

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 604 304**

21 Número de solicitud: 201500655

51 Int. Cl.:

A61B 6/00

(2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

03.09.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

06.03.2017

Fecha de la concesión:

15.02.2018

45 Fecha de publicación de la concesión:

22.02.2018

73 Titular/es:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA (94.0%)

Avda Cervantes, 2

29071 Málaga (Málaga) ES y

SERVICIO ANDALUZ DE SALUD (6.0%)

72 Inventor/es:

AGUILERA ARJONA, José;

RIOJA VILLODRES, José;

DE GÁLVEZ ARANDA, María Victoria y

HERRERA CEBALLOS, Enrique

54 Título: **Dispositivo de iluminación a base de LEDs con control de dosis automatizado para fotodiagnóstico de enfermedades cutáneas relacionadas con la exposición lumínica, aplicaciones y métodos relacionados**

57 Resumen:

Dispositivo de iluminación a base de LEDs con control de dosis automatizado para fotodiagnóstico de enfermedades cutáneas relacionadas con la exposición lumínica, aplicaciones y métodos relacionados. La invención se refiere a un dispositivo de iluminación a base de LEDs con control de dosis automatizado para fotodiagnóstico de enfermedades cutáneas relacionadas con la exposición lumínica caracterizado porque comprende una serie de LEDs para iluminar la piel del sujeto sobre la que se desea realizar el estudio fotobiológico, una serie de aberturas en la cara frontal del dispositivo, una para cada LED, y una serie de controladores de dichos LEDs (un controlador por cada LED) para regular de forma automatizada e individualizada la dosis de emisión de los LEDs controlando el tiempo de emisión y/o la potencia de emisión. La invención también refiere el uso de dicho dispositivo para la obtención de datos útiles para el diagnóstico de patologías cutáneas (fotodermatosis).

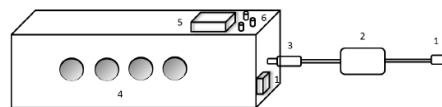


Figura 1

ES 2 604 304 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP 11/1986.

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de iluminación a base de LEDs con control de dosis automatizado para
fotodiagnóstico de enfermedades cutáneas relacionadas con la exposición lumínica,
5 aplicaciones y métodos relacionados

Estado de la técnica

Patologías cutáneas relacionadas con la exposición solar son denominadas
10 fotodermatosis. Para el diagnóstico de dichas fotodermatosis se realizan estudios
fotobiológicos que relacionan el grado de sensibilidad de la piel a la exposición
lumínica de fuentes de iluminación artificial. Una de las herramientas fundamentales
para el fotodiagnóstico es el uso de sistemas de emisión lumínica que simulan el
espectro solar, por lo que nos determinarán el grado de sensibilidad cutánea para todo
15 el espectro electromagnético y de esta forma se positiviza la respuesta anómala al sol.
No obstante, para el correcto estudio fotobiológico ha de determinarse el grado de
sensibilidad de la piel a diferentes zonas del espectro electromagnético de la luz, ya
que diferentes fotodermatosis responden de forma diferente a diferentes bandas
espectrales, especialmente a la banda espectral correspondiente al ultravioleta B (280-
20 315 nm) y A (315-400 nm). En el caso de la fotodermatosis denominada Urticaria Solar
el espectro solar responsable de su generación se amplía desde el ultravioleta hasta el
visible e infrarrojos y va a depender individualmente de cada sujeto, por lo que el
estudio fotobiológico que determine la fotosensibilidad ha de ser ampliado a estas
bandas espectrales. Una correcta determinación de cual sea la banda del espectro
25 electromagnético responsable de la generación de la Urticaria solar puede determinar
incluso hasta el tipo de tratamiento que debe recibir el sujeto.

El estudio fotobiológico no sólo se limita a positivizar la banda espectral responsable de
la generación de una patología cutánea sino que el nivel de sensibilidad a dicha banda
30 espectral hay que determinarlo con la mayor precisión posible. Para ello se realiza el
fototest de análisis de la dosis mínima de generación de la patología a dicha banda
espectral. El método consiste en iluminar una serie de pequeñas zonas de la piel del
sujeto y cada una de estas zonas va a recibir una dosis creciente de radiación lumínica
del espectro a estudiar. En el caso de la invención que se presenta se puede llegar a
35 realizar hasta una serie de seis zonas a tratar con dosis de radiación creciente. En
cada punto de la serie se incrementa la dosis con una relación geométrica al punto
anterior. Se obtienen por tanto hasta 6 dosis crecientes a las que se expone el sujeto.

Dependiendo de la patología a estudiar, la respuesta cutánea se observa desde intervalos de minutos tras la exposición, como en el caso de la presencia de eritema o habones cutáneos en el caso de la urticaria solar, o se analiza el grado de eritema cutáneo generado tras 24 horas de la exposición solar, como en el caso de otras

5 fotosensibilidades cutáneas.

El sistema lumínico utilizado comúnmente en las unidades de estudios fotobiológicos son fuentes de iluminación denominadas simuladores solares, principalmente basados en el uso de lámparas de arco de xenón, que emiten un espectro de luz continua en

10 todo el rango del espectro ultravioleta hasta el infrarrojo y que, mediante el uso de filtros de atenuación específicos es posible generar un espectro de emisión que se asemeja al espectro solar en la superficie terrestre. El problema que suscitan los simuladores solares, aparte del precio del equipo y del material que lo compone, es la complejidad de uso, el tamaño del equipo, la facilidad de la pérdida de calibrado y

15 sobre todo el grado de especialización que ha de alcanzar el profesional que lo usa en la consulta de fotobiología. Dichas limitaciones hacen que muy pocos centros de fotodiagnóstico sean capaz de asumir su uso por lo que desde hace pocas décadas se ha optado por sistemas más sencillos utilizando otras fuentes de iluminación como son lámparas fluorescentes de ultravioleta o fuentes de luz halógena para el

20 fotodiagnóstico de la respuesta cutánea a la luz visible. Los equipos diseñados para tal efecto difieren dependiendo del fabricante, aunque la limitación principal del uso de lámparas fluorescentes es la falta de emisión de espectro continuo, ya que por el propio hecho fisicoquímico de generación de la luz por fluorescencia, el espectro se obtiene a base de picos en diferentes bandas espectrales, propias del fotóforo

25 responsable de dicha fluorescencia. No obstante, su uso está muy extendido en el mundo de los estudios fotobiológicos de las fotodermatosis por su versatilidad, bajo precio y estabilidad de emisión de los equipos. En el caso de los equipos de iluminación de luz visible, el sistema estándar de iluminación desde hace décadas, es el de la exposición de la piel del sujeto, el cual se sospecha que presenta urticaria

