

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad
Intelectual
Oficina internacional



(10) Número de Publicación Internacional
WO 2011/104401 A1

(43) Fecha de publicación internacional
1 de septiembre de 2011 (01.09.2011)

PCT

(51) Clasificación Internacional de Patentes:
G01N 21/25 (2006.01) F24J 2/14 (2006.01)
G01J 3/02 (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2011/000047

(22) Fecha de presentación internacional:
24 de febrero de 2011 (24.02.2011)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:
P201000230
25 de febrero de 2010 (25.02.2010) ES

(71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US): **ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES, S.A.** [ES/ES]; Avenida de la Buhaira, 2, 41018 - Sevilla (ES).

(72) Inventores; e

(75) Inventores/Solicitantes (para US solamente): **ALONSO ESTEBAN, Rafael** [ES/ES]; Avenida de la Buhaira, 2, 41018 - Sevilla (ES). **HERAS VILA, Carlos** [ES/ES];

Avenida de la Buhaira, 2, 41018 - Sevilla (ES). **SALINAS ÁRIZ, Iñigo** [ES/ES]; Avenida de la Buhaira, 2, 41018 - Sevilla (ES). **IZQUIERDO NUÑEZ, David** [ES/ES]; Avenida de la Buhaira, 2, 41018 - Sevilla (ES). **GOMEZ POLO, Jesus** [ES/ES]; Avenida de la Buhaira, 2, 41018 - Sevilla (ES). **GIMENO MELENDO, Alberto** [ES/ES]; Avenida de la Buhaira, 2, 41018 - Sevilla (ES). **VILLUENDAS YUSTE, Francisco** [ES/ES]; Avenida de la Buhaira, 2, 41018 - Sevilla (ES). **MARTINEZ SANZ, Noelia** [ES/ES]; Avenida de la Buhaira, 2, 41018 - Sevilla (ES).

(74) Mandatario: **GARCIA-CABRERIZO Y DEL SANTO, Pedro Maria**; Vitruvio, 2 3, 28006 - Madrid (ES).

(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS,

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: PORTABLE SPECTROPHOTOMETER AND METHOD FOR CHARACTERISING SOLAR COLLECTOR TUBES

(54) Título : ESPECTROFOTÓMETRO PORTÁTIL Y MÉTODO DE CARACTERIZACIÓN DE TUBOS DE COLECTORES SOLARES

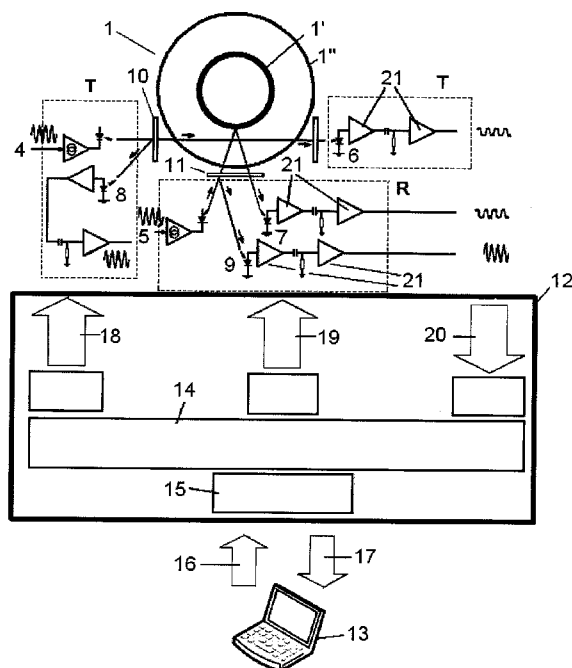


FIGURA 3

(57) Abstract: The invention relates to a portable spectrophotometer and to a method for characterising solar collector tubes for the simultaneous in-field characterisation of reflection and transmission coefficients. The device includes all of the components required to perform the aforementioned measurements, such as a module for measuring the reflection coefficient (R) of the inner tube (1'), a module for measuring the transmission coefficient (T) of the outer tube (1''), an electronic system for acquiring and processing data (12), an external computer (13) for controlling the device and exporting the measured data (17), and a system allowing communication (15) between the device and the computer (13).

(57) Resumen: Espectrofotómetro portátil y método de caracterización de tubos de colectores solares para la caracterización simultánea y en campo de coeficientes de reflexión y transmisión. Este equipo incluye todos los componentes necesarios para realizar esta medida, como son un módulo que realiza la medida del coeficiente de reflexión (R) del tubo interior (1'), un módulo que realiza la medida del coeficiente de transmisión (T) del tubo exterior (1''), un sistema electrónico de adquisición y tratamiento de datos (12), un ordenador externo (13) para el control del equipo y la exportación de los datos medidos (17) y un sistema de comunicación (15) entre el equipo y el ordenador (13).



RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

(84) Estados designados *(a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible):*

ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,

— *con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))*

— *antes de la expiración del plazo para modificar las reivindicaciones y para ser republicada si se reciben modificaciones (Regla 48.2(h))*

ESPECTROFOTÓMETRO PORTÁTIL Y MÉTODO DE CARACTERIZACIÓN DE TUBOS DE COLECTORES SOLARES

SECTOR TÉCNICO DE LA INVENCION

5 La presente invención se encuadra dentro de la tecnología de equipos o instrumentos ópticos de medida.

Más concretamente se refiere a un equipo portátil para la caracterización espectral y en campo de los coeficientes de reflexión y transmisión de los tubos utilizados en colectores para la obtención de energía termosolar. Este equipo
10 incluye todos los componentes necesarios para realizar esta medida, incluyendo el procesamiento de los datos y su envío mediante conexión inalámbrica a un ordenador para su almacenamiento.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La captación de la energía solar, en su vertiente de captación térmica, cada
15 vez está tomando más importancia tecnológica y económica tanto desde el punto de vista de producción de agua caliente, calefacción o refrigeración a nivel doméstico, como para producción de energía eléctrica en centrales termoeléctricas solares.

Estos sistemas requieren un máximo de absorción de la energía solar y las
20 menores pérdidas energéticas posibles. Con este fin, están configurados en forma de tubos de vacío o estructuras similares que disminuyen las pérdidas por conducción y convección y poseen recubrimientos con gran poder absorbente de la energía solar, así como características de baja emisividad para disminuir las pérdidas energéticas por radiación térmica en el infrarrojo lejano.

En consecuencia, tanto en la vertiente doméstica como en la de producción
25 de energía eléctrica, los recubrimientos absorbentes selectivos juegan un papel esencial y de su adecuado funcionamiento depende en gran parte el rendimiento de este tipo de sistemas. Esto hace que sea de vital importancia el disponer de un método adecuado de caracterización en campo de las características ópticas de
30 dichos recubrimientos. En el caso de las instalaciones de producción de energía eléctrica, debido al gran número de tubos absorbentes a caracterizar, es además conveniente que la medida pueda realizarse de forma rápida y sencilla.

Dadas las características ópticas de este tipo de tubos (máxima absorción

de energía y mínimas pérdidas energéticas), el equipo deberá ser capaz de medir con precisión valores extremos de los coeficientes de reflexión y transmisión (cercanos a cero o a la unidad), generalmente en condiciones ambientales desfavorables ya que, lógicamente, la luz ambiente será casi siempre de alta
5 intensidad.

Puesto que estos coeficientes de reflexión y transmisión dependen fuertemente de la longitud de onda de la luz utilizada, es indispensable realizar una caracterización espectral de los mismos. Un equipo que realiza una medida de este tipo se denomina espectrofotómetro.

10 En un espectrofotómetro clásico se utiliza una fuente de luz de espectro ancho y un elemento de filtrado variable, como puede ser una red de difracción móvil seguida de una rendija estrecha, que permita seleccionar secuencialmente distintas longitudes de onda. Esta opción permite variar la longitud de onda de manera prácticamente continua, pero a cambio resulta un sistema más complejo y
15 delicado y con bajo rango dinámico de medida, ya que la potencia de luz de entrada que se consigue es muy baja.

La patente US4687329 describe un equipo que utiliza una fuente de espectro ancho, en este caso ultravioleta, y varios filtros en posiciones fijas para realizar una medida espectral en un determinado número de puntos discretos.

20 También existen antecedentes de espectrofotómetros en los que se utiliza como fuente de luz una colección de fuentes de diferentes longitudes de onda. En la patente US2008/0144004 se utilizan varios diodos emisores de luz (LED) simultáneamente para realizar una medida de transmisión para la detección de distintos analitos en sangre. Sin embargo, no se realiza una verdadera medida
25 espectral, sino varias medidas simultáneas en unas pocas longitudes de onda distintas. Además, no existe ninguna protección contra la luz ambiente ni es posible realizar medidas de reflexión ni de referencia.

Algo similar ocurre en la invención de la patente US4286327, donde sí se realiza una medida secuencial a distintas longitudes de onda (en el infrarrojo), pero
30 en este caso los LEDs utilizados son idénticos y la selección espectral se realiza mediante filtros fijos de distinta longitud de onda central. Tampoco existe ningún mecanismo de recuperación de la señal frente a luz ambiente, ni posibilidad de realizar medidas ni en reflexión ni de referencia.

Ninguno de los equipos citados ni otros similares cumplen los requisitos necesarios para la medida en campo de los tubos absorbentes para colectores solares, ya sea por rango, sensibilidad y/o configuración mecánica.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

5 La presente invención toma en consideración las características específicas del problema indicadas anteriormente, con un diseño que reúne requisitos como portabilidad, rapidez en la medida, sensibilidad y rango dinámico adecuados.

Para conseguir un sistema sencillo y robusto, la iluminación del vidrio se realizará mediante diodos emisores de luz (LED) que cubran el rango de longitudes
10 de onda en el que se desea obtener la caracterización. Esto permite disponer de una fuente de luz barata y de gran durabilidad y estabilidad. La existencia de LEDs comerciales de gran cantidad de longitudes de onda en el rango de 300 a 2500 nm (ultravioleta a infrarrojo cercano) permite realizar la medida espectral con la resolución que se desee, sin más que seleccionar el número de LEDs adecuado en
15 función de las características específicas de cada problema. Con los requisitos habituales para la caracterización espectral de una instalación de producción de energía termosolar, puede ser suficiente con disponer de alrededor de una decena de longitudes de onda de medida.

