



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 320 963**

② Número de solicitud: 200703162

⑤ Int. Cl.:
G01J 5/06 (2006.01)
G01J 5/04 (2006.01)
G01J 5/28 (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

② Fecha de presentación: **28.11.2007**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **29.05.2009**

④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
29.05.2009

⑦ Solicitante/s: **Universidad de Huelva**
c/ Dr. Cantero Cuadrado, 6
21071 Huelva, ES

⑦ Inventor/es: **Martínez Bohorquez, Miguel Ángel;**
Andújar Márquez, José Manuel y
Medina García, Jonathan

⑦ Agente: **No consta**

⑤ Título: **Piranómetro.**

⑤ Resumen:
Piranómetro.

La invención consiste en un piranómetro de gran precisión y con un coste de fabricación reducido, cuyas medidas no se vean afectadas por las diferencias de temperaturas en el exterior, eliminando el problema del error coseno, así como problemas de ruido o incertidumbres y errores en los procesos de conversión de la señal obtenida. Para ello el piranómetro que se preconiza está constituido a partir de una carcasa (1) estanca, presenta una tapa (3) a modo de anillo a través de la que la radiación luminosa es captada por un fotodiodo de silicio (8), estableciéndose sobre el mismo un difusor de luz (6), fotodiodo (8) asociado a un sistema de detección y acondicionamiento (7) conectado a un sistema de control (9), que a través de al menos un sensor de temperatura interno (10) controla un sistema de termostatación interno (12), en orden a mantener constante la temperatura en el seno del dispositivo. Los datos obtenidos son enviados a través de un sistema de transmisión de datos (11) integrado, con una salida en formato digital serie estándar.

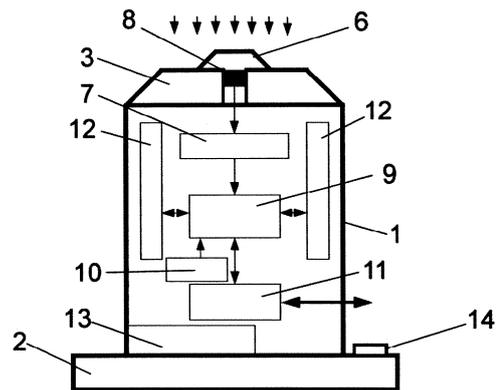


FIG. 1

ES 2 320 963 A1

DESCRIPCIÓN

Piranómetro.

5 Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo especialmente concebido para medir la radiación luminosa en unidades de vatio por metro cuadrado.

10 El objeto de la invención es proporcionar un dispositivo de gran precisión y con un coste de fabricación reducido.

Es asimismo objeto de la invención proporcionar un dispositivo cuyas medidas no se vean afectadas por las diferencias de temperatura externas, eliminando el problema del error coseno, habitual en este tipo de dispositivos, así como evitando problemas de posible condensación de vapor de agua en el interior del mismo.

15 El dispositivo incorpora medios de conexión directa a PC sin electrónica auxiliar, eliminando igualmente todo tipo de problemas de ruido o incertidumbres y errores en los procesos de conversión de la señal obtenida.

20 La invención se sitúa pues en el ámbito de los sectores industriales en los que la medida de variables meteorológicas sean una necesidad, teniendo aplicación en todas aquellas áreas donde sea necesario medir la radiación luminosa.

Antecedentes de la invención

25 En el ámbito de aplicación práctica de la invención, para realizar la medición de la irradiancia solar (directa, global o difusa), se emplean dispositivos denominados piranómetros. La medida de esta radiación se utiliza ampliamente en estudios de aprovechamiento de energía solar tanto térmica como fotovoltaica, mediciones meteorológicas, cultivos, etc. Su uso no está lo suficientemente extendido debido al alto coste de estos dispositivos, basados la mayoría de las ocasiones en termopilas. Existen otros tipos de dispositivos para medir la radiación solar, como son el pirheliómetro, que es un instrumento para medición de la radiación solar directa a incidencia normal, el pirogeómetro, que mide la radiación atmosférica neta sobre una superficie negra horizontal, orientado hacia arriba, a la temperatura del aire ambiente y el pirradiómetro, que mide la radiación solar y terrestre. En función del tipo de medición a realizar, se usará uno u otro tipo de dispositivos, siendo el más común en las actividades de investigación e industriales, el piranómetro.