30 solar, y con un proyector de diapositivas a una distancia determinada y con una sola exposición, lo que va a evidenciar la respuesta únicamente positiva o negativa a la exposición a luz visible. El sistema de utilizado para generar diferentes dosis de exposición del sujeto a la fuente iluminación se realiza mediante una serie de filtros neutros de vidrio, que disminuyen la transmitancia de la luz con mayor potencial de

35 atenuación en las zonas de menor dosis requerida a mayor transmitancia en las zonas de mayor dosis requerida. La limitación del sistema se produce en que el grado de atenuación de cada filtro es fijo, por lo que no se materializan las dosis a las que el

personal desee sino dependiendo de dicho grado de atenuación de la luz. Otro sistema diferente de atenuación de la luz en la serie de aberturas de exposición a la luz se realiza mediante mallas formadas por hilos metálicos entrecruzados y que para obtener menos transparencia, el efecto agujero de la malla disminuye mientras que se
5 aumenta para las zonas de exposición que van a recibir más dosis de radiación en el mismo tiempo. De nuevo el nivel de atenuación no se determina en el momento, sino que queda prefijado por el dispositivo permitiendo intervalos de dosis prefijados, algo que se soluciona en la presente invención. En segundo lugar, el uso de rejillas atenuadoras realmente condiciona el resultado final en la piel ya que se producen
10 zonas que van a ser expuestas a toda la intensidad lumínica y otras que no van a recibir luz correspondiente a las zonas bajo las zonas cubiertas por la malla.

Otra de las limitaciones de los sistemas de iluminación a base de lámparas fluorescentes o de lámparas halógenas, es la contaminación espectral. Teniendo en
15 cuenta dispositivos de fotodiagnóstico conocidos en el estado de la técnica, cuando una lámpara fluorescente se denomina de UVB, al realizar un análisis espectral de la misma lo que se obtiene es un máximo espectral en la banda del UVB, aunque la presencia de UVA es significativa por lo que si se realiza un fotodiagnóstico a base de estas lámparas, es difícil precisar si la banda espectral de UVB es responsable, o es la
20 contaminante de UVA. Algo similar ocurre con los sistemas de emisión de luz visible de los proyectores de diapositivas, utilizados como estándar en fotomedicina, ya que no solo emiten en el espectro de luz visible (380-720 nm), sino que emiten desde 350 hasta el infrarrojo, por encima de 1000 nm.

El uso de fuentes de iluminación basados en LEDs permiten una mejora sustancial en la selección de los espectros electromagnéticos específicos de las diferentes bandas espectrales, ya que el diseño actual de los mismos permite seleccionar, de forma exclusiva, bandas espectrales en casi todo el espectro electromagnético y de ancho de banda muy preciso. A esto hay que sumarle el espectro continuo de emisión del LED
25 seleccionado, y no a base de picos en determinadas longitudes de onda como las fuentes de iluminación fluorescente. Además, la potencia emitida por los LEDs permiten ser utilizados como fuente de luz ideal en fotodiagnóstico ya que con poco tiempo de exposición de la zona seleccionada de la piel del sujeto es posible conseguir dosis altas de dicha exposición lo que permite acelerar el estudio fotobiológico. La
30 posibilidad de individualizar cada LED en un panel o matriz y el tamaño de los mismos, que permiten su aislamiento del resto en la matriz para evitar contaminaciones lumínicas entre LEDs les hacen fuentes de luz ideal para incorporarlos en dispositivos

de bajo coste, fácil manejo, controlables individualmente y con espectro e intensidad de iluminación estables, que no requerirían procesos de calibración de emisión continuamente. La presente invención es un dispositivo que incorpora una serie de LEDs colocados en línea equidistante entre ellos y que el encapsulamiento de cada uno de ellos, aislado del resto permite la emisión de su espectro directamente por cada una de las aberturas de salida de luz del dispositivo sin posibilidad de contaminación de los LEDs adyacentes. El dispositivo descrito en la presente invención tiende a mejorar los sistemas de fotodiagnóstico conocidos que constituyen parte del estado de la técnica.

Descripción de la invención

La presente invención implica el uso de las nuevas tecnologías de iluminación artificial LEDs para el diagnóstico y caracterización cuantitativa y cualitativa de diferentes patologías cutáneas relacionadas con la exposición solar.

La presente invención describe un dispositivo de iluminación con control de dosis de emisión de luz automatizado y que está constituido por diodos emisores de luz denominados por sus siglas en inglés como LEDs. Dicho control de dosis automatizado permite su utilización en protocolos requeridos para el diagnóstico de enfermedades cutáneas relacionadas con la exposición solar. La base del dispositivo es utilizar una serie de diodos LEDs, colocados a una distancia determinada y con control independiente de la potencia de emisión y el tiempo de iluminación (encendido y apagado), y por lo tanto de la dosis de luz emitida por cada LED, todo ello controlado mediante una serie de controladores / microcontroladores, previamente preconfigurados mediante un software de control. El control dosis de emisión se realiza de forma automatizada, en función del tiempo de emisión / exposición (encendido de todos los LEDs al mismo tiempo y para realizar la exposición a dosis crecientes, en un tiempo determinado se van apagando ordenadamente cada LED de la línea de los mismos permitiendo una exposición a dosis creciente desde el primer punto de emisión al último en apagarse), de la potencia de emisión (controlar la intensidad de cada LED individualmente por la corriente que es capaz de llegar al LED y como existe una relación entre la corriente que le llega al LED y la potencia de luz emitida, sin afectar el espectro de emisión del mismo, es posible seleccionar intervalos de intensidad de los mismos para permitir la dosis de radiación final de la serie, ya que durante todo el transcurso de exposición de la piel del sujeto al dispositivo, todos los LEDs permanecen encendidos, aunque al ser de diferente intensidad previamente

programamos exponemos a diferentes dosis), bien combinando ambos. La presente invención permite individualizar la dosis de exposición para cada una de las aberturas de la serie independiente del resto y con posibilidad de obtener infinitas combinaciones en la serie, únicamente controlando el tiempo del encendido y apagado de cada LED y/o la potencia de emisión de cada LED.

Conforme a lo anterior, un primer objeto de la invención se refiere a un dispositivo iluminación a base de LEDs con control de dosis automatizado para fotodiagnóstico de enfermedades cutáneas relacionadas con la exposición lumínica que comprende una pluralidad de fuentes de iluminación tipo LED y un sistema de control de dicha pluralidad de fuentes de iluminación tipo LED.