Con el objetivo de conseguir una medida suficientemente rápida, el equipo
20 realiza de manera simultánea la medida de los coeficientes de transmisión y reflexión de cada tubo de vidrio, además de una medida de referencia que permite independizar la medida del valor instantáneo de potencia óptica emitida por las fuentes. Esto exige la instalación de cuatro fotodetectores y dos emisores LED por cada longitud de onda caracterizada, además de una configuración mecánica del
25 equipo que permita realizar estas cuatro medidas sin necesidad de realizar ningún tipo de ajuste de posición.

Para obtener una medida con alta sensibilidad, que permita resolver con precisión valores de los coeficientes de reflexión y transmisión muy pequeños o muy cercanos a la unidad, es necesario que el sistema de adquisición disponga de
30 una relación señal a ruido suficientemente grande. Dado que la señal óptica de fondo proviene principalmente de la luz solar ambiente, es decir, se trata de una señal de gran intensidad, es indispensable realizar algún tipo de tratamiento a dicha señal que permita lograr que la relación señal/ruido sea elevada. Lo más indicado

en este caso es el procesamiento digital de la señal mediante la aplicación de algún algoritmo de extracción como la detección síncrona o *lock-in*. Para realizar un tratamiento de este tipo, es necesario que la señal a medir pueda distinguirse fácilmente del fondo de ruido, algo que habitualmente se consigue mediante la aplicación de algún tipo de modulación a la misma.

Otra de las características indispensables en un equipo de este tipo es la posibilidad de exportación de los datos de manera cómoda y flexible a un ordenador personal, donde puedan tratarse y almacenarse de la forma que se considere más conveniente. En el caso de la presente invención, esto se resuelve mediante comunicación inalámbrica con un protocolo de red convencional, algo que proporciona flexibilidad adicional al sistema.

El esquema general del dispositivo de medida es el siguiente:

- Varios diodos emisores de luz o LEDs, que cubren el rango de longitudes de onda en que desean caracterizarse los tubos absorbentes, en una realización preferente se utilizaría una pareja de LEDs por cada longitud de onda.
- Cuatro fotodetectores por cada pareja de LEDs utilizados, para obtener las señales de reflexión, transmisión y referencia para cada una de las longitudes de onda.
- Un circuito digital, que realiza las funciones de adquisición y conversión analógico/digital de las señales de interés.
- Una tarjeta de procesamiento digital, para extraer la señal del posible fondo de ruido óptico y eléctrico ambiental. Esta tarjeta puede encargarse también, en caso necesario, de aplicar la modulación elegida a las fuentes LED.
- Un sistema de comunicación inalámbrica con cualquier ordenador personal que disponga del *software* de medida adecuado.
- Una unidad central de proceso, que controla el funcionamiento global del sistema, seleccionando los componentes electrónicos correspondientes al canal utilizado en cada momento y gobernando las comunicaciones internas y externas.
- Una carcasa que proporcione el aislamiento adecuado de los componentes electrónicos y ópticos del sistema, permita transportarlo con facilidad y acoplarlo de manera sencilla y repetitiva a los tubos a medir.

- El software a instalar en el ordenador que va a utilizarse con el equipo, necesario para llevar a cabo la comunicación con el mismo y el tratamiento posterior de la información adquirida.

Una de las ventajas y avances que aporta la invención es el hecho de que el sistema sea capaz de realizar medidas con luz ambiente y en campo, sin necesidad de condiciones especiales de oscuridad o protección.

Otro avance muy importante respecto a lo conocido en el estado de la técnica, consiste en que el sistema de la presente invención sea capaz de realizar simultáneamente medidas en transmisión y reflexión, sin ningún tipo de ajuste entre ellas.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, acompañan a esta memoria descriptiva una serie de figuras donde, con carácter meramente indicativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 1 representa un esquema del sistema óptico correspondiente a una longitud de onda de medida, que incluye los emisores para reflexión y transmisión, los cuatro detectores asociados y su disposición espacial respecto al tubo a medir.

La figura 2 representa la carcasa mecánica donde se incluyen los componentes optoelectrónicos del sistema y su ajuste a un tubo para su caracterización.

La figura 3 representa el esquema completo de la realización propuesta, incluyendo el sistema óptico y los componentes electrónicos, así como la tarjeta de procesamiento digital de señal (DSP) que realiza las funciones de modulación, control y detección síncrona.

La figura 4 representa el ejemplo concreto de una medida de un tubo absorbente de colector cilíndrico-parabólico.

En cuanto a las referencias utilizadas en las figuras:

- | | | | | | |
|-----|--|------|--------------|-------|--------------|
| (1) | Tubo a caracterizar | (1') | Tubo interno | (1'') | Tubo externo |
| (2) | Pieza que contiene los emisores y detectores para la medida de reflexión | | | | |
| (3) | Pieza que contiene los detectores para la medida de transmisión | | | | |
| (4) | Emisor de haz de LED para la medida de transmisión | | | | |
| (5) | Emisor de haz de LED para la medida de reflexión | | | | |
| (6) | Detector de transmisión | | | | |

- (7) Detector de reflexión
- (8) Detector de referencia de transmisión
- (9) Detector de referencia de reflexión
- (10) Lámina parcialmente reflejante
- 5 (11) Lámina parcialmente reflejante
- (12) Sistema de adquisición y tratamiento de datos
- (13) Ordenador
- (14) Tarjeta de procesado digital de señal (DSP)
- (15) Enrutador inalámbrico
- 10 (16) Comandos
- (17) Datos
- (18) Señales de modulación de los LEDs
- (19) Control mediante salidas digitales
- (20) Señales eléctricas analógicas medidas
- 15 (21) Amplificadores

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

El sistema óptico es una sección clave del equipo propuesto, pues debe posibilitar la realización de una medida simultánea de los tubos en transmisión y reflexión, con la precisión y comodidad requeridas. Para lograrlo, se propone una
20 realización preferente según la disposición de la figura 1, donde de cada uno de los emisores se obtiene una señal de referencia gracias a un divisor de haz.

