que evitar para una correcta medición de la irradiancia por lo que es necesario un mantenimiento diario de los mismos. Los equipos mencionados no disponen de sistemas activos de limpieza y
25 autoprotección.

Descripción de la invención

A la vista de lo anterior, sería deseable contar con una solución capaz de registrar la irradiancia solar que mejorase las limitaciones identificadas en el estado de la técnica actual. En particular, un sensor del tipo RSR, que cubra
30 mayor espectro de longitudes de onda y que pueda operar fiablemente más tiempo de forma autónoma y sin revisiones de personal de mantenimiento.

La presente invención se concibe para dar respuesta a estas necesidades. Se propone un sistema especialmente diseñado para trabajar de forma autónoma y para registrar la irradiancia solar que emplea un sensor piranómetro térmico para medir la irradiancia solar incidente, con una banda de sombreado y una estructura que comprende soportes móviles para alojar componentes. El sistema cuenta con medios de limpieza preventiva, mediante ventilación forzada, y activa para limpiar el sensor mediante cepillado y soplado con aire comprimido, medios de protección ante inclemencias meteorológicas y medios de guiado de la banda de sombreado y del piranómetro para efectuar medidas en diversas condiciones de sombra y sol. Una unidad de control gobierna los medios de protección y limpieza para garantizar la seguridad y las condiciones óptimas de medida del sensor, y los medios de guiado para fijar la banda de sombreado respecto del sensor y para establecer ciclos con sombra y con sol de acuerdo con la latitud y el momento del día, donde la duración de los ciclos tiene en cuenta el tiempo de respuesta de un piranómetro térmico.

Para disminuir la necesidad de mantenimiento, se contemplan limpiezas programadas y automáticas y mecanismos de protección ante agentes meteorológicos adversos y durante el periodo nocturno.

La unidad de adquisición de datos le permite registrar gran cantidad de medidas obtenidas durante extensos periodos de tiempo.

Aunque el piranómetro térmico dispone de sensibilidad a gran parte del espectro solar, como contrapartida su respuesta es lenta. Para resolver esta desventaja, se ha desarrollado un control de sombreado cíclico más complejo que adapta el tiempo de respuesta del sensor a los periodos de sol y de sombra.

Preferentemente, el sistema dispone de alimentación fotovoltaica autónoma, así como medios de limpieza y medios de protección (p.e. para la noche), y de una unidad de control y de una unidad de adquisición de datos. Todo esto, le permite, en lugares aislados o de difícil acceso, medir con gran precisión y registrar durante largos periodos de tiempo, los valores de la irradiancia solar y de otras variables meteorológicas.

El sistema realiza la lectura y registro de los valores de irradiancia solar en sus componentes global horizontal, difusa horizontal y directa, mediante un dispositivo “*Rotating Shadowband Radiometer*”, RSR, que emplea un piranómetro térmico, como elemento sensor, y una banda rotativa accionada por un sistema de movimiento especial el cual, conociendo la fecha, la hora y el lugar geográfico, calcula la posición solar para posicionar la banda de manera que su sombra incida sobre el ojo del sensor. Se programan ciclos sombreados y soleados para obtener medidas de la irradiancia solar en ambas condiciones.

La rotación de la banda, en forma de arco, describe una esfera en cuyo centro se dispone el ojo del sensor. La banda gira, mediante un motor cuyo eje se encuentra inclinado un ángulo igual a la latitud del lugar, de manera que, el sensor se dispone como observador en el ecuador terrestre. El cálculo del azimut solar en el ecuador, determinará la posición angular de la banda para provocar la sombra sobre el sensor en cada instante.

Una vez conocida la medida de la irradiancia global horizontal, GHI, tomada en condiciones de sol y la irradiancia difusa horizontal, DHI, en condiciones de sombra, corregida por un factor de banda, FB, originada por la obstrucción de la misma sobre la superficie de la esfera, se determina la irradiancia normal directa, DNI, mediante la ecuación:

$$DNI = ((GHI - (DHI * FB * FC) / \text{SENO}(\alpha)); \quad \text{ecuación [1]}$$

Siendo:

* Altura solar del lugar en radianes, α

* El factor de Banda, **FB**, es mínimo en el orto y ocaso del día y adopta un valor máximo en el mediodía. Varía a lo largo del día desde 1 a 1,10 dependiendo de las dimensiones constructivas del equipo, (radio de giro de la esfera, dimensiones de la banda y latitud del lugar) y de la posición de la banda a lo largo del día. Este factor se aplica a la lectura de la irradiancia difusa horizontal, DHI, y corrige la obstrucción de la banda sobre el hemisferio celeste vista por el sensor en cada instante.

* El factor de Claridad, **FC**, es mínimo en días despejados y máximo en días con fuerte neblina. Este factor se aplica a la lectura de la irradiancia difusa horizontal, y corrige la obstrucción de la banda de parte de la

irradiancia circunsolar. Este depende del índice de claridad y de la fracción de difusa en el lugar de ensayo.

Una vez realizado un ciclo de sol y sombra, el equipo almacena los datos en un registro permanente ROM. Estos ciclos deben de permitir periodos de sol y
5 sombra, con tiempos superiores al tiempo de respuesta del sensor empleado pudiendo variar entre 5 y 30 segundos. Para un sensor comercial, como el piranómetro modelo CM11 del fabricante Zipp&Zonen, este es de 15 segundos para una respuesta del 95% y de sólo 5 segundos para un CM22 del mismo fabricante y para las mismas condiciones.

- 10 Debido a los tiempos de respuesta de los piranómetros empleados, y para garantizar la estabilidad en la medida, los tiempos de soleado y sombreado deben de oscilar entre los 10 y los 30 segundos.

- Las medidas adoptadas corresponden al valor puntual tomado al final de cada periodo por lo que, en días con irradiancia variable, los datos obtenidos pueden
15 contener un error debido a la variabilidad y a la no simultaneidad de las medidas, realizadas en condiciones de sol y sombra, desfasadas en el tiempo hasta 30 segundos. Este efecto también se observa en las primeras y últimas horas del día, en donde la irradiancia solar varía más rápidamente, debido a la fuerte variación de la ascensión solar.

- 20 Para obtener mediciones más precisas del piranómetro, éste se mantiene ventilado y sus medidas se ajustan debido a la dependencia de su sensibilidad con la temperatura ambiente y con la variación de la irradiancia.

- La ventilación del equipo impide la deposición de partículas de polvo encima del cristal del sensor, lo que le mantiene más limpio durante el día. Un
25 dispositivo de protección se estaciona sobre el sensor en periodos nocturnos o de condiciones climáticas adversas como lluvia, granizo, nieve o fuerte viento protegiéndole de éstas y evitando un deterioro o suciedad del mismo.

- Este dispositivo de protección dispone de un sistema activo de limpieza, mediante el soplado de aire a presión sobre el cristal y el cepillado del mismo
30 mediante un rodillo/cepillo accionado por un motor eléctrico, que se activa al comenzar el día para asegurar la limpieza del cristal del sensor durante la jornada de medición.

Gracias a lo anterior, el sistema requiere bajo mantenimiento y asegura la protección y la limpieza. Dispone de alimentación autónoma, preferiblemente mediante un panel fotovoltaico, un cargador y una batería eléctrica que, junto con las características anteriores, le permiten trabajar en lugares de difícil acceso, sin asistencia y por largos periodos de tiempo. Eso también es posible ya que dispone de un almacenamiento permanente en memoria ROM, el cual es capaz de conservar los datos obtenidos de irradiancia y de otras variables meteorológicas durante largos periodos de tiempo.

10 Breve descripción de los dibujos

Para complementar la descripción realizada, y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se va a efectuar una descripción detallada de una realización preferente en base a un juego de dibujos que se acompañan a esta memoria descriptiva y en donde, con carácter meramente ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Las figuras 1 y 2 muestran de manera general el concepto constructivo del dispositivo de sombreado indicando los ejes, los movimientos y los grados de libertad en vista de perfil y planta.

La figura 3 muestra una vista en perspectiva de una aplicación preferente indicando los elementos principales.

Las figuras 4 y 5 muestran el diseño constructivo de una aplicación preferente del dispositivo de sombreado y del sistema de protección en vista de perfil y planta respectivamente.

Las figuras 6 y 7 muestran el diseño constructivo de una aplicación preferente del dispositivo de limpieza en vista de perfil y planta respectivamente.

La figura 8 muestra un diagrama de bloques del armario de control del equipo indicando sus componentes más importantes.

Descripción de una aplicación preferente

Para la mejor comprensión de la invención se va a describir, de forma detallada y en base a los dibujos, una realización preferente de la invención.

Como muestran las figuras 1 y 2, el dispositivo de sombreado consta de una estructura especial, compuesta por una mesa **18**, sobre la que se disponen
 5 varios soportes móviles (**7**, **8** y **9**), que permiten varios movimientos (A, B, C, D, E y F) y grados de libertad al objeto de poder ajustar y posicionar el ojo de un sensor **1** en el centro de la esfera descrita por una banda metálica **6**, en forma de arco y pintada de negro, que gira según un eje inclinado. Un motorreductor **10**, cuyo eje queda inclinado un ángulo (C) igual a la latitud del lugar, desplaza
 10 la banda **6** de manera que, al girar (F), describe una esfera con centro en el ojo del sensor **1**.