En una realización particular de dicho primer objeto, cada fuente de iluminación tipo LED está encapsulada mediante un casquillo o lente cilíndrico y opaco para evitar la contaminación lumínica entre dichas fuentes de iluminación. En una realización aún más particular las fuentes de iluminación tipo LED están fijadas a una placa disipadora de calor.

En una realización aún más preferente, las fuentes de iluminación tipo LED están dispuestas de forma lineal y equidistantes entre sí. En una realización aún más particular, y de conformidad con los protocolos actualmente establecidos y aceptados, la pluralidad de fuentes de iluminación tipo LED consiste en 6 fuentes de iluminación tipo LED.

El dispositivo permite utilizar LEDs de diferente emisión espectral. En una realización particular de dicho primer objeto, la pluralidad de fuentes de iluminación tipo LED comprende LEDs que emiten en el rango ultravioleta, bien UVA bien UVB. En otra realización particular de dicho primer objeto, la pluralidad de fuentes de iluminación tipo LED comprende LEDs que emiten en el espectro visible. En otra realización particular de dicho primer objeto, la pluralidad de fuentes de iluminación tipo LED comprende LEDs que emiten en el rango infrarrojo.

En una realización particular de dicho primer objeto, el dispositivo comprende medios de captura de imagen que permiten captar imágenes de las respuestas cutáneas inducidas en la piel del sujeto tras la aplicación de un protocolo de fotodiagnóstico, tal como una cámara fotográfica o una cámara de video.

En una realización particular de dicho primer objeto, el sistema de control de dicha pluralidad de fuentes de alimentación tipo LED permite controlar la dosis de emisión de dichas fuentes. En una realización aún más particular de dicho primer objeto, la dosis de emisión de dichas fuentes de iluminación es controlada individualmente para cada fuente de iluminación. En una realización aún más particular de dicho primer objeto, el control se realiza bien sobre el tiempo de emisión controlando los tiempos de encendido y apagado de cada LED, bien sobre la potencia de emisión de cada LED, bien sobre ambos (tanto sobre el tiempo de emisión como sobre la potencia de emisión de cada LED). En una realización particular de dicho primer objeto, el sistema de control comprende controladores individuales para cada LED conectados todos ellos a una placa microcontroladora con una serie de entradas y salidas tanto analógicas como digitales. En una realización aún más particular, dicha placa microcontroladora es programable vía USB mediante un software de control ejecutado desde un computador programado. En una realización aún más particular de dicho primer objeto, los controladores individuales para cada LED comprenden chips o circuitos de control a los que se conectan los respectivos LEDs, y transistores de efecto de campo metal-óxido-semiconductor (MosFets) a los que se conectan los respectivos chips o circuitos de control conectados a su vez a sus respectivos LEDs.

En una realización particular de este primer objeto de la invención, el dispositivo comprende un interfaz de usuario que permite tanto encender o apagar el dispositivo que constituye el primer objeto de la invención como seleccionar o configurar el protocolo de exposición lumínica a ensayar o aplicar. En una realización aún más particular, dicho interfaz de usuario comprende una pantalla o display y una botonera táctil.

El dispositivo es de aplicación en la determinación de la denominada Dosis mínima de generación de patologías cutáneas de forma automatizada. Debido a la posibilidad de utilizar LEDs de diferente emisión espectral, la invención es ampliable a LEDs de categorías espectrales dentro del rango de la radiación ultravioleta B, ultravioleta A, visible (con independencia de colores azul, verde y rojo) y finalmente para emisión de infrarrojos. Dependiendo de la patología a evaluar, se utilizan dispositivos con LEDs de distintos espectros de iluminación. El uso de dicho dispositivo con control automatizado de emisión de dosis de luz permite la realización de protocolos de fotodiagnóstico para evaluar la dosis de radiación mínima para generar una fotodermatosis. En el caso de seleccionar LEDs de UVB, se analizará la Dosis Mínima Eritématica, en el caso de LEDs de UVA se utilizará para realizar el protocolo de Dosis

Mínima de reacción fotosensible anómala a UVA, si bien es posible combinar estudios realizados, por una parte, con LEDs de UVA y, por otra, con LEDs UVB en la determinación, por ejemplo, de la dosis mínima eritemática en casos de fotosensibilidad mediada por fármacos; y en caso de seleccionar LEDs de visible, se utilizará el dispositivo para la realización de Dosis Mínima de Generación de urticaria, para el diagnóstico del espectro de generación de respuesta anómala en sujetos que han de ser diagnosticados de Urticaria solar.

Conforme a lo anterior, un segundo objeto de la invención se refiere a aplicaciones del dispositivo que constituye el primer objeto de dicha invención. De esta forma, una realización de dicho segundo objeto se refiere al uso de un dispositivo conforme al primer objeto de la invención en la determinación de la dosis de radiación mínima de generación de una fotodermatosis. Otra realización de dicho segundo objeto se refiere al uso de un dispositivo conforme al primer objeto de la invención en la determinación de la dosis mínima eritemática. Otra realización de dicho segundo objeto se refiere al uso de un dispositivo conforme al primer objeto de la invención en la determinación de la Dosis Mínima de reacción fotosensible anómala a UVA. Otra realización de dicho segundo objeto se refiere al uso de un dispositivo conforme al primer objeto de la invención en la determinación de la Dosis Mínima de Generación de urticaria para el diagnóstico del espectro de generación de respuesta anómala en sujetos que han de ser diagnosticados de Urticaria solar.

Cada dispositivo comprende una serie de LEDs cuyo control de encendido, de intensidad emisión lumínica y duración de dicho encendido es independiente del resto de la serie de LEDs. Dentro del dispositivo, los LEDs, generalmente 6 unidades de conformidad con los protocolos actuales comúnmente aceptados, van colocados en línea dentro de un panel equidistantes entre ellos. La emisión de cada LED queda cubierta en todo el espacio excepto por su parte frontal y la emisión de cada LED se produce a través de una abertura en el dispositivo. El dispositivo permite que la piel del sujeto reciba sólo luz por cada una de las aberturas. Siguiendo la configuración previa de apagado de los LEDs, cada uno de ellos, de forma automatizada se va apagando en un momento determinado hasta el total de aberturas, generalmente 6 conforme a lo indicado anteriormente aunque no necesariamente. De esta forma se consigue la exposición de pequeñas zonas cutáneas a serie creciente de dosis de radiación electromagnética del espectro deseado. La respuesta cutánea vendrá dada con un grado de intensidad dependiendo de la dosis a la que la piel haya sido sometida. En el punto que el evaluador es capaz de detectar el primer punto de la zonas iluminadas

previamente que presenta signos de la patología a determinar, la dosis de radiación electromagnética que recibió la piel en dicho punto es la denominada Dosis mínima de generación de la patología a estudiar.

