

(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 2017/017310 A1

(43) Fecha de publicación internacional
2 de febrero de 2017 (02.02.2017) **WIPO | PCT**

- (51) Clasificación Internacional de Patentes:
A61F 9/00 (2006.01)
- (21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2016/070586
- (22) Fecha de presentación internacional:
29 de julio de 2016 (29.07.2016)
- (25) Idioma de presentación: español
- (26) Idioma de publicación: español
- (30) Datos relativos a la prioridad:
15382396.8 29 de julio de 2015 (29.07.2015) EP
- (71) Solicitantes: **TECNOLOGÍA SOSTENIBLE Y RESPONSABLE SL** [ES/ES]; Avda. del Sol 11, 28850 Torrejón de Ardoz, Madrid (ES). **UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID** [ES/ES]; Avda. de Séneca 2, 28040 Madrid (ES).
- (72) Inventores: **SANCHEZ RAMOS, Celia**; Avda. de Séneca 2, 28040 Madrid (ES). **GARCIA MANCHADO, Nilo**; Avda. del Sol 11, 28850 Torrejón de Ardoz, Madrid (ES).
- (74) Mandatario: **SAHUQUILLO HUERTA, Jesús**; Apartado de Correos 30, 28300 Aranjuez, 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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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.
- (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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: REFRACTIVE SURFACE FOR BLOCKING SHORT- AND MEDIUM- WAVELENGTH VISIBLE-SPECTRUM RADIATION THAT AFFECTS HUMAN PHYSIOLOGY

(54) Título : DIOPTRIO BLOQUEANTE DE RADIACIONES DE LONGITUDES DE ONDA CORTA Y MEDIA DEL ESPECTRO VISIBLE QUE AFECTAN A LA FISIOLÓGIA HUMANA

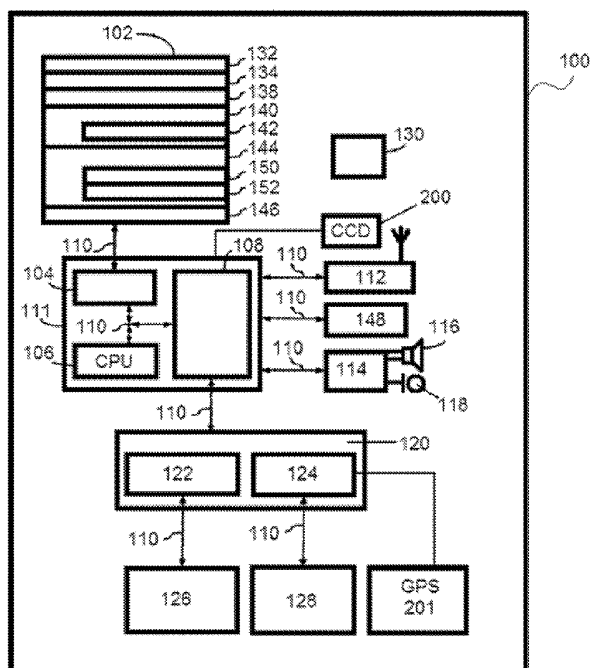


FIG.10

(57) Abstract: The invention relates to a refractive surface for blocking short- and medium- wavelength visible-spectrum radiation that affects human physiology. The refractive surface selectively absorbs short wavelengths between 380 nm and 500 nm, between a maximum and a minimum absorption threshold, and selectively absorbs medium wavelengths between 500 nm and 590 nm, between a maximum and a minimum absorption threshold, the selective absorption of short and medium wavelengths between 380 nm and 590 nm not completely blocking the passage of visible light in this range. Other embodiments include an LED screen, a software product and an electronic device, and ophthalmic, intraocular or sunglass lenses.

(57) Resumen: Dioptrio bloqueante de radiaciones de longitudes onda corta y media del espectro visible que afectan la fisiología humana que comprende la absorción selectiva de longitudes de onda corta comprendidas

[Continúa en la página siguiente]

WO 2017/017310 A1



IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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

Publicada:

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

entre 380 nm y 500 nm entre un umbral máximo y un umbral mínimo de absorción; y la absorción selectiva de longitudes de onda media comprendida entre 500 nm y 590 nm entre un umbral máximo y un umbral mínimo de absorción; y donde la absorción selectiva de longitudes de onda corta y media comprendidas entre los 380-590 nm no bloquea totalmente el paso de luz visible en dicho rango. Otras realizaciones incluyen una pantalla LED, un producto de programa informático y un dispositivo electrónico y lentes, oftálmicas, intraoculares u solares,

DIOPTRIO BLOQUEANTE DE RADIACIONES DE LONGITUDES DE ONDA CORTA Y MEDIA DEL ESPECTRO VISIBLE QUE AFECTAN A LA FISIOLÓGÍA HUMANA.