Los tubos (1) para colectores cilindro-parabólicos están compuestos habitualmente de dos tubos concéntricos (1', 1''), también representados en la figura 1. El tubo interno (1') debe poseer un coeficiente de reflexión muy bajo en el
25 espectro solar (alta absorbancia) y alto en la zona espectral del infrarrojo térmico (baja emisividad), para que la absorción de calor sea lo más alta posible. Por otra parte, el tubo exterior (1'') debe dejar pasar la mayor cantidad de luz posible, lo que equivale a un coeficiente de transmisión cercano a la unidad.

La medida de transmisión se obtiene después de que el haz de luz del
30 emisor de transmisión de haz de LED (4) atraviese dos veces el tubo externo (1''). La medida resultante y correspondiente a la transmisión la realiza el detector de transmisión (6).

Para el caso de la reflexión, el coeficiente de reflexión se obtiene a partir de la medida que realiza el detector de reflexión (7) después de que el haz generado por el emisor de reflexión de LED (5), atraviese dos veces el tubo exterior (1'') y se refleje en el tubo interno (1'). Para obtener la reflexión de este tubo (1'), se
5 descontará la medida de transmisión del tubo externo (1'') obtenida previamente.

El sistema obtiene una señal de referencia, ya sea para transmisión (RT) o para reflexión (RR), de la potencia emitida por los LEDs, a partir de la medida de una parte de la luz emitida por dichos LEDs obtenida por láminas parcialmente reflejantes (10, 11), mediante los detectores (8, 9).

10 En la figura 2 puede verse el aspecto externo de la realización, incluyendo la carcasa que sirve de protección de los componentes y que también permite un anclaje repetitivo del sistema óptico sobre el tubo a caracterizar (1). Puede distinguirse también la pieza que contiene los emisores y detectores para la medida en reflexión (2) y la pieza que contiene los detectores para la medida de transmisión
15 (3). En el lado opuesto del equipo se encuentran los emisores para la medida de transmisión y los detectores para la medida de referencia en transmisión. Las piezas de soporte están diseñadas de manera que el equipo pueda colocarse y retirarse del tubo con sencillez y rapidez, simplemente separando la mitad inferior de la superior. El peso del equipo hace que el alineamiento se realice simplemente
20 por gravedad y se utilicen siempre los mismos puntos de contacto, posibilitando que la medida se realice en condiciones controladas.

En la figura 3 puede observarse el esquema completo incluyendo el sistema de adquisición y tratamiento de datos (12), tanto para el módulo de transmisión (T) como para el de reflexión (R). Para lograr que la medida pueda realizarse sin
25 influencia de la luz ambiente, el sistema de adquisición y tratamiento de datos consta de una señal de los emisores (4, 5) que se modula variando sinusoidalmente la corriente de alimentación de los LEDs (cada uno de ellos a una frecuencia diferente). Esta modulación permite extraer la señal de interés en los detectores (6, 7), filtrando todas las componentes frecuenciales salvo la correspondiente al LED
30 que se quiere utilizar en cada caso. Este filtrado se realiza mediante la programación de un algoritmo de amplificación síncrona (*lock-in*) en una tarjeta de procesado digital de señal (DSP) (14). Esa misma tarjeta genera las señales de modulación de los LED's (18), lo que facilita la realización del filtrado. También se

encarga de la adquisición y conversión digital de las señales eléctricas analógicas medidas (20) que provienen de los fotodetectores (6, 7), así como del control mediante salidas digitales (19) de la alimentación de las placas de emisores (4, 5) y detectores (6, 7).

5 En la forma preferente de realización se han elegido 12 LED's con longitudes de onda de 405, 470, 525, 588, 650, 780, 870, 1050, 1300, 1550, 1700 y 2300 nm, que cubren la zona de interés del espectro.

Además, los fotodetectores (6, 7) están seguidos de dos etapas de amplificación (21) cuya ganancia depende del valor de las resistencias que
10 incluyen. Una de esas resistencias puede ser un potenciómetro digital cuyo valor se puede controlar vía software, lo que permite ajustar la ganancia de cada canal en cualquier momento utilizando las salidas de la tarjeta DSP (14).

El sistema se comunica con un ordenador (13) externo convencional a través de una red inalámbrica. Esta red se crea mediante un enrutador inalámbrico
15 (15) o cualquier sistema equivalente conectado al equipo. Un programa instalado en el ordenador externo (13) permite utilizar los comandos (16) programados en la tarjeta (14) para realizar todas las funciones necesarias en el proceso de medida, entre ellos el de lectura de los datos obtenidos (17) para su posterior tratamiento y almacenaje. Un ejemplo concreto de medida correspondiente a un tubo absorbedor
20 de un colector cilíndrico-parabólico se muestra en la figura 4.