35 Estos instrumentos son clasificados en distintas clases, según sus características de medición, concretamente la norma ISO 9060 establece la clasificación de los piranómetros y pirheliómetros en función de su exactitud, tiempo de respuesta, no linealidad, etc. Se pueden considerar dos grandes grupos dentro de los piranómetros, los basados en termopilas como elemento sensible que miden la salida como pequeñas fuerzas electromotrices y los basados en semiconductor (fotodiodo), al cual corresponde esta invención.

40 Para la determinación del albedo, porcentaje de radiación reflejada por una superficie respecto de la incidente, basta montar dos sensores idénticos contrapuestos, conectando sus salidas a la estación meteorológica o PC.

45 El problema que presentan este tipo de dispositivos es la influencia de la temperatura en la medida obtenida, la degradación de la señal debido al proceso de transmisión, la influencia de ruidos, y sobretodo, y como ya se ha comentado con anterioridad, el elevado coste de estos dispositivos.

Descripción de la invención

50 El piranómetro que la invención propone resuelve de forma plenamente satisfactoria la problemática anteriormente expuesta, en todos y cada uno de los aspectos comentados, de manera que para unas prestaciones similares a las de un piranómetro profesional, el coste del piranómetro de la invención puede llegar a ser del orden de mas de 100 veces menor, sin menoscabo de su precisión, a lo que hay que añadir además que sus medidas no se vean afectadas por las diferencias de temperatura externas, estando asimismo exento del problema del error coseno, y presentando medios de conexión directa a un PC sin necesidad de electrónica auxiliar.

55 Para ello, el dispositivo que se preconiza está constituido a partir de un transductor de radiación solar, basado en semiconductor, concretamente un fotodiodo de silicio, que a diferencia de los dispositivos convencionales se encuentra termostatzado a una temperatura constante durante todo su funcionamiento, temperatura que puede ser monitorizada y ajustada por el usuario a través del software, como se verá más adelante. Así pues, mediante esta estructuración, las habituales dependencias de este tipo de dispositivos frente a la temperatura, quedan subsanadas.

60 Superiormente al citado fotodiodo de silicio se dispone un difusor de teflón para mejorar el problema del error coseno. En el seno de la carcasa del dispositivo se dispone un compartimento para albergar sales higroscópicas, lo que permite eliminar el problema de la posible condensación en el interior del dispositivo, materializándose la carcasa en un cilindro negro de polietileno convenientemente estanqueizado.

Desde el punto de vista de la electrónica del dispositivo, este cuenta básicamente con cuatro sistemas: un sistema de detección, un sistema de control, un sistema de termostatzación y un sistema de transmisión.

ES 2 320 963 A1

En cuanto al sistema de detección, y tal y como se acaba de comentar, el elemento sensor del piranómetro es un fotodiodo de silicio montado sobre una base plástica. El elemento sensor está aislado del exterior mediante un difusor de teflón. Todo el conjunto está posicionado sobre una base con control de nivel para ajustar la horizontalidad para lo cual exteriormente a la citada carcasa se establece un nivelador de burbuja.

La radiación incidente en el dispositivo pasa primero, antes de llegar al fotodiodo, por el difusor de teflón que actúa tanto de difusor como de protector de las radiaciones UV que degradarían la vida útil de la cubierta del fotodiodo. El difusor de teflón tiene también el cometido de mantener aislado al fotodiodo de la lluvia y otras inclemencias meteorológicas.

El fotodiodo genera una señal eléctrica que es función del valor de la radiación recibida, en unidades de watio/m², que una vez acondicionada de forma correcta es convertida por el sistema de control a formato digital.

En cuanto al sistema de control, el dispositivo incorpora un microcontrolador con convertidor analógico-digital incorporado. En este dispositivo se realiza la conversión de la señal analógica proveniente del sistema de detección y se convierte a formato digital. Esta señal se envía al sistema de transmisión, formado por un convertidor a bus serie RS 485 full dúplex. El microcontrolador controla también la termostatación del dispositivo, ya que recibe la señal analógica de un sensor de temperatura alojado en el sistema de termostatación. En función de la temperatura medida, ejecutará la orden de activar una serie de calentadores o no.

En cuanto al sistema de termostatación, su misión es la de mantener constante en todo momento la temperatura en el interior de la carcasa o cuerpo del dispositivo.

El elemento primario del sistema de termostatación es un sensor de temperatura analógico cuya señal de salida, una vez acondicionada, es enviada al microcontrolador. El microcontrolador compara la temperatura medida con la de consigna, la cual ha sido establecida mediante el software de control. En función del resultado se activa o no un sistema de calentamiento basado en esterillas calefactoras.