CAMPO DE LA INVENCÓN

5

La presente invención se encuadra en el campo general de la medicina preventiva y salud pública y en particular está referida a un dioptrio configurado para restringir las radiaciones de longitudes onda corta y media comprendidas entre los 380 y los 590 nm. Son objetos de la presente invención también un método de bloqueo de radiaciones de longitudes onda corta y media y distintos tipos de dispositivos configurados también para el bloqueo de las radiaciones de longitudes de onda corta y media que afectan a la fisiología humana, como por ejemplo, la función visual y no visual, los trastornos del sueño o alimenticios, o cualquier otro donde esté implicada la luz.

10

ESTADO DE LA TÉCNICA

15

El Espectro electromagnético (EEM) es la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas que emite (espectro de emisión) o absorbe (espectro de absorción) una sustancia. El EEM incluye una amplia gama de radiaciones, desde las de menor longitud de onda, como son los rayos gamma y los rayos X, pasando por la radiación ultravioleta, la luz y los rayos infrarrojos (IR), hasta las ondas electromagnéticas de mayor longitud de onda, como son las ondas de radio.

20

25

Las longitudes de onda en el rango de 180 a 380 nm pueden originar fotoqueratitis y opacidades en el cristalino. En el rango de 380 a 500 nm del espectro visible (luz violeta y azul) pueden producir lesiones fotomecánicas, fototérmicas y en la retina (en el ojo afáquico el rango se aplia desde los 310 nm a 500nm m). El calentamiento por absorción de la radiación visible o IRA (380-1200 nm) puede contribuir también a la formación de opacidades en el cristalino. Además se puede producir erosiones en la córnea. Como consecuencia de la transparencia de los medios oculares, la radiación visible e IRA (380 a 1.400 nm) puede producir daños térmicos en la retina. En el rango del IR A y B (800 a 3.000 nm) las lesiones térmicas del cristalino se atribuyen a una degradación de las proteínas cristalinas. En la región del IR B y C del espectro (1.400 a 3.000 nm y 3.000 a 10.000 nm, respectivamente), la absorción se produce

30

35

principalmente en la córnea y el humor acuoso. En general por encima de 1.900 nm, la córnea es el único medio absorbente, por lo que las lesiones térmicas se suelen limitar a esta estructura. Este tipo de lesión se debe, casi exclusivamente, a la exposición a la radiación láser.

5

El espectro de luz es la región del espectro electromagnético que el ojo humano es capaz de percibir. A la radiación electromagnética en este rango de longitudes de onda se le llama también luz "visible" o simplemente luz. No hay límites exactos en el espectro visible; un ojo patrón humano responde a longitudes de onda desde 380nm a 780nm, aunque el ojo adaptado a la oscuridad puede ver en un intervalo mayor, que va desde 360nm a 830nm.

10

La retina se autoprotege de las longitudes de onda corta y media de dos maneras: con una distribución heterogénea de los fotorreceptores, de tal forma que en la depresión macular no existen fotorreceptores sensibles a las longitudes de onda corta, y por la actuación de pigmentos amarillos existentes en la misma zona que también ejercen una acción protectora. Además el cristalino aumenta su proporción de cromóforos con la edad. Estas protecciones naturales del ojo humano frente a las longitudes de onda más energéticas (el cristalino y las propias de la retina) pueden verse seriamente afectadas por ciertas patologías y/o intervenciones quirúrgicas, incluso exclusivamente por el paso del tiempo.