El método de funcionamiento del equipo comprende las siguientes etapas para la obtención de los coeficientes de reflexión y transmisión de los tubos:

1. Posicionar el equipo de manera que apoye establemente sobre el tubo.
2. Encender y apagar secuencialmente los distintos emisores (4, 5) del equipo,
25 al tiempo que se mide la señal que reciben los detectores correspondientes (6, 7).
3. Los datos obtenidos en los detectores de reflexión (7) y transmisión (6) se normalizan con sus medidas de referencia respectivas, para eliminar la influencia de las variaciones en la intensidad producida por los emisores.
- 30 4. Posteriormente, se obtiene el coeficiente de transmisión del tubo exterior (1''), relacionando el valor de transmisión normalizada obtenido con el que se obtiene al medir un patrón conocido.
5. Para obtener el valor del coeficiente de reflexión de tubo interior (1') es

necesario descontar el efecto de atravesar dos veces el tubo externo (1"), dividiendo por el cuadrado del coeficiente de transmisión calculado previamente (con la corrección de ángulo necesaria). El valor final del coeficiente se obtiene también por referencia a un patrón conocido.

- 5 6. Los valores correspondientes al patrón se almacenan en el equipo tras una calibración previa, que requiere la utilización de un tubo con coeficientes de reflexión conocidos (la transmisión se calibra al valor unidad del aire). Esta calibración se realiza siguiendo los tres primeros pasos de este mismo procedimiento.
- 10 La aplicación principal de esta invención es el uso del equipo para el control in situ de las características ópticas de tubos absorbedores en colectores cilindro-parabólicos de centrales termoeléctricas solares, no se descarta su extensión a otros campos de la industria que requieran un equipo de medida de características similares.

REIVINDICACIONES

- 1.- Espectrofotómetro portátil para caracterización de tubos de colectores solares (1) de los formados por un tubo interior (1') y un tubo exterior (1'') caracterizado porque comprende:
- 5 - un módulo (R) que realiza la medida del coeficiente de reflexión del tubo interior (1');
 - un módulo (T) que realiza la medida del coeficiente de transmisión del tubo exterior (1'');
10 - un sistema electrónico de adquisición y tratamiento de datos (12);
 - un ordenador externo (13) para el control del equipo y la exportación de los datos medidos (17);
 - un sistema de comunicación entre el equipo y el ordenador (13).
- 2.- Espectrofotómetro portátil según reivindicación 1 caracterizado porque cada uno
15 de los módulos comprende diodos emisores de luz (4, 5) como fuentes ópticas y un conjunto de fotodetectores (6, 7) sensibles a las longitudes de onda adecuadas.
- 3.- Espectrofotómetro portátil según reivindicación 2 caracterizado porque en él se instalan un número suficiente de diodos emisores de luz y a tales longitudes de onda que realicen el barrido en longitud de onda con la resolución y rango
20 necesarios para la caracterización de un tubo absorbedor para colectores termosolares.
- 4.- Espectrofotómetro portátil según reivindicación 3, caracterizado porque el número de diodos emisores de luz está comprendido entre 6 y 24 y dentro del rango espectral entre 300 y 2500nm correspondiente al espectro solar.
- 25 5.- Espectrofotómetro portátil según reivindicación 2 caracterizado porque tras el emisor, ya sea de transmisión o de reflexión, midiendo una parte de la luz que emite, se obtiene una señal de referencia de la potencia de emisión.
- 6.- Espectrofotómetro portátil según reivindicación 2 caracterizado porque se utilizan dos emisores por cada longitud de onda a medir y se obtienen
30 simultáneamente coeficientes de reflexión del tubo interior y de transmisión del tubo exterior.
- 7.- Espectrofotómetro portátil según reivindicación 2 caracterizado porque el sistema de adquisición de datos consta de dos etapas de amplificación para cada

fotodetector.

8.- Espectrofotómetro portátil según reivindicación 7 caracterizado porque al menos una de las dos etapas de amplificación puede tener una ganancia que puede variarse en cualquier momento mediante comandos software.

- 5 9.- Espectrofotómetro portátil según reivindicación 1 caracterizado porque se incluye una tarjeta tipo DSP con un sistema de procesado de señal tipo lock-in que permite realizar las medidas con una relación señal a ruido suficiente incluso en condiciones de luz ambiental intensa.

- 10 10.- Espectrofotómetro portátil según reivindicación 9 caracterizado porque el procesado lock-in de la señal y la señal que realiza el procesado para modular los LEDs que actúan como fuentes ópticas se implementa utilizando la misma tarjeta tipo DSP.

- 15 11.- Espectrofotómetro portátil según reivindicación 1 caracterizado porque tiene una carcasa que, además de proteger los componentes ópticos y electrónicos y posibilitar la portabilidad del sistema, permite acoplarlo con facilidad y rapidez a un tubo cilíndrico que se desea medir, de manera tal que la medida obtenida sea correcta y repetitiva.

- 20 12.- Método de caracterización de tubos de colectores solares haciendo uso del espectrofotómetro portátil de reivindicaciones anteriores caracterizado porque la medida de los coeficientes de reflexión y transmisión de los tubos comprende las siguientes etapas:

1. Posicionar el equipo de manera que apoye establemente sobre el tubo.
2. Encender y apagar secuencialmente los distintos emisores del equipo, al tiempo que se mide la señal que reciben los detectores correspondientes.
- 25 3. Los datos obtenidos en los detectores de reflexión y transmisión se normalizan con sus medidas de referencia respectivas, para eliminar la influencia de las variaciones en la intensidad producida por los emisores.
4. Posteriormente, se obtiene el coeficiente de transmisión del tubo exterior, relacionando el valor de transmisión normalizada obtenido con el que se
- 30 obtiene al medir un patrón conocido.
5. Para obtener el valor del coeficiente de reflexión de tubo inferior es necesario descontar el efecto de atravesar dos veces el tubo externo, dividiendo por el cuadrado del coeficiente de transmisión calculado

previamente (con la corrección de ángulo necesaria). El valor final del coeficiente se obtiene también por referencia a un patrón conocido.