- 5 Conforme a lo anterior, un tercer objeto de la invención se refiere a métodos que comprenden el uso de un dispositivo conforme al primer objeto de la invención. Una realización particular de dicho tercer objeto se refiere a un método que comprende seleccionar el protocolo a ensayar o realizar mediante el interfaz de usuario y con ello las dosis de emisión de las fuentes de iluminación LED, dichas dosis determinadas por
- 10 el tiempo de exposición / iluminación y/o por la potencia de emisión de las fuentes de iluminación LED; exponer la piel del sujeto a valorar a las diferentes dosis de emisión lumínica seleccionadas; y obtener las correspondientes respuestas cutáneas que permitirán el fotodiagnóstico, que pueden ser o bien valoradas in situ por el evaluador, o bien valoradas en otro momento y/o lugar a partir de imágenes de dichas respuestas
- 15 cutáneas capturadas mediante una cámara o similar.

Breve descripción de las figuras

Figura 1 : Representación exterior del dispositivo de iluminación al que se refiere la presente invención. 1.- Enchufe de corriente (220 V). 2.- Transformador de AC a DC

20 12 V y al menos 3 A. 3.- Conector Jack 12 V. 4.- Aberturas de salida de la luz de los LEDs por la parte del equipo que contacta con la piel del sujeto. 5.- Pantalla display del menú. 6.- Botonera para el menú.

Figura 2. Imagen interior de los LEDs y los casquillos/lentes que limitan la emisión de los mismos hacia la abertura exterior. Se representa esquemáticamente el

25 posicionamiento de la placa controladora de Arduino y las controladoras de los LEDs, a su vez conectadas a los MosFet, que conectan con controladora Arduino. 1- LED. 2.- Casquillo opaco en el exterior con excepción de la parte superior que da a la abertura del equipo. 3.- Placa disipadora de aluminio. 4.- Placa Arduino donde se conectan los

30 MosFet (5) y a ellos se conectan las controladoras de cada LED.

Figura 3. Esquema del circuito electrónico a base de controladora, mosfet y drivers de control de intensidad y encendido/apagado de los LEDs.

Figura 4. Respuesta de irradiancia lumínica emitida de los LEDs frente al incremento del porcentaje del ancho de pulso útil emitido por la controladora del LED.

35 Figura 5. Irradiancia espectral relativa por LEDs de UVB (280-315 nm) y UVA (315-400 nm) seleccionados para los estudios fotobiológicos Véase el espectro continuo de emisión de los LEDs.

Figura 6. Irradiancia espectral relativa por LEDs de azul, verde, rojo e seleccionados para los estudios fotobiológicos.

Figura 7. Irradiancia espectral relativa por LEDs blancos seleccionados para los estudios fotobiológicos. Se comparan los porcentajes de emisión de la banda de luz azul respecto al resto del espectro de visible. Dichos espectros dan lugar a la caracterización del blanco en temperatura de color en términos de Kelvins. A mayor temperatura de color, mayor porcentaje de luz azul.

Ejemplos de realización de la invención

La constitución y características de la invención se comprenderán mejor con ayuda de la siguiente descripción de ejemplos de realización, debiendo entenderse que la invención no queda limitada a estas realizaciones, sino que la protección abarca todas aquellas realizaciones alternativas que puedan incluirse dentro del contenido y del alcance de las reivindicaciones.

El invento aquí descrito es un dispositivo que, mediante iluminación artificial LEDs, puede ser utilizado para el diagnóstico y caracterización cuantitativa y cualitativa de diferentes patologías cutáneas relacionadas con la exposición solar. El dispositivo puede ser utilizado para la determinación de la denominada Dosis mínima de generación de patologías cutáneas de forma automatizada. La figura 1 describe una realización ilustrativa pero no limitativa del dispositivo que constituye el primer objeto de la invención en su parte exterior, el cual consiste en un sistema cerrado tipo caja, con dimensiones que permiten su manipulación con una sola mano y que presenta por su cara frontal un total de hasta 6 aberturas (se representa en el esquema un dispositivo con 4 aberturas), situadas en línea y equidistantes entre sí, por las que se produce la iluminación de los LEDs situados a una distancia determinada en el interior. En el lateral superior del dispositivo, se encuentran la botonera de control y la pantalla informativa de los menús seleccionados para la realización del estudio fotobiológico. En la zona posterior del equipo se encuentra el conector eléctrico de toma de corriente de 12 V que proviene del transformador en forma de corriente alterna y el conector tipo USB que conecta la controladora interna con el ordenador para ser programada. El dispositivo, en su interior (Fig. 2) presenta la serie de LEDs, hasta un máximo de 6 y que están colocados de forma lineal y equidistante, correspondiendo con las aberturas exteriores del equipo. Los LEDs están fijados a una placa de aluminio disipadora de calor previamente fijada a la cara inferior del dispositivo. Cada LED lleva fijado una lente/casquillo cilíndrico opaca por los laterales, permitiendo únicamente la salida de

la luz por la parte superior situada justo en la zona de abertura al exterior, evitándose así la contaminación lumínica de un LED con los adyacentes. El diámetro del casquillo/lente es similar al de la abertura exterior correspondiente en la carcasa del dispositivo. En la figura 2 se observa además el posicionamiento de las controladoras independientes para cada LED, conectadas a controladoras tipo MosFet y que a su vez están todas conectadas a la microcontroladora Arduino. La controladora Arduino recibe alimentación eléctrica desde la toma de corriente de 12 V DC y es programable vía hardware y software a través de puerto USB.

El control de este dispositivo se realiza a través de la pantalla OLED, basada en el chip SSD1306 de 0.96" con protocolo de conexión I2C (pines SDA y SCL) y los tres botones de activación momentánea en serie, con resistencias de 1Kohm, con entrada al microcontrolador (Arduino nano compatible) por un puerto analógico (A7). Los tres botones y la pantalla conforman la interfaz de usuario.

En el esquema electrónico ilustrado como ejemplo (Fig.3), a través de esta interfaz se encienden y apagan cuatro LEDs blancos de alta potencia (3W) a 4V de tensión. Dependiendo del protocolo, se activarán y apagarán unos y/u otros LEDs, a diferentes tiempos, para finalmente aplicar la dosis de radiación seleccionada. Cada LED se conecta a una controladora basada en el chip MC34063 que a su vez va a estar controlada por un circuito MosFet IRF520 conectado a una salida digital del microcontrolador (pines D10, D9, D8 y D7).