15

20

Se han desarrollado algunas técnicas para proteger de las longitudes de onda corta a ojos sanos, a ojos operados de cataratas y a ojos en procesos neurodegenerativos retiniano como son, por ejemplo, aplicar filtros al ojo humano como medida terapéutica y preventiva para sustituir y/o mejorar la protección natural. A partir de mediados de los años 90, se han implantado lentes intraoculares provistas de un filtro amarillo en ojos operados de cataratas. Esta alternativa supone una intervención quirúrgica con todos sus riesgos y dificultades. Existe además un amplio colectivo de personas operadas de cataratas a las que se les ha implantado una lente intraocular transparente en sustitución de la sustancia interna del cristalino, desprovista de la necesaria protección por ausencia de la pigmentación. En estos casos, resulta necesario complementar al cristalino artificial, exento de pigmentación, con la interposición de algún sistema de soporte para el pigmento.

25

30

35

En la presente invención se establece un dioptrio configurado para bloquear las longitudes de onda corta y medias dañinas al sistema visual comprendidas en el rango de los 380-590 nm. Este dioptrio, que se entiende como un elemento con una superficie de refracción, es decir, es una superficie que separa dos medios de distinto índice de refracción [*Manual de Óptica Geométrica, Felipe, 1998*]. Los dioptrios pueden estar ideados para la selección de un determinado intervalo de longitudes de onda de luz. Por tanto, por "dioptrio" se entiende un producto óptico que comprende una superficie que separa dos medios de distintos índices de refracción.

Existen en el mercado distintos tipos de filtros aplicados al ojo humano. Así por ejemplo, en la solicitud de patente WO 98/44380 se describe un filtro aplicado en una lentilla que no cubre la totalidad de dicha lentilla, entendiendo totalidad como zona de iris, zona de pupila y cuerpo de la lentilla, siendo este hecho fundamental para no provocar irregularidades en la visión. Por otro lado, el documento WO 91/04717 describe lentes intraoculares para el tratamiento de la DMAE que no es el objeto de la presente invención. Es conocido el hecho también de emplear filtros amarillos en lentes oftalmológicas, por ejemplo a través del documento GB 1 480 492. El filtro amarillo puede ser utilizado en múltiples aplicaciones, como así lo demuestran los documentos localizados en el actual estado de la técnica.

El documento WO 90/05321 describe un filtro con una serie de características técnicas pero que en absoluto define una aplicación fisiopatológica y además, el filtro descrito en la solicitud de patente WO 90/05321 no es homogéneo en su absorbancia, pudiendo producir efectos indeseados.

La Dra. Celia Sánchez-Ramos es la inventora de las patentes ES2247946, ES2257976, ES2281301, ES2281303, ES2289957, ES2296552, ES2298089, ES2303484 y ES2312284. No obstante, aunque en estos documentos se hace mención a la problemática de la luz ambiente de las longitudes de onda corta en el espectro de 380 a 500 nm, en ninguno de estos documentos se contempla, se explica, se intuye o plantea la problemática derivada de las longitudes de onda media comprendidas entre 500 y 590 nm.

En la FIG.1 del presente documento se muestran las distintas gráficas de emisión para productos electrónicos de consumo masivo comercializados en la actualidad dentro del

rango visible. En la FIG.2 se muestra la gráfica con el porcentaje de transmitancia del cristalino en función de la edad extraído de [BRAINARD, G.C. et al. "Action spectrum for melatonin regulation in humans: Evidence for a novel circadian photoreceptor", Journal of Neuroscience (2001)]. Más concretamente, en la figura 2 se muestran los siguientes datos (tabla 1):

Long. Onda	0-9 años (% transmitancia)	20-29 años (% transmitancia)	60-69 años (% transmitancia)
400 nm	20	10	2
425 nm	70	50	10
450 nm	88	68	30
475 nm	90	78	45
500 nm	92	88	40
525 nm	95	80	68
550 nm	95	80	75

TABLA 1

- 10 Por tanto, se hace necesario un dioptrio que tenga en cuenta también estos porcentajes de transmitancia para evitar el daño en el sistema ocular del usuario, teniendo en cuenta condicionantes como la edad, que es básico en este factor. Por ejemplo, llama la atención que BRAINARD no contempla dos colectivos de alto riesgo: el rango entre los 10-20 años, donde actualmente hay un uso intensivo de pantallas de tipo LED que afectan especialmente al sistema visual del usuario (como se describe en PCT/ES2013/070222) o los mayores de 69 años, que es un colectivo especialmente sensible a los daños retinianos por los cambios metabólicos debido a la edad.
- 15
- 20 Es evidente que hoy en día cualquier usuario particular pasa una media de 4-8 horas al día, sino más, delante de pantallas de tipo LED, esto es, recibiendo una emisión de longitudes de onda corta a una distancia generalmente muy pequeña (del orden de 30-50 cm), lo cual incide muy negativamente en el ojo y en la visión humana. Esta cuestión se añade a la problemática descrita en el estado de la técnica en [Behar-Cohen et al. "Light-emitting diodes (LED) for domestic lighting: Any risks for the eye?" Progress in Retinal and Eye Research 30 (2011)239-257]. En dicho documento, en las
- 25