Las figuras 1 y 2 muestran del diseño conceptual y dimensional, en vista de perfil y planta, del dispositivo de sombreado que se ajusta a las dimensiones de un sensor **1** consistente en un piranómetro de la firma KIPP&Zonen modelo
 15 CMP22 para una latitud de 37°N. La banda **6**, en forma de arco, al girar (F), describe una esfera que tiene un radio de 175mm. Esta banda **6** tiene una anchura de 40mm y una longitud de 125° de arco desde el eje de giro, pudiéndose ajustar esta mediante el desplazamiento (E), por la superficie de la esfera.

20 Como muestran las figuras 1 y 2, la mesa **18**, que contiene todo el conjunto, se dispone a la intemperie en un lugar soleado, sin sombras a lo largo del día y sobre un plano horizontal nivelado (14 y 19), de manera que, el eje de giro se dispone al sur y alineado con el sensor **1** en la dirección Norte/Sur.

Con el dispositivo soleado, la banda **6**, al girar (F), proyecta su sombra sobre el
 25 plano horizontal donde se sitúa el ojo del sensor **1** de manera que, a una posición angular de la banda **6** determinada, y a una hora concreta del día, la sombra proyectada por la banda **6**, interceptará el ojo del sensor **1** de forma que éste quede ocultado del disco solar. Una vez que la banda **6** alcanza esta posición angular, esta debe permanecer en esa posición durante un tiempo al
 30 objeto de que el sensor **1** se acomode a las nuevas condiciones de luz y realice una medición de la irradiancia solar en sombra. Transcurrido este tiempo, la banda **6** se esconderá bajo el sensor **1** durante un tiempo para permitirle la medición en condiciones de soleado.

La figura 3 muestra un dibujo en perspectiva de una aplicación preferente realizada como prototipo de la invención que incorpora una mesa **18**, nivelada mediante cuatro patas ajustables **19** y un nivel de burbuja **14**, en la que se dispone un dispositivo de sombreado como el indicado anteriormente (1 a 13) y un dispositivo de protección y limpieza (**20 a 29**). En la cara sur de la mesa **18** se coloca un soporte **15**, ajustable en inclinación mediante bisagras y un pasador con palometa **17**, para alojar a un panel fotovoltaico **16** de 12Vcc y en la cara Norte de la mesa **18** se coloca un armario estanco de control **30**.

Las figuras 4 y 5 muestran un dibujo en perfil y en planta del prototipo indicando todos los elementos más importantes, así como las cotas y dimensiones reales, una vez nivelada la mesa y ajustados todos los soportes (A, B, C, D, E e I), para conseguir colocar el ojo del sensor **1** en el centro de la esfera con una inclinación del eje de giro de la banda a 37°N, que corresponde con la latitud del lugar de ensayo.

Como puede observarse en ambas figuras, el sensor **1** está alojado en un recipiente cilíndrico o contenedor **3**, sobre el que hay un sombrerete cónico **2**, que deja al descubierto la doble ventana transparente y esférica del sensor **1**. Este sombrerete **2**, es desmontable para acceder al cuerpo del sensor **1** y tiene una abertura de un diámetro superior a la ventana del sensor **1**, al objeto de permitir el paso ascendente del aire, alrededor de la citada ventana, que impulsan tres pequeños ventiladores **4** situados en la parte posterior del contenedor **3**. El aire impulsado por los ventiladores **4**, atraviesa un filtro **5** que retiene el polvo y las partículas sólidas, refrigera el cuerpo del sensor **1** y sale al exterior por la boca del sombrerete **2**, de manera que evita la deposición del polvo y otros elementos sobre la ventana del sensor **1**.

Las figuras 6 y 7 muestran un dibujo en perfil y en planta del sistema de limpieza del prototipo.

Al comenzar el día, a la salida del sol, el sistema de control contenido en el armario **30**, procederá a la carga del pulmón **51** accionando el compresor de aire **52**, hasta alcanzar el nivel de presión fijado en el transductor de presión/presostato **53**. Una vez cargado el pulmón **51**, a la presión establecida, se procederá a realizar una limpieza del ojo del sensor **1**, para lo cual se producirá de forma simultánea:

- un movimiento oscilante sube/baja del brazo de protección **22**, mediante el control de la posición **21** del motor del sistema de protección **20**, forzando al cepillo **29** a retirarse y aproximarse a la ventana del sensor **1** durante un número de ciclos determinado,

5 - un movimiento rotativo del cepillo **29**, accionado por el motor de limpieza **28**, para producir un barrido por toda la superficie del cristal del sensor **1** durante el movimiento oscilante,

- la activación de la electroválvula **54** para producir un soplado de aire que sale con fuerza, a través de pequeños orificios del anillo de soplado **26**, para incidir
10 circularmente, en un plano horizontal, sobre la base del cristal del sensor **1**.

Una vez realizado el soplado y cepillado se retirará el contenedor de protección **23** dejando al descubierto el sensor **1**. Para ello, se accionará el motorreductor **20**, moviendo el brazo **22** hasta alcanzar la posición de reposo, gracias al control de la posición angular medida por el codificador incremental **21** y a un
15 interruptor de posición de referencia **25**. Una vez descubierto el sensor **1**, y posicionado el brazo **22** en su otro extremo, se accionarán los ventiladores **4** y dará comienzo el proceso de movimientos (F) controlados y programados mediante el funcionamiento cíclico de un motorreductor **10**, que posiciona la banda **6**, gracias a la lectura de un codificador incremental **11** acoplado en su
20 eje y de un sensor de proximidad **12** que detecta la presencia de un imán **13**, solidario con la banda **6**, al objeto de obtener una referencia absoluta de posición de la misma. Los ciclos operativos y de movimiento son controlados y programados en la tarjeta de control **40**, localizada en el interior del armario **30**, para provocar intervalos de sol y de sombra alternativos sobre el ojo del sensor
25 **1**, con tiempos superiores al tiempo de respuesta del mismo, con el fin de realizar la medición de la irradiancia solar en ambas condiciones.

En el ocaso, la banda **6** se replegará a su posición de reposo situada en la parte baja del sensor **1**, permaneciendo allí hasta una nueva salida de sol, se desactivarán los ventiladores **4** y se accionará el motorreductor **20**, para
30 posicionar el contenedor de protección **23** sobre el sensor **1**, gracias al movimiento (G) del brazo **22** y al movimiento (H) de balancín que sostiene el contenedor **23**.

Como muestra la figura 8, la tarjeta de control **40** gestiona el movimiento de dos motores (**10** y **20**), a través de sendos servos **35**, y toda la funcionalidad del equipo quedando alimentada por una fuente de alimentación segura y autónoma a 12Vcc compuesta por un panel solar fotovoltaico **16**, un regulador de carga **31**, una batería **32** y una protección eléctrica mediante un magnetotérmico **33**.

La tarjeta electrónica de control **40** es alimentada a 5Vcc, mediante un convertidor DC/DC **42** que transforma de manera eficiente los 12Vcc procedentes del sistema autónomo de alimentación eléctrica, y es gobernada por dos microcontroladores (**41a** y **41b**), cada uno de ellos con memoria ROM para alojar el firmware, memoria RAM de trabajo y memoria EEPROM para almacenar parámetros y variables. Uno de ellos, el microcontrolador maestro **41a**, realiza todas las funciones operativas y de cálculo preciso del vector solar mediante el empleo de un potente algoritmo astronómico, con precisiones mejores de ± 20 segundos de arco en ambos ejes, así como los procesos y estrategias operativas de medida, protección, ventilación y limpieza, ciclos programados de sombreado/soleado, lectura, procesado y almacenamiento de los datos de medida y cálculo de posición de la banda **6**.

El microcontrolador maestro **41a**, durante el día y cada 6 segundos, calcula el azimut solar en el ecuador terrestre, para determinar la posición angular de la banda **6** para producir el sombreado, y la elevación solar instantánea, α , en el emplazamiento del equipo con correcciones por refracción atmosférica.

Para ello, el microcontrolador maestro **41a** dispone de un reloj en tiempo real **43** mantenido con batería, para el conocimiento del día y de la hora, y es asistido, a través de un bus SPI, de otro microcontrolador esclavo **41b**, de un convertidor analógico digital ADC **44** y de una tarjeta de almacenamiento μ SD **46**.

El microcontrolador esclavo **41b** realiza, de acuerdo con las instrucciones recibidas del maestro **41a** vía SPI, las funciones de controlar la posición de los motores (**10** y **20**) y de la lectura y activación de señales digitales de entrada y de salida. Para ello, realiza la lectura de los límites y detectores de posición (**12** y **25**), la lectura de los estados de los servos **35**, así como la activación, mediante relés de estado sólido **34**, de elementos como ventiladores **4** y

órdenes a los sistemas de protección y limpieza. De igual manera, este microcontrolador **41b** determina la posición angular de los ejes de los motorreductores (**10** y **20**), mediante la lectura de las señales A y B de codificadores incrementales (**11** y **21**), así como controla el funcionamiento de dos servos de corriente continua **35** mediante la técnica de modulación en ancho de pulso, PWM. Todo ello, al objeto de conseguir un control preciso de la posición de los ejes de los motores (**10** y **20**) con diferentes velocidades entre posiciones permitidas definidas por detectores y límites.