La alimentación eléctrica del dispositivo es de 12V, con un mínimo de 3A de intensidad.

El dispositivo, como se ha mencionado anteriormente no queda prefijado ni para el número de LEDs en línea hasta un máximo de 6, el cual es el número de aberturas de iluminación ideal para determinar una dosis mínima exposición patológica ni para la potencia de los LEDs con un máximo de LEDs de 3 W para evitar el sobrecalentamiento de los disipadores térmicos del equipo y minimizando los tiempos de exposición para alcanzar las dosis deseadas.

El funcionamiento del equipo consiste en una fase previa de la selección de la dosis a través de la interfaz de usuario. Al ser cada LED individualizado, la selección puede ser independiente para cada uno, con posibilidad de hacerlo en intensidad o en duración de encendido.

Para generar diferentes dosis de emisión lumínica vía apagado selectivo en tiempos diferentes, la selección de la dosis se realiza tras la verificación espectral y de irradiancia de emisión de cada LED en su máximo potencia seleccionada. En el caso de LEDs de 3 W, la intensidad de luz emitida por cada LED es medida individualmente con máxima potencia (3 W). Una vez conocida la irradiancia del LED a su máxima potencia se programa el tiempo, desde que se enciende el dispositivo cuando entra en contacto con la piel del sujeto hasta alcanzar la dosis de radiación prefijada. Por tanto, en una fase inicial del protocolo de irradiación, todos los LEDs para se encienden a la vez e independientemente, cada LED se apagará transcurrido un tiempo determinado hasta alcanzar la dosis deseada con cada uno de ellos.

Al realizar el estudio fotobiológico, tras el encendido del equipo, en la pantalla aparecerá un menú que permitirá seleccionar diferentes protocolos, dependiendo de los intervalos y los niveles de dosis que se prefijan dependiendo del tipo de patología o fototipo cutáneo del sujeto. Tras seleccionar un protocolo determinado, en la pantalla aparecerá el mensaje que indica la colocación del equipo en contacto con la piel del sujeto, en su parte lateral con las aberturas en contacto con la piel. Una vez colocado se pulsará el botón de inicio y todos los LEDs se encenderán simultáneamente. El primer LED, preconfigurado para emitir una menor dosis se apagará el primero transcurrido un tiempo determinado, y así sucesivamente se irán apagando los LEDs cuando transcurre el tiempo necesario hasta alcanzar la dosis necesaria para esa abertura. La exposición termina cuando el último LED se apaga apareciendo un mensaje en la pantalla de Fin de exposición. El sistema por tanto funciona de forma automatizada y con posibilidad de programación de infinitas variantes de series de dosis.

Un segundo sistema de selección de dosis de exposición, que también permite la arquitectura electrónica del dispositivo es la de controlar la potencia del LED, mediante control PWM (modulación por ancho de pulso) (Fig. 4). De esta forma, el dispositivo puede ser preconfigurado para que todos los LEDs se enciendan a la vez, al igual que en el protocolo anterior, pero en este caso la duración de encendido será la misma en todos los LEDs. Las dosis de exposición creciente se conseguirá haciendo que los LEDs funcionen a diferente porcentaje del ancho de pulso útil, en orden creciente, desde el LED 1 hasta el superior. , en intervalos de potencia que considere el usuario hasta el valor máximo de voltaje, y por tanto de irradiancia lumínica emitida por los LEDs.

Debido a la posibilidad de utilizar LEDs de diferente emisión espectral, la invención es ampliable a LEDs de categorías espectrales dentro del rango de la radiación ultravioleta B, ultravioleta A, visible (con independencia de colores azul, verde y rojo) y finalmente para emisión de infrarrojo como se muestran en la figuras 5 a 7.

El control de este dispositivo se realiza a través de una pantalla OLED basada en el chip SSD1306 de 0.96" con protocolo de conexión I2C (pines SDA y SCL) y tres botones de activación momentánea en serie, con resistencias de 1Kohm con entrada al microcontrolador (Arduino nano compatible) por un puerto analógico (A7). Los tres botones y la pantalla conforman la interfaz de usuario.

Con esta interfaz se encienden y apagan los 4 LEDs blancos de alta potencia (3W). Dependiendo del protocolo, se activarán y apagarán unos y/u otros, diferentes tiempos, para finalmente aplicar la dosis de irradiación seleccionada. Cada LED se conecta a una controladora basada en el chip MC34063 que a su vez va a estar controlada por un circuito MosFet IRF520 conectado a una salida digital del microcontrolador (pines D10, D9, D8 y D7).

La alimentación eléctrica del dispositivo es de 12V, con un mínimo de 3A de intensidad.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de iluminación a base de LEDs con control de dosis automatizado para fotodiagnóstico de enfermedades cutáneas relacionadas con la exposición lumínica caracterizado por que comprende:
 - 5 1. Una serie de diodos emisores de luz tipo (LEDs) para iluminar la piel del sujeto sobre la que se desea realizar el estudio fotobiológico,
 2. una serie de aberturas en la cara frontal del dispositivo, una para cada LED, a través de las cuáles se ilumina la piel del sujeto sobre la que se desea realizar el estudio fotobiológico, y
 - 10 3. una serie de controladores de dichos LEDs (un controlador por cada LED) para regular de forma automatizada e individualizada la dosis de emisión de los LEDs controlando el tiempo de emisión y/o la potencia de emisión.
2. Dispositivo según la reivindicación anterior caracterizado por que el tiempo de
15 emisión se controla mediante el encendido y apagado del LED.
3. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2 caracterizado por que la potencia de emisión se controla mediante modulación por ancho de pulso (PWM).
4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado
20 por que los LEDs están dispuestos de forma equidistante entre sí, presentando las aberturas del dispositivo la misma disposición.
5. Dispositivo según la reivindicación anterior caracterizado por que los LEDs están dispuestos linealmente, presentando las aberturas del dispositivo la misma disposición.
6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado
25 por que la serie de LEDs del dispositivo comprende LEDs que emiten en el rango ultravioleta, en el rango visible y/o en el rango infrarrojo.
7. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado
30 por que cada LED está encapsulado en una estructura (casquillo o lente) opaca en todo el perímetro del LED salvo en su parte frontal coincidente con la correspondiente abertura comprendida en el dispositivo para dicho LED.