6. Los valores correspondientes al patrón se almacenan en el equipo tras una calibración previa, que requiere la utilización de un tubo con coeficientes de reflexión conocidos (la transmisión se calibra al valor unidad del aire). Esta calibración se realiza siguiendo los tres primeros pasos de este mismo procedimiento.

1/4

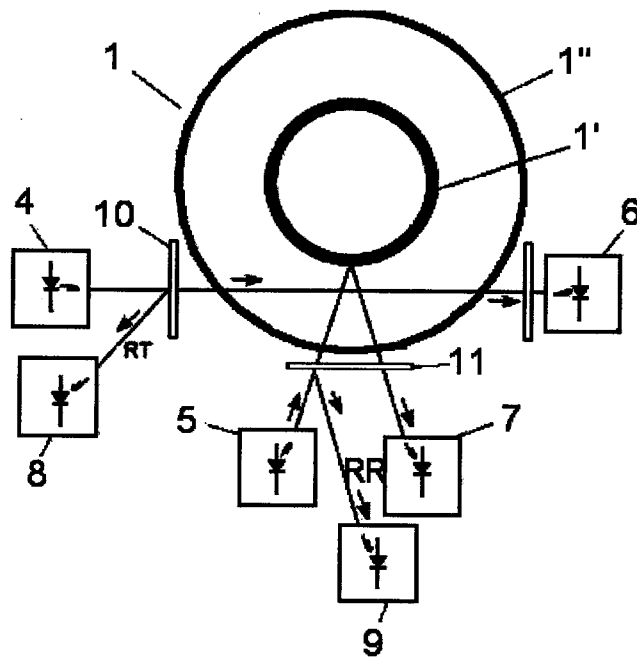


FIGURA 1

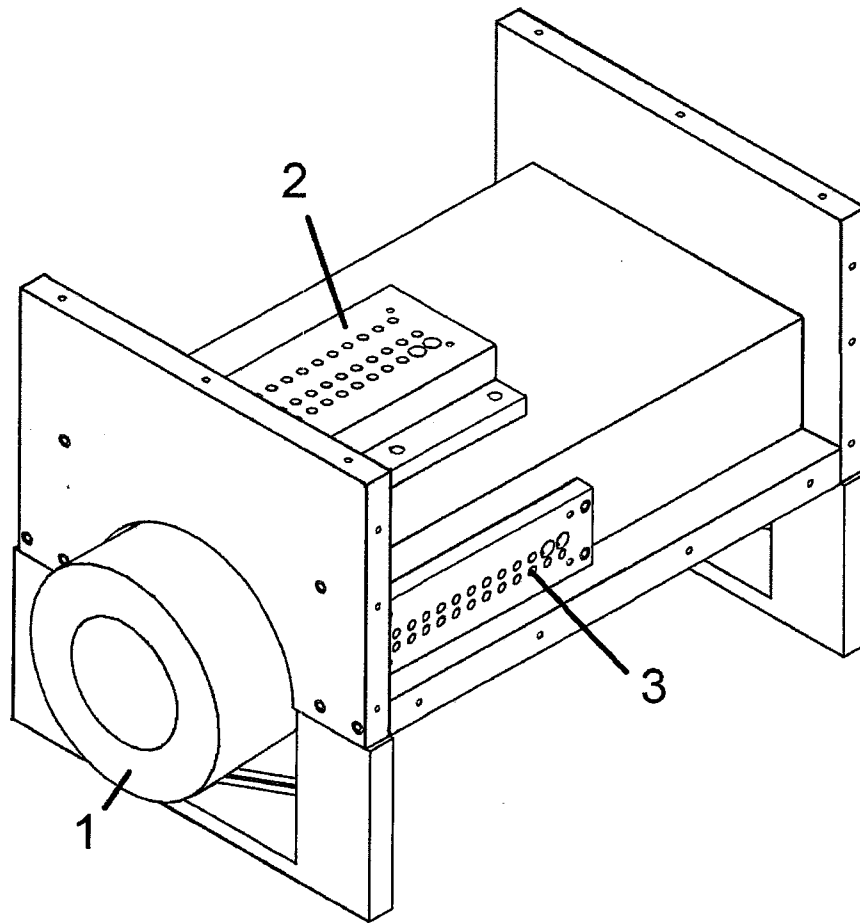


FIGURA 2

3/4

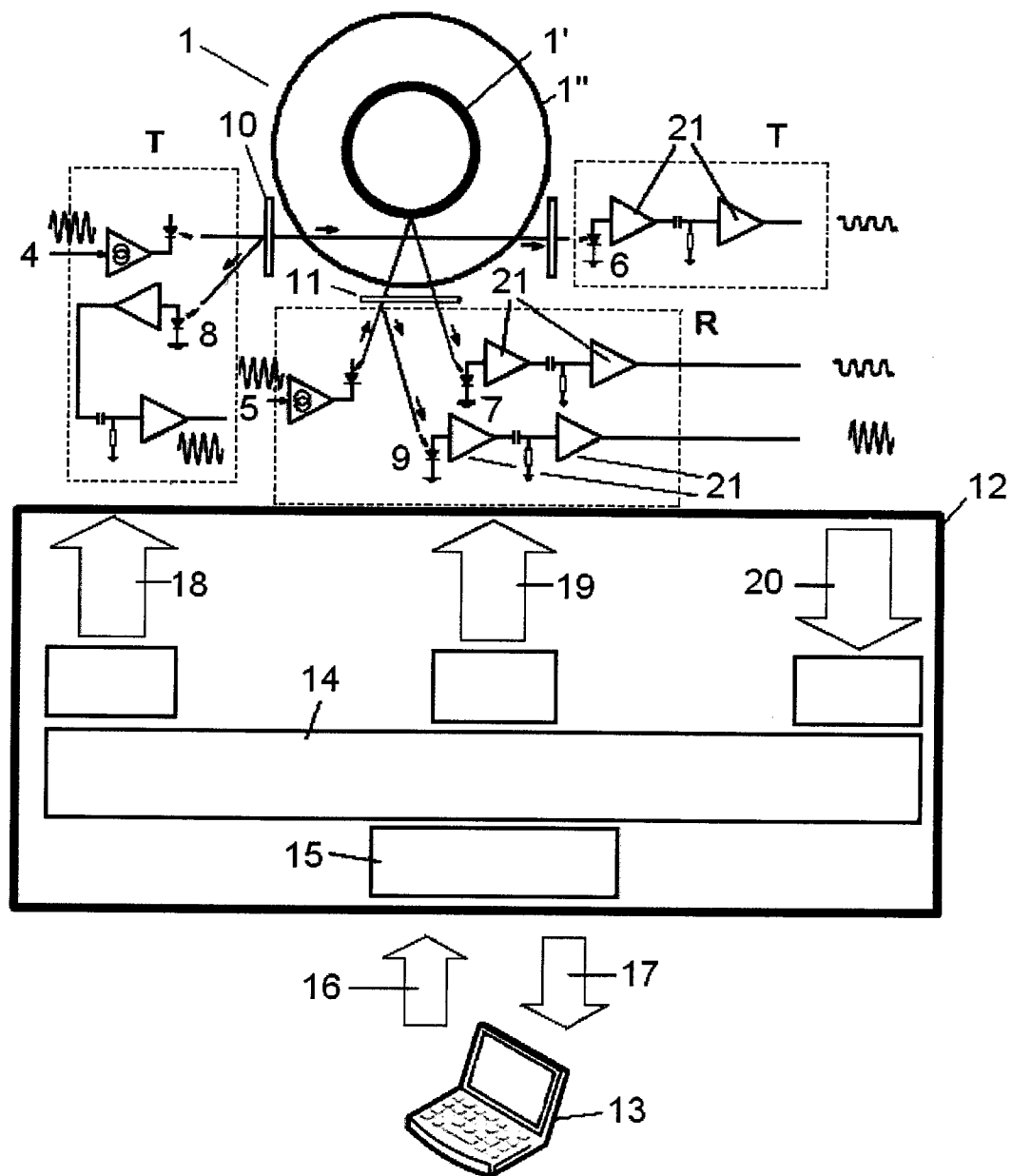


FIGURA 3

4/4

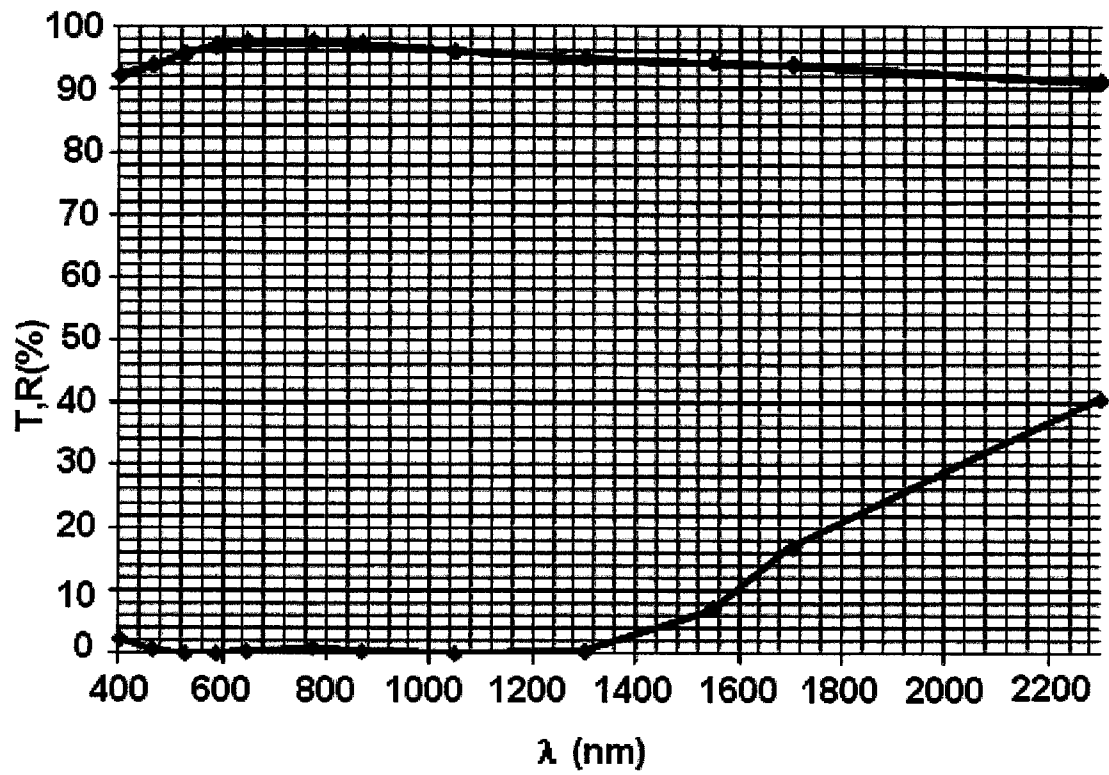


FIGURA 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ES2011/000047

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N, G01J, F24J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPODOC, INVENES, IEEE, XPESP

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	31.12.2008, Retrieved from EPODOC, DataBase EPOQUE PN: KR 20080114331 & KR 20080114331 A (KOREA POLYTECH UNIV IND ACAD; EBIT CO LTD) 31.12.2008, Figures	1-12
A	EP 0195339 A2 (ABBOTT LAB) 24.09.1986, Page 3, line 5- 36	1-12
A	US 4286327 A (TREBOR IND INC) 25.08.1981, column 2, lines 26-61	1-12
A	GB 2443715 A (ZINIR LTD) 14.05.2008, Abstract	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.	
"E" earlier document but published on or after the international filing date	
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means.	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents , such combination being obvious to a person skilled in the art
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28/06/2011Date of mailing of the international search report
(05/07/2011)

Name and mailing address of the ISA/

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS
Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)
Facsimile No.: 91 349 53 04Authorized officer
L. García Aparicio

Telephone No. 91 3493057

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