Se emplea un convertidor analógico/digital, ADC, **44** que dispone de un voltímetro de 24 bits de resolución y 8 canales, con rangos y ganancia configurables. Debido a la baja sensibilidad en la señal eléctrica de salida del sensor **1**, piranómetro térmico, la cual usualmente no supera los 10mV, el canal asignado, para la medida de la señal de salida del sensor **1**, se programa con la máxima ganancia en el rango más bajo del voltímetro que es de 78,125mV, con una resolución de 1,2 μ V y un error de linealidad de +-0,001%. Debido a la baja tensión a medir, y para minimizar los errores en la medida, se emplean técnicas de calibrado y de corrección de cero, *offsets*, al objeto de medir la irradiancia solar con un error menor del 0,2%.

Una vez medida la señal eléctrica del sensor **1**, se procede a realizar una corrección en la misma debido a la influencia de la temperatura y de acuerdo con la ley que aporta el fabricante del equipo para lo cual, se realiza la lectura de la temperatura del cuerpo del sensor **1**, mediante una termorresistencia de platino del tipo PT100 dispuesta en su interior. Para realizar esta medición, se emplea una fuente de intensidad constante **45** de 1mA. Una vez corregida la medida, ésta se convierte a unidades de ingeniería, W/m², aplicando el factor de calibración del sensor **1** dado por el fabricante del equipo o procedente de la última calibración registrada.

Una vez obtenidos los valores de la irradiancia en condiciones de sol y sombra, se aplica la ecuación [1] para la determinación de la irradiancia directa considerando la elevación solar del momento y aplicando el factor de Banda, FB, y el factor de Claridad, FC.

El factor de banda se calcula mediante una ecuación que determina el factor de ocultación de la banda **6** sobre la bóveda celeste y es función de la posición

angular de la banda **6**, de la posición geográfica y del diseño dimensional del equipo.

El factor de Claridad, FC, es función de las condiciones de claridad y de las características atmosféricas del emplazamiento y se calcula experimentalmente
5 obteniéndose una ley que lo relaciona directamente con la fracción de difusa, relación entre irradiancia difusa y global, y el contenido de aerosoles y otros componentes en la atmósfera.

Los canales del convertidor ADC **44** se leen cada segundo registrándose, en cada ciclo de medida, los valores convertidos a unidades de ingeniería de los
10 ocho canales en sus valores mínimo, medio y máximo.

Los datos asignados a estos canales son los siguientes:

- Ch0. Irradiancia sensor 1
- Ch1. Irradiancia sensor adicional (reserva)
- Ch2. Temperatura sensor 1 (PT100)
- 15 • Ch3. Temperatura sensor adicional (PT100)
- Ch4. Tensión sistema de alimentación autónoma
- Ch5. Consumo eléctrico total del equipo
- Ch6. Presión aire pulmón
- Ch7. Reserva

20 El ciclo de medida es configurable estableciéndose los tiempos de soleado y sombreado del sensor **1**. Si consideramos un tiempo de 30 segundos de soleado y 30 segundos de sombreado, cada minuto se registrarán 128 bytes de datos en la tarjeta microSD **46**, lo que suponen unos 185Kb cada día. Esta, con un máximo de 32Gb de capacidad y con un ciclo de un minuto de grabación,
25 permitirá un periodo de almacenamiento de 182 días.

La tarjeta de control **40** dispone de un mando local **47** que permite, mediante interruptores dispuestos en la propia tarjeta, el control local del movimiento de la banda al objeto de realizar labores de mantenimiento, ajuste o puesta en marcha.

El microcontrolador maestro **41a** dispone de un puerto de comunicaciones serie que puede funcionar bajo los estándares de RS232 **48**, RS422 o RS485 **49** a dos o cuatro hilos, empleando el protocolo MODBUS RTU.

Mediante el puerto RS232 **48** es posible la conexión de una consola de campo **50** u ordenador portátil, desde el cual se realiza la programación y configuración del equipo, así como el salvado de los datos almacenados de la tarjeta microSD **46**. No obstante, otras técnicas y mecanismos pueden implementarse para transferir esta información. Por ejemplo, a través de un módulo de comunicaciones inalámbrico (p.e. basado en tecnología telefónica móvil).

Mediante el puerto RS485 **49** es posible la comunicación del equipo con otros dispositivos para el intercambio de datos a través de un bus con protocolo MODBUS RTU mediante línea cableada o inalámbrica. El equipo puede actuar de maestro del bus para recabar datos de sensores de Clima e intercambiar datos con otros dispositivos .

Al objeto de enriquecer la información meteorológica y poder determinar situaciones de emergencia debido a condiciones que puedan ensuciar el sensor o poner en peligro el funcionamiento del equipo, éste se comunica, a través del puerto RS485 **49**, mediante protocolo MODBUS RTU, con un sensor de Clima US de la gama 49200.00.000 del fabricante Thies Clima obteniendo de él, cada 4 segundos, la siguiente información:

- Velocidad y dirección de viento
- Temperatura del aire y de la interior del equipo
- Humedad relativa y punto de rocío
- Presión del aire absoluta y relativa a nivel del mar
- Estado de lluvia e intensidad
- Acumulado de lluvia diario y tipo de meteoro (lluvia, nieve, granizo)
- Humedad absoluta y relativa no corregida
- Norte magnético y brillo solar

Estos datos se almacenan, cada ciclo de medida, en la tarjeta microSD **46** junto a los datos medio, mínimo y máximo de los ocho canales del convertidor ADC **44**, además de otros como el día, la hora, modo de funcionamiento, la posición angular de la banda en el momento del sombreado y el factor de banda, la elevación y azimut solar, los valores brutos de las irradiancias medidas, las convertidas y las calculadas (global horizontal, difusa y directa). En total, en cada ciclo de medida se almacenan 64 registros (128bytes).

Los datos procedentes del sensor de Clima se emplean, además de para su registro y enriquecimiento de la base de datos, para la determinación de situaciones peligrosas y para permitir al equipo su autoprotección mediante el movimiento del brazo a la posición de protección. Entre otras, las condiciones que se han incorporado en el prototipo son:

- Velocidad de viento superior a 15m/s (ajustable)
- Detección de lluvia, nieve o granizo y humedad
- Baja tensión de batería

Método de funcionamiento y puesta en marcha.

En este apartado se describe el proceso de funcionamiento y operación del equipo indicando los diferentes procesos de ajuste, mantenimiento y puesta en marcha.

1. El equipo, así concebido, puede trabajar en lugares de difícil acceso, donde la presencia humana no es frecuente, por lo que éste debe de ser ajustado y configurado previamente de acuerdo con el emplazamiento seleccionado. Este emplazamiento debe ser elegido teniendo en cuenta que el equipo debe colocarse en terreno sólido y estable, en un lugar soleado, sin sombras a lo largo del día y sin obstáculos ni objetos cercanos, que puedan interceptar o reflejar los rayos solares (como edificios, naves industriales, torres, mástiles, espejos o superficies reflectantes). El lugar debería estar vallado o acotado para impedir el libre acceso a personas o animales.
2. Como indica la figura 1, primeramente hay que ajustar la posición del soporte **9** a una inclinación (C), correspondiente a la latitud del lugar y a

una altura (D), para que la banda **6** pueda girar sin obstáculos. Acto seguido, deben de ajustarse las posiciones del resto de los soportes (**7** y **8**) y movimientos (A, B, D y E), de manera que, el ojo del sensor **1**, quede en el centro de la esfera formada por la banda **6** al girar (F).

- 5 3. Situar la mesa **18** en el lugar definitivo y orientarla de manera que, el motorreductor **10** y el ojo del sensor **1**, queden alineados con la línea norte-sur. Un método sencillo para ello es colocar, en su lado sur y sobre la mesa **18**, una varilla, dispuesta verticalmente al plano de la misma de suficiente longitud y rigidez, y esperar a marcar la sombra proyectada
10 justo al mediodía solar.
4. Una vez alineada la mesa **18**, habrá que nivelarla mediante las cuatro patas ajustables **19**, ayudado por el nivel de burbuja **14**. Desmontar el sombrerete **2** para comprobar la nivelación interna del sensor **1**, dentro del contenedor **3**, ayudado por el nivel de burbuja que dispone el propio
15 sensor **1** y comprobar el buen estado de limpieza del filtro de aire **5**.
5. Habrá que ajustar la palometa **17** para que el panel fotovoltaico **16** quede inclinado un ángulo favorable, para una mayor captación de energía. Como regla general, esta inclinación deberá ser unos 10° superior a la latitud del lugar para favorecer una mayor captación en
20 invierno, aunque esto dependerá de las condiciones geográficas y climáticas del lugar.
6. Comprobar que el sistema de alimentación autónoma tiene suficiente energía en la batería **32**, dar tensión al equipo **33** y mover la banda **6** en local, mediante los interruptores de mando local **47**, dispuestos en la
25 tarjeta de control **40**, para comprobar que esta gira sin obstáculos. Durante el giro, ajustar el soporte del sensor de proximidad **12**, hasta aproximarlos a una distancia cercana al imán **13**, que transporta y está solidario con la banda **6**, para que se produzca la detección. En local **47**, mover el brazo **22** del sistema de protección y ajustar la posición (I) del
30 soporte, para que el contenedor **23**, quede bien asentado en su posición de reposo. Comprobar también el correcto asentamiento del contenedor **23** sobre la ventana del sensor **1** ajustando el eje de basculación **24** a la distancia correcta del brazo.