Por último y en cuanto al sistema de transmisión, la transmisión de información entre el piranómetro y el sistema de instrumentación que utilice el usuario, por lo general un PC o similar, se realiza en formato digital estándar serie RS 485 full-dúplex, para aligerar la temporización en las comunicaciones, pudiéndose no obstante utilizarse cualquier otro formato convencional adecuado, si bien mediante éste se permite conexiones entre dispositivos de elevada longitud (hasta 1 Km), es robusto y muy inmune al ruido. Para la transmisión se utiliza un convertidor serie estándar RS 485 que integra entradas de control, de la señal a transmitir así como salida directa con buffer incorporado en formato serie.

Así pues, el ahorro del coste de la invención frente al estado de la técnica se ve aún más acrecentado por el hecho de que no necesita electrónica auxiliar. La salida es ofrecida directamente en formato digital, con lo que se evitan problemas de ruido y de degeneración de la señal (al tener menos procesos de conversión de ésta), pudiendo ser utilizado de forma rápida en cualquier sistema de instrumentación o simplemente en un PC a través de su puerto serie.

Descripción de los dibujos

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 1.- Muestra, según una representación esquemática en alzado y en sección, un piranómetro realizado de acuerdo con el objeto de la presente invención.

La figura 2.- Muestra una vista en planta del dispositivo de la figura anterior.

Realización preferente de la invención

A la vista de las figuras reseñadas puede observarse como el piranómetro que la invención propone está constituido a partir de una carcasa (1) materializada en un cilindro negro de polietileno, material éste que cuenta con unas características ideales para el propósito de esta invención, tanto térmicas como de estanqueidad, cerrado inferiormente mediante una base de apoyo (2), y superiormente a través de un tapa (3), que mediante una junta tórica (4) y una serie de tornillos (5) sellan herméticamente el conjunto formado por la tapa y el cuerpo del piranómetro.

En dicha tapa, materializada en un anillo, se establece un difusor de teflón (6) con un talonado a 45°, bajo el que se establece el sistema de detección (7) asociado a un fotodiodo de silicio (8) establecido igualmente bajo la tapa (3). Esta especial configuración permite independizar parcialmente el valor de la radiación solar respecto del ángulo de incidencia, con lo que se mejora de forma real el error coseno. El difusor (6) difunde homogéneamente la radiación solar que le llega y es resistente a las radiaciones UV.

ES 2 320 963 A1

El citado fotodiodo de silicio (8) presenta una buena respuesta dentro del espectro visible de radiación solar. Para acondicionar la señal del fotodiodo se utiliza un circuito de acondicionamiento, basado en un amplificador de transimpedancia, dispositivo éste que presenta las mejores características en este tipo de montajes. Los amplificadores de transimpedancia tienen una impedancia de entrada muy baja, lo que resuelve las restricciones de gran linealidad y permite voltajes de salida superiores. El montaje ha sido diseñado bajo el prisma de elevada linealidad y alta estabilidad, para prevenir posibles problemas de oscilaciones en el circuito.

La señal obtenida a la salida del amplificador de transimpedancia es filtrada a través de un filtro paso-bajo para eliminar los posibles ruidos no deseados en el circuito para a continuación ser enviada al sistema de control (9).

El sistema de control (9) está compuesto por un microcontrolador tipo PIC. este tipo de controlador reúne todos los requisitos necesarios en el dispositivo objeto de la invención: rapidez, bajo coste, tamaño reducido, exactitud y convertidor analógico-digital (ADC) incorporado. El microcontrolador es el cerebro del dispositivo ya que permite que su funcionamiento sea autónomo. En él se procesan las señales provenientes del sistema de detección (7) y acondicionamiento de la señal y de un sensor de temperatura (10) establecido en el seno del dispositivo. El microcontrolador gobierna igualmente a un sistema de transmisión (11), del que se hablará más adelante, así como y a una serie de calefactores que mantienen constante la temperatura en el interior del dispositivo. Esta temperatura puede ser ajustada por el propio usuario a través del programa monitor en el PC, en función de las características climáticas del emplazamiento donde se vaya a utilizar, aunque por defecto, la temperatura quedará ajustada a 40°C.