Information on patent family members

PCT/ES2011/000047

Patent document cited in the search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
KR20080114331 A	31.12.2008	NONE	
----- EP195339	-----	EP0195339 AB	24.09.1986
		EP19860103160	10.03.1986
		JP61251724 A	08.11.1986
		US4687329 A	18.08.1987
		CA1272616 A	14.08.1990
		DE3686184 T	25.02.1993
----- US4286327 A	----- 25.08.1981	WO8100775 A	19.03.1981
		JP56501215 T	27.08.1981
		JP3001616 B	11.01.1991
		EP0036870 A	07.10.1981
		EP19800901878	23.03.1981
		CA1137785 A	21.12.1982
		AU537454 B	21.06.1984
----- GB2443715 A	----- 14.05.2008	GB2434443 AB	25.07.2007
-----	-----	-----	-----

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ES2011/000047

CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N21/25 (2006.01)

G01J3/02 (2006.01)

F24J2/14 (2006.01)

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº
PCT/ES2011/000047

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD Ver Hoja Adicional

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)
G01N, G01J, F24J

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

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

EPODOC, INVENES, IEEE, XPESP

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
A	31.12.2008, Recuperado de EPODOC, base de datos EPOQUE PN: KR 20080114331 & KR 20080114331 A (KOREA POLYTECH UNIV IND ACAD; EBIT CO LTD) 31.12.2008, Figuras	1-12
A	EP 0195339 A2 (ABBOTT LAB) 24.09.1986, Página 3, línea 5- 36	1-12
A	US 4286327 A (TREBOR IND INC) 25.08.1981, Columna 2, líneas 26-61	1-12
A	GB 2443715 A (ZINIR LTD) 14.05.2008, Resumen	1-12

☐ En la continuación del recuadro C se relacionan otros documentos ☒ Los documentos de familias de patentes se indican en el anexo

* Categorías especiales de documentos citados:	"T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.