7. Conectar al puerto serie RS232 **48**, la consola de campo **50** y, desde ella, configurar los parámetros más importantes del equipo como son, entre otros: la hora y el día, la posición geográfica del lugar y los tiempos de ciclo deseado, indicando los periodos de sombra y de sol en segundos, así como el modo de operación deseado y la ley que define la corrección FB (según la ecuación [1]) de acuerdo al nuevo emplazamiento.
8. Al objeto de realizar una corrección por refracción atmosférica de la elevación solar a primera y última hora del día, deberán introducirse las temperaturas ambientes y las presiones atmosféricas medias mensuales del nuevo emplazamiento, así como, todos los parámetros de configuración del *convertidor ADC 44* indicando rangos, ganancias y fórmulas de conversión a unidades de ingeniería de los 8 canales disponibles. Lo usual será disponer el primer canal para la medida de la señal procedente del sensor **1**, el segundo emplearlo para su uso en técnicas de corrección del cero o de un segundo sensor/piranómetro y el tercero y cuarto para las medidas de la temperatura del cuerpo de los sensores. El resto de los canales se conectan a otras variables como: tensión de la batería **32**, consumo eléctrico, presión de aire del pulmón **53** y de otros sensores externos. También habrá que indicar los límites de emergencia de las variables meteorológicas obtenidas del sensor de Clima. Esta información será importante para determinar la activación del sistema de protección y limpieza al objeto de salvaguardar al sensor **1** de las inclemencias meteorológicas.
9. Una vez configurados los parámetros del sistema, deberemos elegir un modo de operación de entre los siguientes:
 - a) modo local, con actuación mediante los interruptores **47**
 - b) modo de defensa. Se emplea para una protección del sensor **1** permaneciendo este reguardado de condiciones adversas.
 - c) modo de limpieza. Se emplea para iniciar un proceso de limpieza mediante cepillado y soplado.

- d) modo con banda **6** abatida sin movimiento. Se emplea para disponer de dos piranómetros independientes siempre en sol en los dos primeros canales.
- 5 e) modo con banda **6** siempre en sombra. Se emplea para disponer de dos piranómetros uno siempre en sombra y otro siempre en sol. La banda **6** realiza un seguimiento continuo a lo largo del día.
- 10 f) modo con banda **6** con ciclos de sol y sombra. Se emplea para disponer de un único piranómetro **1** que realiza las medidas en condiciones de sol y de sombra debido a los ciclos alternativos de movimiento de la banda **6**.
10. En condiciones normales, el modo de operación será el funcionamiento de la banda **6** con ciclos de sol y sombra empleando un único sensor **1**. Una vez seleccionado el modo de operación deseado, el proceso de medida comienza retirándose el contenedor de protección **23** a su posición de reposo dejando al descubierto la ventana del sensor **1**, se activan los ventiladores **4** y se registran los datos obtenidos en cada ciclo de medida.
- 15
11. En el ocaso, se activa el modo de defensa y la banda **6** se recoge en la parte inferior del sensor **1**, permaneciendo allí durante toda la noche, se paran los ventiladores **4** y se acciona el sistema de protección, posicionando el contenedor **23** sobre la ventana del sensor **1**, protegiendo ésta durante el periodo nocturno. Durante este periodo los datos siguen registrándose con los periodos de ciclo establecidos.
- 20
12. Al comenzar el día, a la salida del Sol, el control accionará el sistema de limpieza y de protección mediante la carga del pulmón de aire **51**, el movimiento oscilante del brazo de protección **22**, el soplado (**52**, **54**) y el barrido del cepillo **29** sobre la ventana del sensor **1**. Una vez realizada la limpieza se procederá a la retirada del contenedor **23** del sensor **1**, se activarán los ventiladores **4** y dará comienzo el ciclo de movimiento de la banda **6**, de acuerdo con el modo operativo seleccionado.
- 25
- 30
13. Al objeto de proteger la ventana del sensor **1** de la suciedad, de la humedad y de los agentes externos tales como viento, abrasión, nieve,

granizo, lluvia, etc., el equipo decidirá la activación del sistema de limpieza y protección cuando sea necesario gracias a los datos suministrados por el sensor de Clima comunicado vía MODBUS, RTU **49**.

- 5 14.El equipo así instalado, podrá trabajar de forma autónoma sin interrupciones durante largos periodos de tiempo, siendo sólo necesaria la presencia humana en ocasiones para comprobar el funcionamiento y realizar tareas de mantenimiento que consistirán en:
- 10 a) Comprobar y ajustar la hora del reloj **43**
- 15 b) Comprobar el sistema de alimentación autónoma y realizar una limpieza profunda del panel fotovoltaico **16** ajustando, si procede, la inclinación del mismo **17** y comprobar el estado de carga de la batería **32**.
- 15 c) Descargar los datos contenidos y almacenados en la tarjeta microSD **46** o proceder a su sustitución por otra nueva.
- 20 d) Comprobar, limpiar o sustituir el filtro de aire **5**, limpiar concienzudamente el interior del contenedor **3** y de la ventana del sensor **1** así como el cepillo de limpieza **29** y comprobar el correcto funcionamiento de los ventiladores **4** y de los sistemas de sombreado, de protección y limpieza.
- 20 e) Proceder a una limpieza general del equipo y ponerlo nuevamente en funcionamiento.

25 A modo de recopilación, el sistema aquí descrito cuenta con las siguientes ventajas y características:

- 30 1. Emplea un sensor térmico en lugar de, como usan los equipos indicados anteriormente, un fotodiodo de silicio. El sensor empleado es un piranómetro ventilado y corregido en temperatura con calidad de estándar secundario, el cual, aunque tiene una lenta respuesta, es, a diferencia de los fotodiodos, sensible a gran parte del espectro solar y es más estable ante cambios de temperatura ambiente. Esto le confiere una mejor medición

de la irradiancia, más precisa, más fiable y más inmune a cambios de la temperatura ambiente y de las condiciones atmosféricas.

2. Dispone de unos medios integrados de limpieza y protección automática en periodos nocturnos o climatológicamente adversos, que lo habilita para trabajar sin asistencia durante largos periodos de tiempo.
3. Es autónomo mediante alimentación eléctrica fotovoltaica, junto a un sistema integrado de adquisición de datos, *datalogger*, provisto de un voltímetro de 24 bits que permite la medida precisa, registro y almacenamiento, en una tarjeta de memoria microSD, de los datos durante largos periodos de tiempo, hacen que este equipo pueda ser empleado en lugares aislados o de difícil acceso donde no se dispone de suministro eléctrico y de la presencia humana.
4. Integra una unidad de control asistida por un reloj en tiempo real, que emplea un potente algoritmo astronómico de cálculo que permite controlar el sombreado del sensor mediante el movimiento de una banda giratoria que se posiciona de forma precisa, realizando ciclos alternativos de sombreado y soleado durante periodos de tiempo programados acordes con el tiempo de respuesta del sensor.
5. Es versátil. Registra el valor de la irradiancia difusa, medida en cada ciclo de sombreado, corregido por la obstrucción real de la banda de acuerdo con la posición adoptada. También registra el valor de irradiancia global horizontal medida durante los periodos de soleado y la irradiancia directa calculada y corregida empleando las medidas anteriores y la elevación solar del instante considerado.
6. Además, incorpora otros sensores meteorológicos al objeto de registrar otros datos para completar la información meteorológica y determinar condiciones climáticas adversas para asegurar la limpieza, la protección y la seguridad del equipo.

30 **Aplicación industrial**

Esta invención podrá ser utilizada en universidades, organismos públicos y privados de investigación, estaciones meteorológicas, plantas, campos o huertos solares y, especialmente, en zonas apartadas donde se requiera un registro histórico de los datos de irradiación solar y otros datos meteorológicos.

- 5 El registro histórico de mediciones en tierra de la irradiancia solar en sus tres componentes, directa, global y difusa, es de vital importancia en sectores como el meteorológico, el agrícola y el sector energético dentro de las tecnológicas solares.