Al sistema de control (9) está asociado igualmente un sistema de termostatación (12), cuya misión es la de mantener constante en todo momento la temperatura en el interior de la invención. Si bien esto se podría realizar de forma independiente, se ha optado porque sea controlada por el microcontrolador del sistema de control (9) por cuanto que esta solución abarata el coste del dispositivo. En función de la temperatura de consigna fijada por el usuario, el sistema de control (9) envía una señal al sistema de termostatación (12) para activar los calentadores hasta que se alcance dicha temperatura. Los calentadores se materializan en esterillas de calentamiento (resistencias en forma circular) que funcionan a 12 V con un consumo de corriente aproximado de 400 mA. Lógicamente, la señal de control del microcontrolador no se aplica directamente a los calefactores, sino a una etapa electrónica de potencia que funciona como interruptor electrónico. El consumo total de potencia del dispositivo es función de la temperatura exterior si bien cabe destacar que está muy optimizado, ya que el cuerpo del piranómetro, realizado en polietileno de 10 mm de espesor, funciona como un excelente aislante térmico.

En el programa monitor de control del piranómetro, se ha introducido la consigna que cuando los niveles de irradiancia recibidos estén por debajo de unos umbrales establecidos (por ejemplo por la noche), éste deje de funcionar de forma automática ya que es absurdo el gasto de energía cuando no es necesario la medición de irradiancia. De forma automática también, el dispositivo comienza a funcionar cuando la irradiancia que recibe supera el umbral de consigna. El sensor de temperatura (10) que mide en todo momento la temperatura en el interior del dispositivo, será preferentemente analógico, ya que presenta más estabilidad y precisión que los analizados con salida digital.

Por último, y en cuanto al sistema de transmisión de información (11) entre el piranómetro y el sistema de instrumentación utilizado por el usuario (por lo general un PC, estación meteorológica o similar), se realiza en formato digital estándar serie RS 485 full-dúplex. Para ello el sistema incorpora un dispositivo integrado que realiza todas las operaciones de conversión. Dicho dispositivo es totalmente programable y permite configurar por software todos los parámetros de la comunicación: velocidad de transmisión, paridad, número de bits, full o half dúplex, etc.

La salida se envía por conductor de 4 hilos. El número total de hilos necesario para conectar el dispositivo objeto de la invención es 8: 3 para la alimentación, 4 para la transmisión y uno de tierra.

Como complemento de la estructura descrita, en el seno de la carcasa (1) del piranómetro se establecerá un depósito de sales higroscópicas (13), eliminando el problema de la posible condensación en el interior del dispositivo.

Igualmente cabe destacar la incorporación de un nivel de burbuja (14) sobre la base (2) del piranómetro, que permite implantarlo con un posicionamiento correcto para el mismo.

ES 2 320 963 A1

REIVINDICACIONES

5 1. Piranómetro, del tipo de los que incorporan un fotodiodo para medir la radiación luminosa asociado a un sistema de detección, **caracterizado** porque está constituido a partir de una carcasa (1) dotada de medios de estanqueidad para la misma, carcasa que presenta una tapa (3) superior en la que se establece una ventana a través de la que la radiación luminosa es captada por el fotodiodo de silicio (8), habiéndose previsto que dicha tapa (3) incorpore un difusor de luz (6), dispuesto de manera que independice parcialmente el valor la radiación con respecto del ángulo de incidencia, con la particularidad de que el sistema de detección y acondicionamiento (7) asociado al fotodiodo de silicio (8) está asociado igualmente a un sistema de control (9), que a través de al menos un sensor de temperatura interno (10) controla un sistema de termostatación interno (12), en orden a mantener constante la temperatura en el seno del dispositivo, habiéndose previsto igualmente con dicho sistema de control (9) colabore un sistema de transmisión de datos (11) integrado, con una salida en formato digital serie estándar.

15 2. Piranómetro, según reivindicación 1ª, **caracterizado** porque su carcasa (1) se materializa en un cilindro negro de polietileno, cerrado inferiormente mediante una base de apoyo (2), dotada de un nivel de burbuja (14), mientras que superiormente se cierra a través de la tapa (3), mediante una junta tórica (4) y una serie de tornillos (5).

20 3. Piranómetro, según reivindicación 1ª, **caracterizado** porque el elemento difusor (8) se materializa en un difusor de teflón con un talonado a 45°.

4. Piranómetro, según reivindicación 1ª, **caracterizado** porque en el seno de la carcasa (1) se establece un depósito de sales higroscópicas para evitar la formación de humedad interna.

25 5. Piranómetro, según reivindicación 1ª, **caracterizado** porque el sistema de control (9) se materializa en un microcontrolador tipo PIC con convertidor analógico-digital incorporado.

30 6. Piranómetro, según reivindicación 1ª, **caracterizado** porque el sistema de termostatación (12) incorpora una pluralidad de esterillas de calentamiento controladas a través del microcontrolador del sistema de control (9) y activadas a través de una etapa electrónica de potencia.

7. Piranómetro, según reivindicación 1ª, **caracterizado** porque el sistema de transmisión (11) se materializa en un convertidor a bus serie RS 485 full dúplex.