8. Dispositivo según la reivindicación anterior caracterizado por que los LEDs están fijados a una placa disipadora de calor.
- 5 9. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que cada controlador de LED comprende chips o circuitos de control a los que se conecta el correspondiente LED, y transistores de efecto de campo metal-óxido-semiconductor (MosFets) a los que se conectan dichos chips o circuitos de control.
- 10 10. Dispositivo según la reivindicación anterior caracterizado por que cada controlador de LED está conectado a través de los MosFets a una placa microcontroladora con una serie de entradas y salidas tanto analógicas como digitales.
- 15 11. Dispositivo según la reivindicación anterior caracterizado por que la placa microcontroladora es programable vía USB mediante un software de control que se ejecuta en un computador programado para configurar los controladores de los LEDs del dispositivo.
12. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que el dispositivo comprende al menos 6 LEDs con sus correspondientes controladores, así como al menos 6 aberturas.
- 20 13. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que comprende un interfaz de usuario para controlar el encendido y apagado del dispositivo así como para seleccionar o configurar el protocolo de exposición lumínica a aplicar sobre la piel del sujeto sobre la que se desea realizar el estudio fotobiológico.
- 25 14. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que comprende medios de captura de imagen para capturar imágenes de las respuestas cutáneas inducidas en la piel del sujeto sobre la que se desea realizar el estudio fotobiológico.
- 30 15. Dispositivo según la reivindicación anterior caracterizado por que los medios de captura de imagen consisten en una cámara fotográfica o en una cámara de vídeo.
16. Uso de un dispositivo conforme cualquiera de las reivindicaciones anteriores para la obtención de datos útiles para la determinación de la dosis mínima de

generación de patologías cutáneas (fotodermatosis) caracterizado por que comprende:

- 5 1. Seleccionar mediante el interfaz de usuario el protocolo de iluminación a aplicar sobre la piel del sujeto sobre la que se desea realizar el estudio fotobiológico,
2. exponer al protocolo de iluminación seleccionado la piel del sujeto sobre la que se desea realizar el estudio fotobiológico, y
3. observar la respuesta cutánea a la dosis de iluminación emitida por cada LED,
- 10 17. Uso de un dispositivo conforme cualquiera de las reivindicaciones 14 a 15 para la obtención de datos útiles para la determinación de la dosis mínima de generación de patologías cutáneas (fotodermatosis) caracterizado por que comprende:
 - 15 1. Seleccionar mediante el interfaz de usuario el protocolo de iluminación a aplicar sobre la piel del sujeto sobre la que se desea realizar el estudio fotobiológico,
 2. exponer al protocolo de iluminación seleccionado la piel del sujeto sobre la que se desea realizar el estudio fotobiológico, y
 - 20 3. registrar la respuesta cutánea a la dosis de iluminación emitida por cada LED mediante los medios de captura de imagen comprendidos en el dispositivo.
- 25 18. Uso según cualquiera de las reivindicaciones 16 ó 17 caracterizado por que comprende, previa a la etapa de selección del protocolo de iluminación a aplicar, una etapa de verificación espectral y de irradiancia de emisión de cada LED en su máximo de potencia.
19. Uso según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18 para la obtención de datos útiles para la determinación de la dosis mínima eritemática caracterizado por que, para ello, los LEDs comprendidos en el dispositivo son LEDs que emiten en el rango ultravioleta
- 30 20. Uso según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18 para la obtención de datos útiles para la determinación de la dosis mínima de reacción fotosensible

a UVA caracterizado por que, para ello, los LEDs comprendidos en el dispositivo son LEDs que emiten en el rango UVA.

21. Uso según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18 para la obtención de datos útiles para la determinación de la dosis mínima de generación de urticaria solar caracterizado por que, para ello, los LEDs comprendidos en el dispositivo son LEDs que emiten en el rango visible.

5

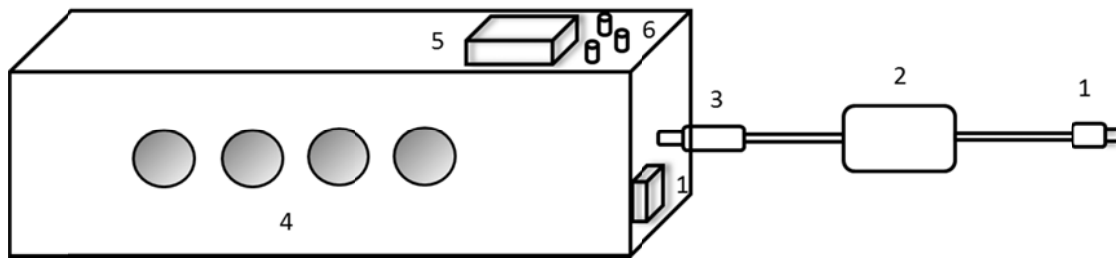


Figura 1

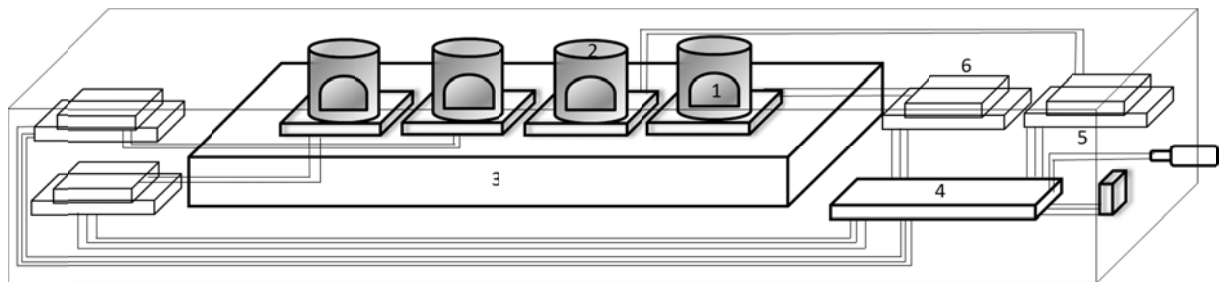
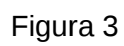