10 Referencias Numéricas

En las figuras descritas, las referencias numéricas corresponden a las siguientes partes y elementos:

1. Sensor. Piranómetro Kipp&Zonen modelo CMP22 con sensor PT100
2. Sombrero de protección
- 15 3. Contenedor
4. Ventiladores
5. Filtro de aire
6. Banda de sombreado
7. Soporte móvil horizontal
- 20 8. Soporte móvil vertical
9. Soporte móvil con giro
10. Motorreductor para sistema de sombreado
11. Codificador angular incremental
12. Detector magnético de proximidad
- 25 13. Imán
14. Nivel de burbuja
15. Soporte con bisagras del panel solar
16. Panel solar fotovoltaico
17. Varilla de ajuste de ángulo
- 30 18. Mesa
19. Niveladores de mesa
20. Motorreductor para sistema de protección
21. Codificador angular incremental

- 22. Brazo de protección
- 23. Contenedor de protección y limpieza
- 24. Eje de basculación
- 25. Detector de posición
- 5 26. Anillo de soplado
- 27. Soporte basculante
- 28. Motorreductor de limpieza
- 29. Cepillo de limpieza
- 30. Armario estanco de control
- 10 31. Regulador de carga de batería
- 32. Batería
- 33. Magnetotérmico
- 34. Relés de estado sólido
- 35. Tarjetas de control de motor o servos
- 15 40. Tarjeta de control
- 41. Microcontroladores
- 42. Convertidor corriente continua DC/DC
- 43. Reloj RTC con memoria NVRAM
- 44. Convertidor analógico digital, ADC
- 20 45. Fuente de intensidad
- 46. Tarjeta de memoria microSD
- 47. Mando local
- 48. Puerto RS232
- 49. Puerto RS485, protocolo MODBUS RTU
- 25 50. Consola de campo
- 51. Pulmón de aire
- 52. Compresor de aire
- 53. Transductor de presión
- 54. Electroválvula de soplado.

30

Reivindicaciones

1. Sistema autónomo para registrar la irradiancia solar que comprende un sensor térmico de radiación solar incidente, una banda de sombreado (6) y una estructura (18) que comprende soportes móviles (7,8,9), caracterizado por que el sensor térmico es un piranómetro (1) y por que el sistema comprende además:
- medios de limpieza (4,5,28,29,52,54) configurados para refrigerar y mantener limpio el sensor mediante la ventilación, el soplado de aire comprimido y el cepillado;
 - medios de protección (22,23) que comprenden un contenedor (23) configurado para posicionarse sobre el sensor (1) en función del tipo establecido de intervalo, o condiciones adversas;
 - medios de guiado (10,11,20,21) configurados para guiar la banda de sombreado (6) y los medios de protección (22,23);
 - medios de alimentación que comprenden una batería eléctrica (32) y un panel solar fotovoltaico (16);
 - medios de control que comprenden una tarjeta de control (40), acoplada con los medios de guiado, configurada para establecer la posición de la banda de sombreado (6) respecto del sensor (1) y para establecer: intervalos de medida con sol, intervalos de medida con sombra, e intervalos de inactividad, en función de al menos los siguientes parámetros: latitud y longitud geográfica, fecha del calendario, momento del día, y tiempo de respuesta del piranómetro (1);
 - medios de adquisición para registrar las medidas realizadas por el piranómetro (1) y otras variables meteorológicas como, al menos, las condiciones de viento y precipitación, en cada intervalo de medida y almacenarlas en una memoria permanente (46).
2. Sistema autónomo según la reivindicación 1, donde los medios de limpieza comprenden un compresor (52) asociado a un pulmón (51) y un transductor de

presión (53) con una válvula (54) que libera el aire comprimido almacenado para producir el soplado sobre el piranómetro (1).

5 **3.** Sistema autónomo según la reivindicación 2, donde los medios de limpieza comprenden un cepillo (29) o rodillo configurado para girar acoplado a un motor (28) y moverse para cepillar la ventana del piranómetro (1).

10 **4.** Sistema autónomo según la reivindicación 3, donde la válvula (54) está configurada para liberar aire comprimido y producir el soplado sobre la ventana del piranómetro (1) simultáneamente con el cepillado.

15 **5.** Sistema autónomo según la reivindicación 4, donde los medios de limpieza comprenden un ventilador (4) que se activa para refrigerar el piranómetro (1) y evitar deposiciones durante los periodos de medida.

20 **6.** Sistema autónomo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 5, donde los medios de limpieza están gestionados por los medios de control en función de los intervalos de inactividad, de emergencia y de medida.

25 **7.** Sistema autónomo según la reivindicación 6, donde el intervalo de emergencia se define en función de la detección de precipitación y/o de una velocidad de viento mayor que un umbral.

30 **8.** Sistema autónomo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 7, donde las lecturas del piranómetro (1) son corregidas por la unidad de control en función de la temperatura.

35 **9.** Sistema autónomo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 8, donde la unidad de control comprende además una interfaz de

comunicaciones (48,49) para transferir la información almacenada en la memoria permanente (46) a otro dispositivo de forma cableada.

5 **10.** Sistema autónomo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 8, donde la unidad de control comprende además un módulo de comunicaciones para transferir la información almacenada en la memoria permanente (46) a otro dispositivo de forma inalámbrica.

10 **11.** Sistema autónomo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 10, donde la estructura con soportes móviles (7,8,9) es una mesa (18) con patas ajustables (19) y un nivel de burbuja (14).

15 **12.** Sistema autónomo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 11 donde el soporte (15) de la mesa es inclinable y está configurada para alojar el panel fotovoltaico (16).