35

40

45

50

55

60

65

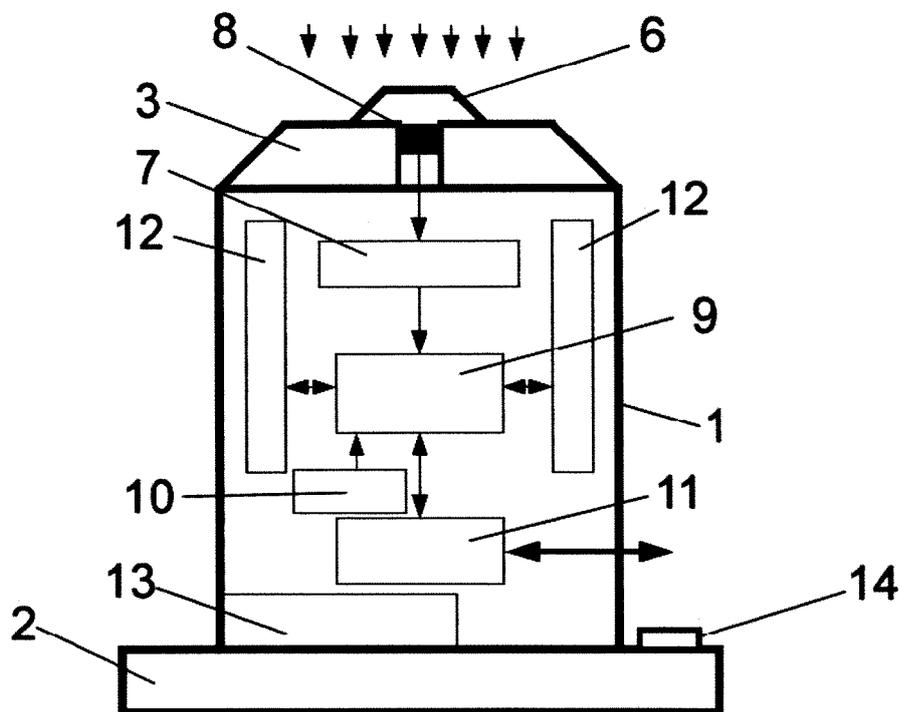


FIG. 1

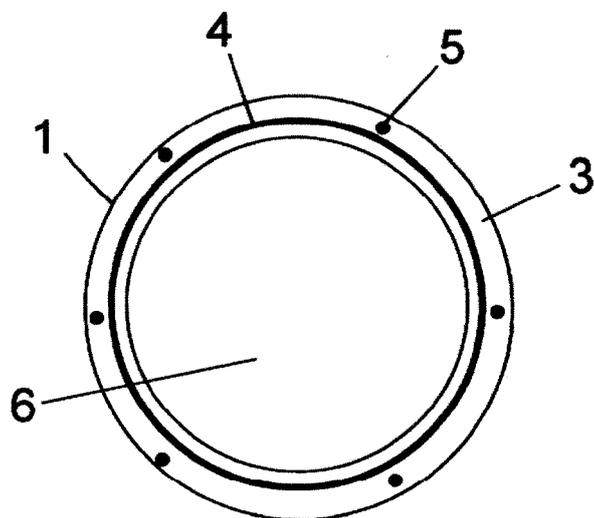


FIG. 2



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 320 963

② Nº de solicitud: 200703162

③ Fecha de presentación de la solicitud: **28.11.2007**

④ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: Ver hoja adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	US 5331168 A (BEAUBIEN et al.) 19.07.1994, columna 3, líneas 36,37; columna 4, línea 16 - columna 5, línea 8; columna 5, línea 67 - columna 6, línea 42; figuras 1-4.	1-7
Y	SOLAR RADIATION SENSOR "SO9855B" Rev 2.0 (SIAP) 07.03.2003 http://web.archive.org/web/20030307200404/www.siap.com/ENG/SO9850B_SO9855B_en.pdf	1-7
Y	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2005. Resumen T-002 Desenvolvimiento de un sistema de medición de radiación solar (VERA et al.) 25.09.2007, http://web.archive.org/web/20070925005432/www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2005/7-Tecnologia/T-002.pdf	3
A	US 2768527 A (STERN et al.) 30.10.1956, columna 4, líneas 16-22; figura 1.	4

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

14.04.2009

Examinador

J. Olalde Sánchez

Página

1/2

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

G01J 5/06 (2006.01)

G01J 5/04 (2006.01)

G01J 5/28 (2006.01)