Figura 2



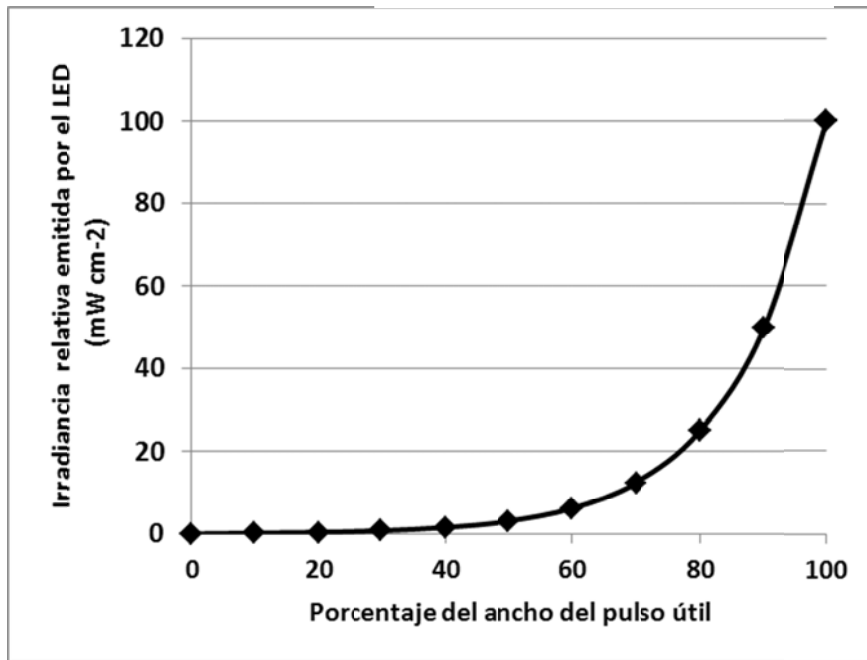


Figura 4

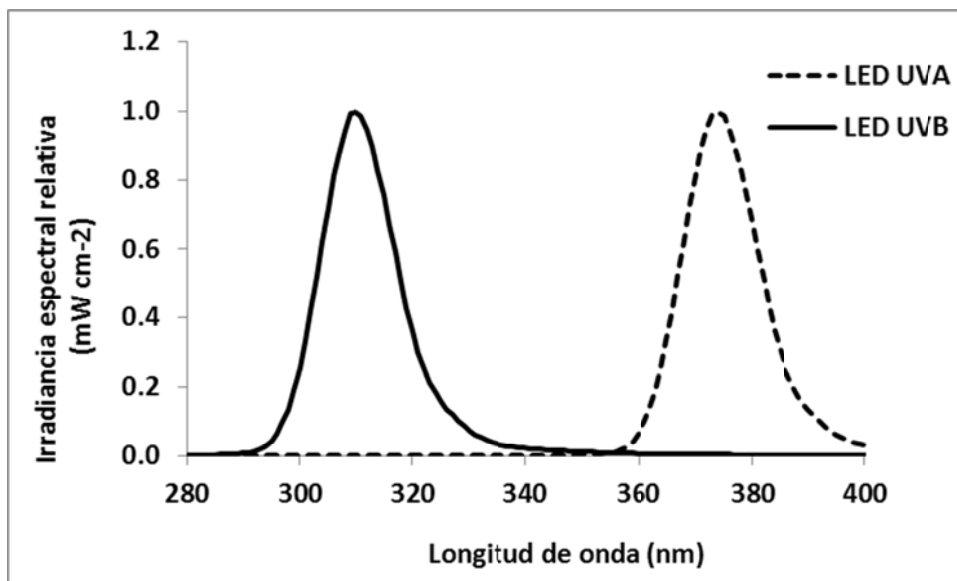


Figura 5

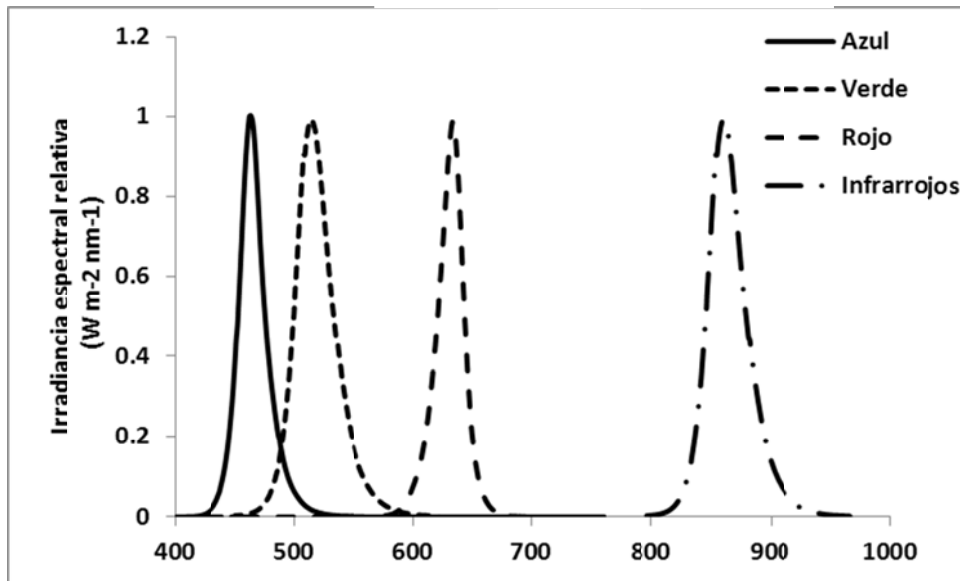


Figura 6

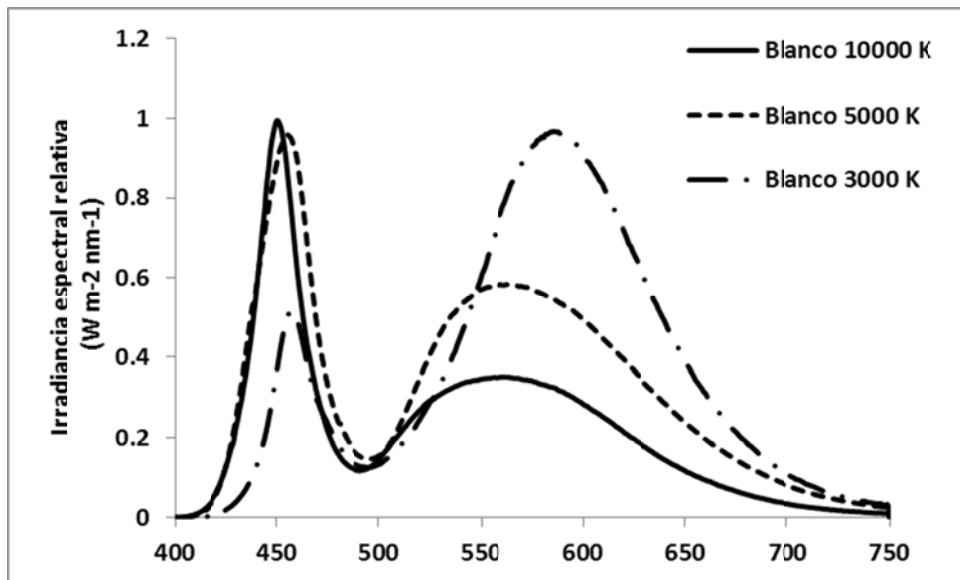


Figura 7



- ②① N.º solicitud: 201500655
②② Fecha de presentación de la solicitud: 03.09.2015
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **A61B6/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	WO 02061405 A2 (POTTIER et al.) 08.08.2002, página 2, líneas 27 - 30; página 3, líneas 2 - 3; página 5, líneas 14 - 32; página 7, líneas 20 - 25;	1-7,12,14-21
Y		8,9,10,11,13
X	US 2014039322 A1 (TRUJILLO et al.) 06.02.2014,	1-7,12,14-21
Y		8
Y	US 2013099681 A1 (WILLIAMS et al.) 25.04.2013, párrafo [3]; párrafo [26]; párrafos [95 - 96];	9,10,11,13
A	GB 2372096 A (LITRON OPTICAL LIMITED) 14.08.2002, página 1, líneas 9 - 10; página 3, línea 14 - página 4, línea 1;	1-21
A	US 2011121757 A1 (WELTEN) 26.05.2011, párrafo [53]; párrafo [68]; párrafo [71]; párrafo [77]; párrafo [83];	9,10,11,13
A	DE 102009007526 A1 (E CUE CONTROL) 12.08.2010, Párrafo [1]; párrafos [49 - 52]; párrafo [59];	9,10,11,13
A	EP 2814300 A1 (HELVAR OY AB) 17.12.2014, Párrafos [1 - 4];	3

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
15.02.2017

Examinador
A. Cárdenas Villar

Página
1/5



- ②① N.º solicitud: 201500655
②② Fecha de presentación de la solicitud: 03.09.2015
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **A61B6/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 2014346953 A1 (HSIUNG et al.) 27.11.2014, Párrafo [1]; párrafos [6 - 8];	3
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 15.02.2017	Examinador A. Cárdenas Villar	Página 2/5

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

A61B

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, NPL, INSPEC, BIOSIS, MEDLINE

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 15.02.2017

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-21	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-21	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	WO 02061405 A2 (POTTIER et al.)	08.08.2002
D02	US 2014039322 A1 (TRUJILLO et al.)	06.02.2014
D03	US 2013099681 A1 (WILLIAMS et al.)	25.04.2013
D04	GB 2372096 A (LITRON OPTICAL LIMITED)	14.08.2002
D05	US 2011121757 A1 (WELTEN)	26.05.2011
D06	DE 102009007526 A1 (E CUE CONTROL)	12.08.2010
D07	EP 2814300 A1 (HELVAR OY AB)	17.12.2014
D08	US 2014346953 A1 (HSIUNG et al.)	27.11.2014

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Tal y como aparecen redactadas actualmente las reivindicaciones, en especial la reivindicación independiente R.1, se ha considerado al documento D01 como el más próximo en el estado de la técnica. Este documento afecta a la patentabilidad de las reivindicaciones tal y como se expone a continuación:

Reivindicación 1 (R.1)

En el documento D01 se describe un dispositivo de iluminación a base de, entre otras posibles fuentes de luz, LEDs (ver e.g. página 3, líneas 2-3, página 5, línea 23) de aplicación específica en fotodiagnóstico (ver e.g. página 2, líneas 27-30) sobre tejido cutáneo (página 5, línea 32). El dispositivo comprende una serie de diodos emisores de luz tipo LEDs (página 7, líneas 20-23) que pueden iluminar la piel del sujeto sobre la que se desea realizar el fotodiagnóstico.