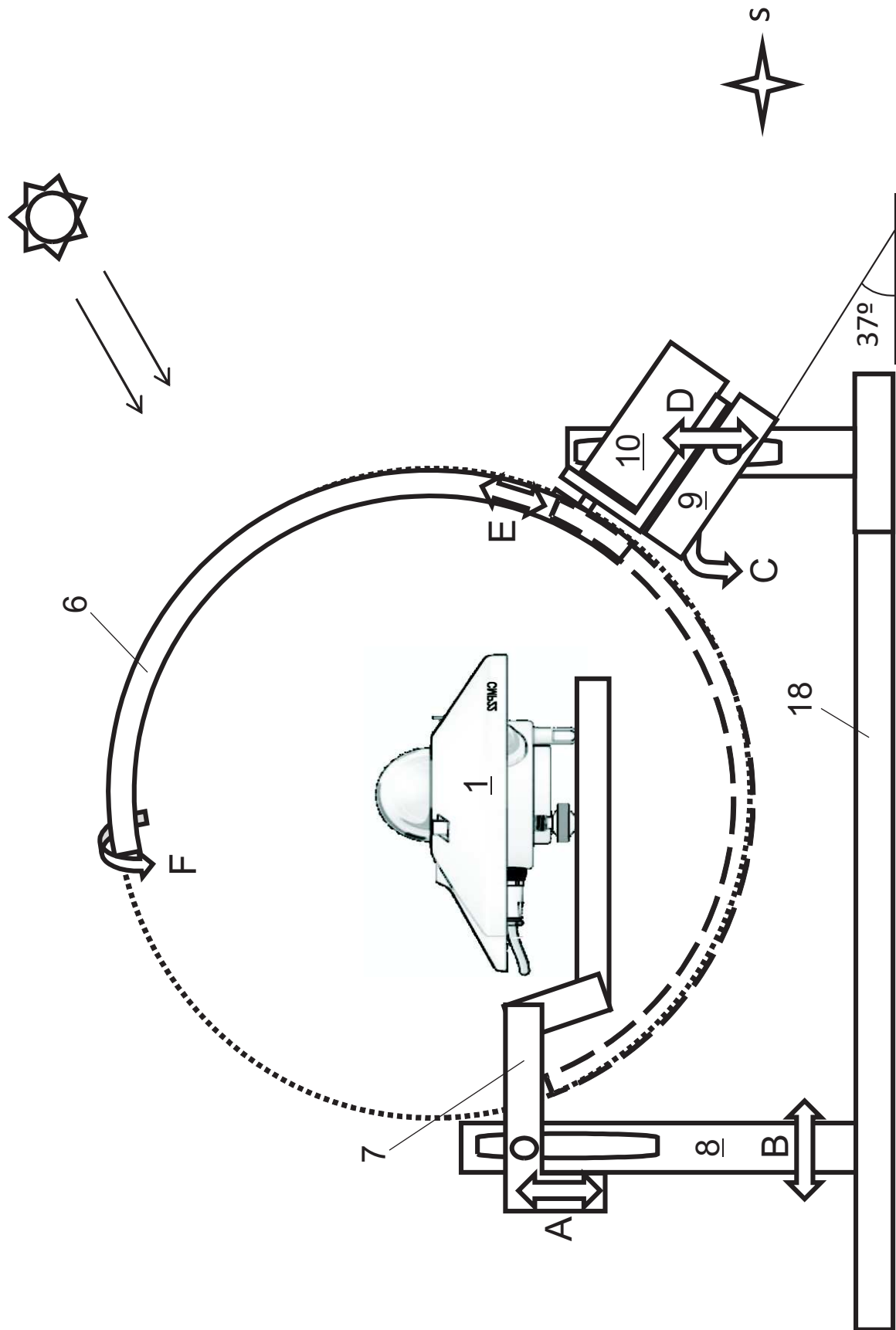


Fig. 1

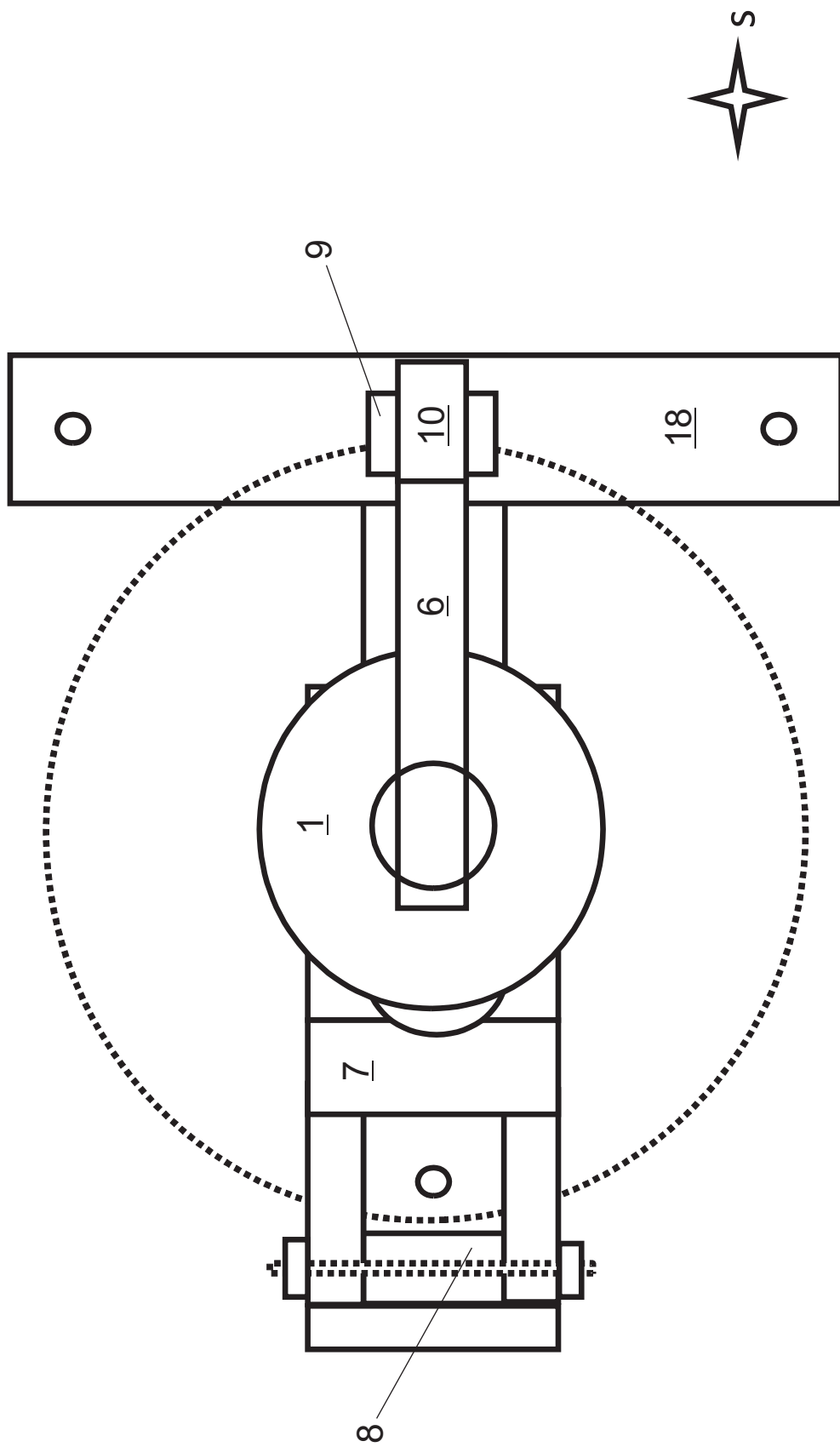


Fig. 2

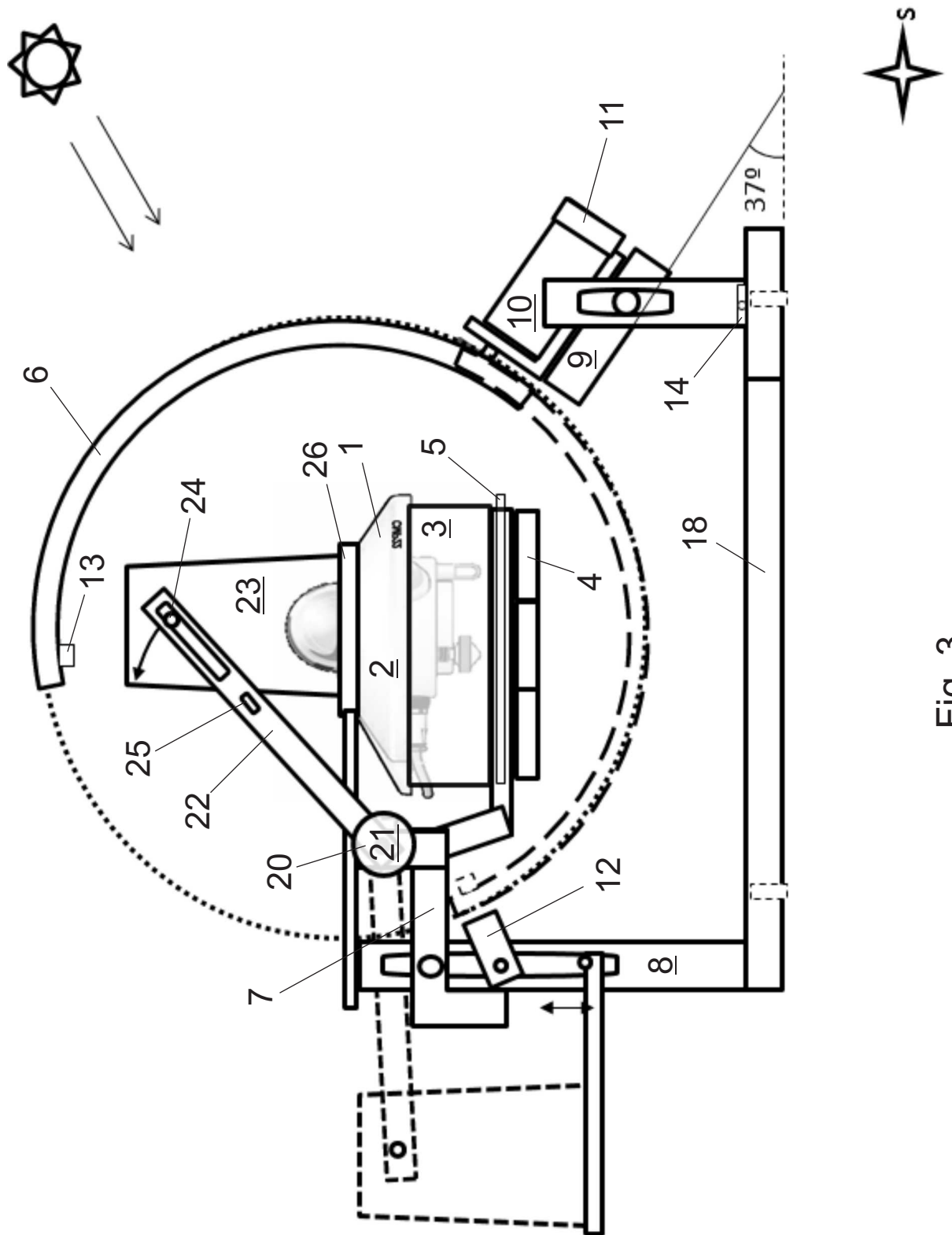


Fig. 3

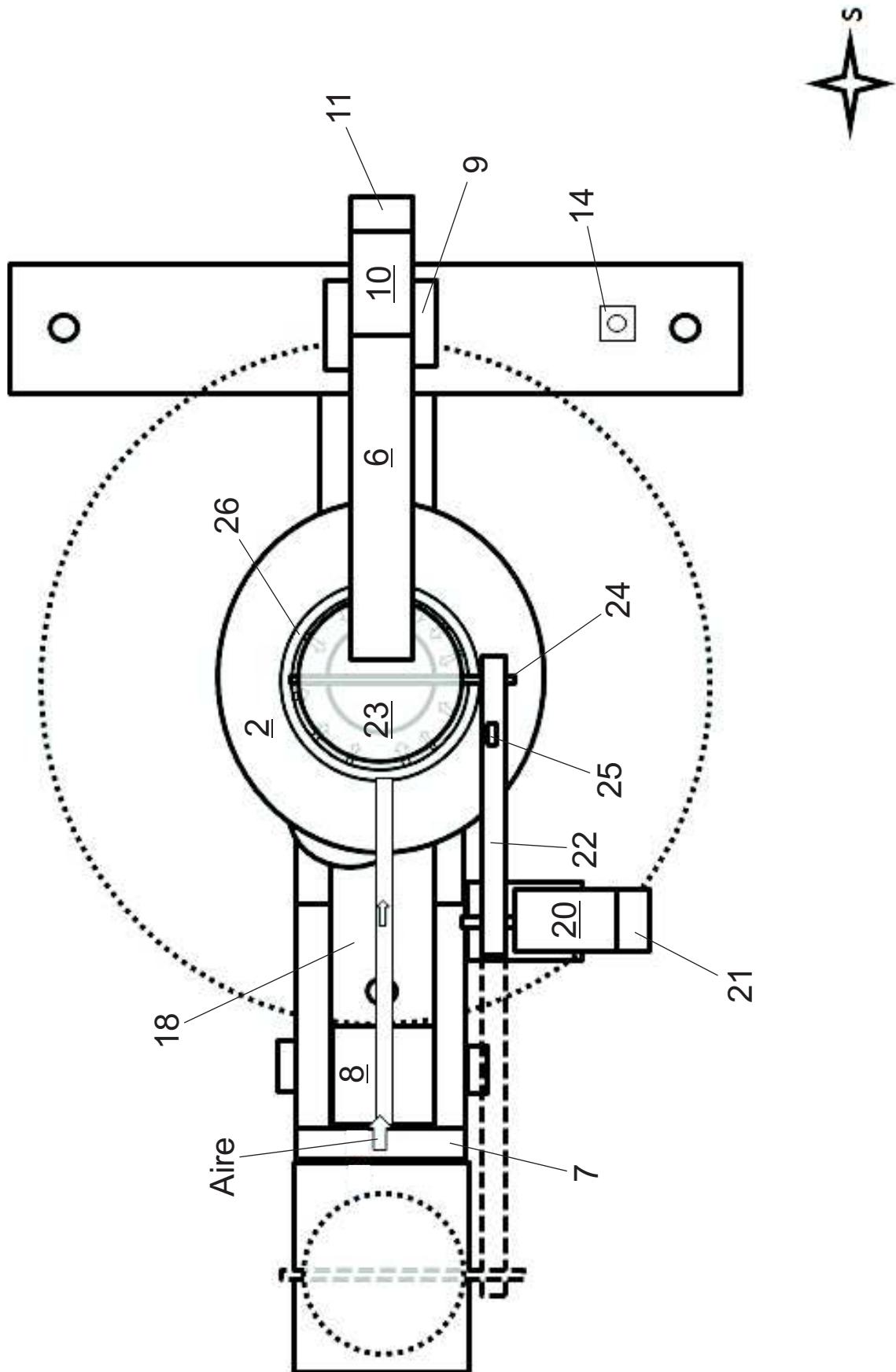


Fig. 4

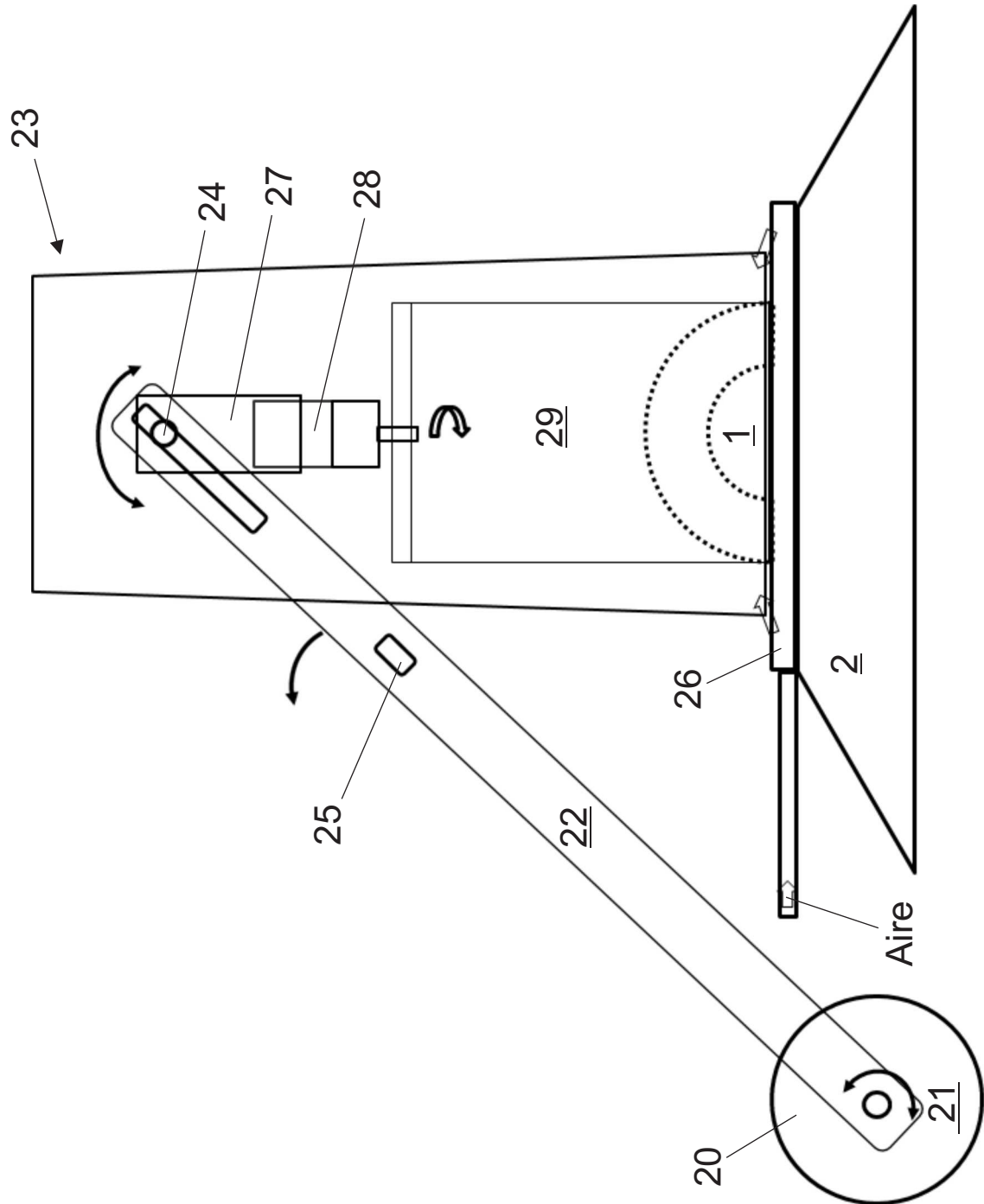


Fig. 5

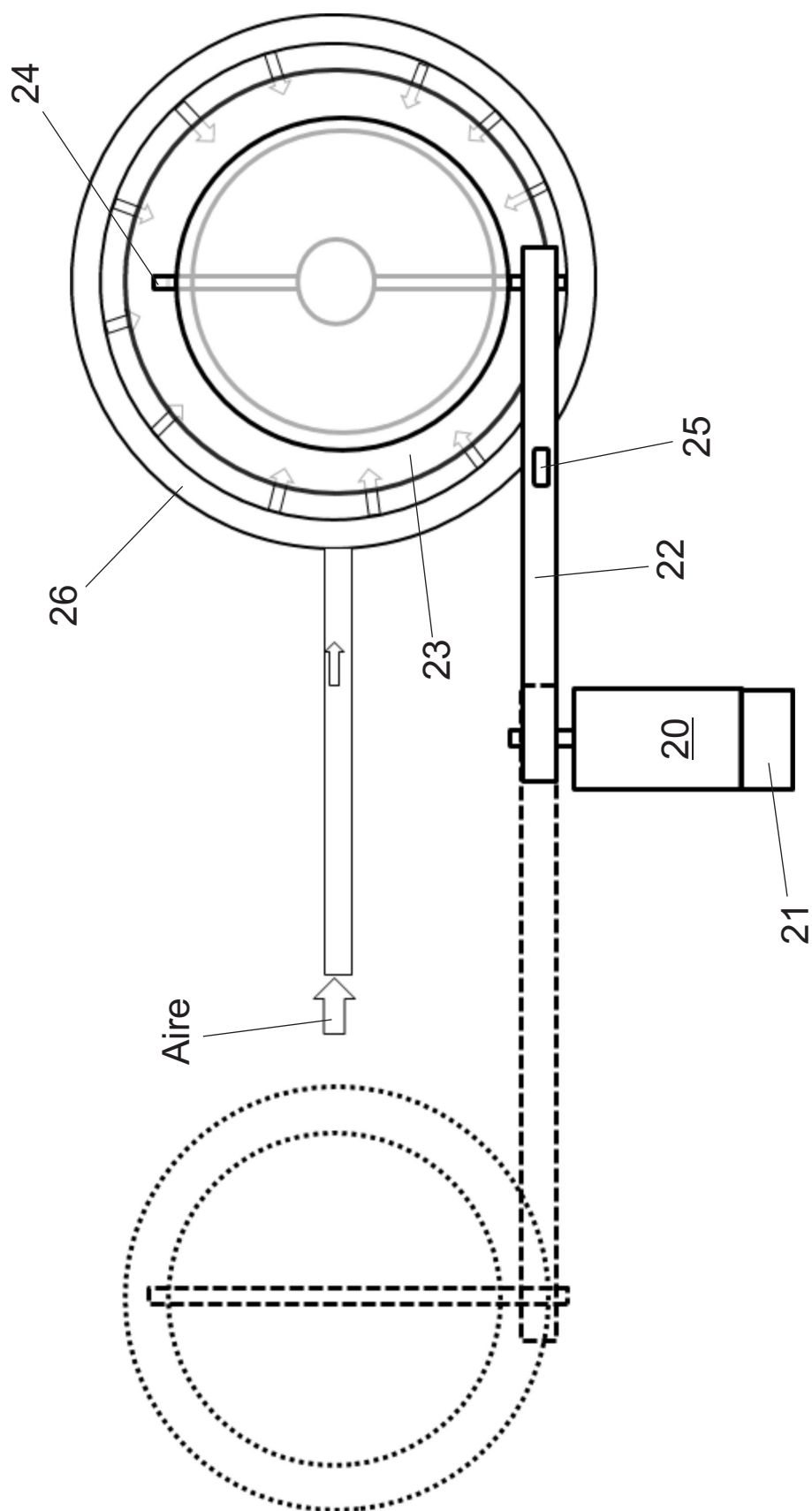


Fig. 6

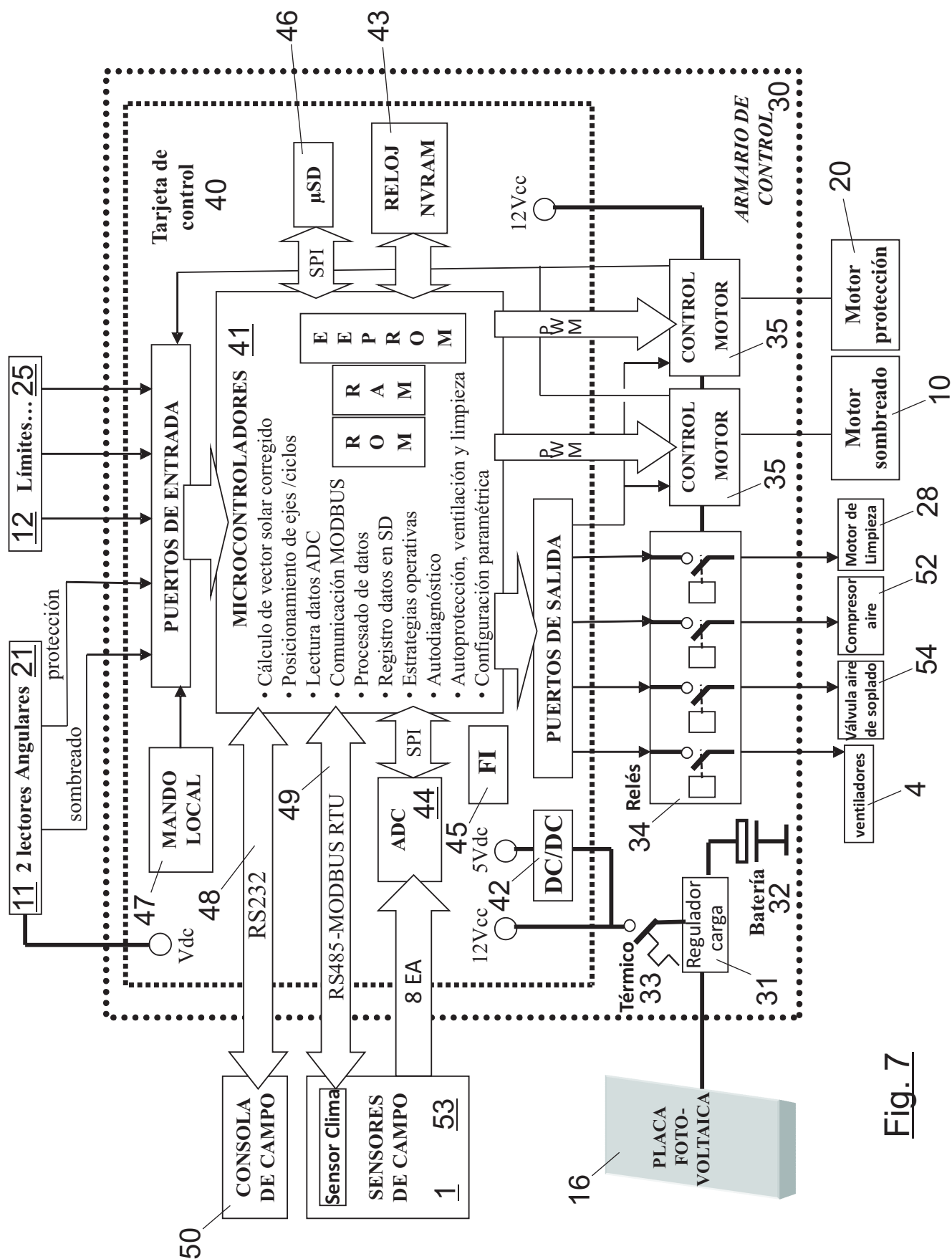


Fig. 7

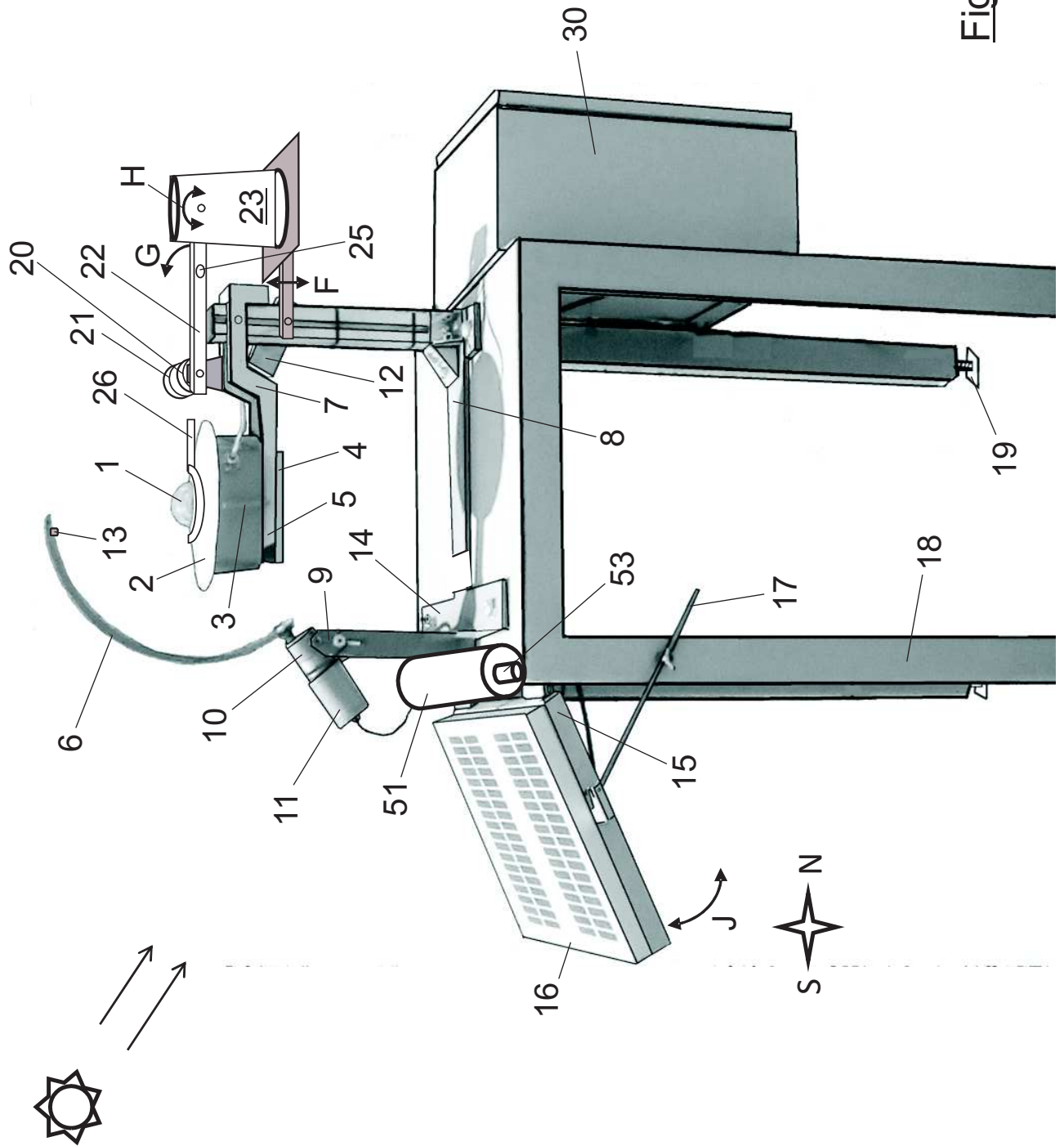


Fig. 8



- ②① N.º solicitud: 201730884
②② Fecha de presentación de la solicitud: 04.07.2017