"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.	"X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.
"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.	"Y" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.
"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).	"&" documento que forma parte de la misma familia de patentes.
"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.	
"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.	

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.
28/06/2011

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional.
05 de julio de 2011 (05/07/2011)

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional
OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS
Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)
Nº de fax: 91 349 53 04

Funcionario autorizado
L. García Aparicio

Nº de teléfono 91 3493057

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Informaciones relativas a los miembros de familias de patentes

Solicitud internacional nº

PCT/ES2011/000047

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de Publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de Publicación
KR20080114331 A	31.12.2008	NINGUNO	
-----	-----	-----	-----
EP195339		EP0195339 AB	24.09.1986
		EP19860103160	10.03.1986
		JP61251724 A	08.11.1986
		US4687329 A	18.08.1987
		CA1272616 A	14.08.1990
		DE3686184 T	25.02.1993
-----	-----	-----	-----
US4286327 A	25.08.1981	WO8100775 A	19.03.1981
		JP56501215 T	27.08.1981
		JP3001616 B	11.01.1991
		EP0036870 A	07.10.1981
		EP19800901878	23.03.1981
		CA1137785 A	21.12.1982
		AU537454 B	21.06.1984
-----	-----	-----	-----
GB2443715 A	14.05.2008	GB2434443 AB	25.07.2007
-----	-----	-----	-----

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº

PCT/ES2011/000047

CLASIFICACIONES DE INVENCION

G01N21/25 (2006.01)

G01J3/02 (2006.01)

F24J2/14 (2006.01)