A diferencia del dispositivo reivindicado en R.1, en este documento no se encuentran aberturas específicas para cada LED y no se mencionan controladores específicos para cada uno de ellos (aunque sí elementos de filtrado para adecuar el rango de frecuencias necesario).

Aunque esas diferencias confieren novedad a la reivindicación R.1 según lo especificado en el artículo 6 de la Ley de Patentes (LP), se ha considerado que no implican actividad inventiva según lo especificado en el artículo 8 de dicha Ley, ya que la realización de aberturas para cada LED no supone un problema técnico y la existencia de controladores de fuentes de luz como los LEDs (a modo de ejemplo ver documentos D03, D05-D07) es de sobra conocida en el estado de la técnica.

Reivindicaciones 2 □ 3, 6

El encendido y apagado del LED como método para controlar el tiempo de emisión carece de actividad inventiva. La utilización de la modulación por ancho de pulso para controlar la emisión de LEDs es de sobra conocida en el estado de la técnica (solo a modo de ejemplo ver documentos D07, párrafos 1-4 y D08, párrafos 1, 6-8) y también carece de actividad inventiva según lo especificado en el artículo 8 de la LP.

Reivindicaciones 4, 5, 7, 12

Se reivindica una forma de disponer los LEDs y una configuración de encapsulamiento que carecen de actividad inventiva ya que son opciones de diseño y su realización no representa un problema para un experto en la materia.

Reivindicación 8

La utilización de un elemento disipador de calor se encuentra en el documento D02 (ver párrafo 11). Este documento D02 describe también un dispositivo para el fotodiagnóstico que utiliza LEDs. La combinación de D01 y D02 afectaría la actividad inventiva de esta reivindicación.

Reivindicaciones 9,10,11,13

El documento D03 describe dispositivos, circuitos y métodos para el control de LEDs en donde se utilizan MosFets e interfaces de software (e.g. párrafos 3, 26, 95-96). La combinación de los documentos D01 y D03 afectaría la actividad inventiva de estas reivindicaciones. El uso de MosFets y de ordenador programado para controladores de LEDs se encuentra también en los documentos D05-D06.

Reivindicaciones 14, 15

La utilización de una cámara fotográfica o una cámara de video como medios de captura de imagen carece de actividad inventiva.

Reivindicaciones 16 □ 21

Estas reivindicaciones de uso son, en realidad, reivindicaciones de procedimiento que se caracterizan por una serie de etapas; dichas etapas carecen de actividad inventiva según lo especificado en el artículo 8 de la LP.

Por otra parte, se ha considerado que el documento D02, mencionado anteriormente, y que describe un dispositivo de aplicación en fotodiagnóstico (es también un dispositivo de aplicación en fototerapia que utiliza LEDs y sistemas de control programados), también afectaría, como D01, la actividad inventiva de las reivindicaciones de la solicitud según lo especificado en el artículo 8 de la LP.

El documento D04 ilustra algunos otros detalles del estado de la técnica