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	US 2004016865 A1 (LITTLE RUEL D) 29/01/2004. Párrafos [0013 - 0014], [0030]; figuras 3 - 4.	1-12
Y	US 2016368029 A1 (AUGUSTYN JAMES RAYMOND) 22/12/2016. Párrafos [0038 - 0042], [0051]; figura 4a.	1-12
A	CN 106347826 A (OCEANOGRAPHIC INSTR RES INST) 25/01/2017. Resumen, figuras 1 - 2.	1-12
A	WO 2016140566 A1 (HUKSEFLUX HOLDING B V) 09/09/2016. Resumen, figuras 1 - 2.	1-12
A	CN 205920415U U (JINZHOU YANGGUANG METEOROLOGICAL TECH CO LTD) 01/02/2017. Resumen.	1-12
A	US 2011198480 A1 (DOLCE ROBERT) 18/08/2011. Resumen, figura 3.	1-12
A	CN 102305662 A (JIANGSU PROVINCE RADIO SCIENT RES INST CO LTD) 04/01/2012. Resumen, figura 1.	1-12

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
19.02.2018

Examinador
S. Sánchez Paradinas

Página
1/2

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

G01J1/42 (2006.01)**G01J1/04** (2006.01)**G01J1/02** (2006.01)

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

G01J

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

INVENES, EPODOC, WPI, INTERNET