conclusiones del mismo se hace hincapié en la necesidad de evaluar la toxicidad potencial de la luz emitida por los LED, en función de las distintos dispositivos disponibles en el mercado de tal forma que se puedan hacer recomendaciones eficientes a los fabricantes domésticos de luz, debido a la mayor presencia de
5 iluminación de tipo LED en ambientes de interior. No obstante, en este documento no se apuesta por una solución que permita compaginar la evolución de la técnica de los LED con un uso cotidiano exento de riesgos. Es decir, en dicho documento se aboga, directamente, por la limitación y regulación legal de las emisiones de luz, sin proponer ningún tipo de solución a los productos ya comercializados.

10

Otro documento que describe la problemática asociada con la excesiva exposición a la luz en [Cajochen et al. "Evening exposure to a light-emitting diodes (LED)-backlight computer screen affects circadian physiology and cognitive performance", Journal of Applied Physiology 110:1432-1438, 2011, first published 17 March 2011] donde se describe la necesidad de adaptar la emisión de la luz azul al ciclo del sueño. En este
15 documento, no obstante, indica que se desconoce la potencial toxicidad de las pantallas tipo LED y que, en todo caso, su problemática asociada puede verse reducida mediante la reducción de la intensidad lumínica lo cual no es totalmente efectivo.

20

El problema técnico descrito anteriormente subyace en la reducción del riesgo en el daño ocular debido al uso intensivo de pantallas de tipo LED. Por el documento de Behar-Cohen se conoce a qué tipos de daños está expuesto el ojo humano, pero en sus conclusiones se utiliza el camino más obvio, que es limitar el uso de ese tipo de
25 pantallas y forzar a los fabricantes, de una forma genérica, a que limiten sus emisiones. No obstante, deja en el aire precisamente cómo reducir este tipo de emisiones de la forma más simple posible, no sólo en la etapa de fabricación, que no siempre es posible, fácil o sencillo, sino ya con los productos que existen actualmente en el mercado.

30

Los problemas descritos anteriormente están solucionados en el documento PCT/ES2013/070222 considerado como el estado de la técnica más cercano a la presente invención. En dicho documento se describe el grado de toxicidad de las longitudes de onda corta producida por luz LED de diferente composición espectral
35 (ensayos descritos a continuación con referencia a las FIGS 3-7 del presente

documento). En todos los casos, los ensayos han sido realizados para el filtrado de las longitudes de onda corta comprendidas entre 380-500 nm obviándose otros rangos que, como se indicará, también afectan a la muerte celular retiniana y que, por tanto, han de ser también solucionados, dado el uso intensivo que actualmente se hace de todo tipo de fuentes de iluminación o pantallas de visualización.

Los objetivos específicos del ensayo de toxicidad y de la solución aportada por el documento PCT/ES2013/070222 son los siguientes:

- 10 a) Estudiar la viabilidad celular del tejido retiniano in vitro tras la exposición de diferentes diodos LED que emiten radiación de diferente composición espectral, como se observa en la FIG.5
 - b) Evaluar el daño en el ADN del tejido retiniano in vitro tras la exposición a diferentes diodos LED que emiten radiación de diferente composición espectral, como se observa en la FIG.6
 - 15 c) Determinar la apoptosis del tejido retiniano in vitro tras la exposición a diferentes diodos LED que emiten radiación de diferente composición espectral, como se observa en la FIG.7
- 20 Tras la evaluación y determinación de la toxicidad se evalúa las soluciones preconizadas en el documento PCT/ES2013/070222. En este documento se diseñó un dispositivo de iluminación que constaba de seis zonas de iluminación diferenciadas y separadas entre sí mediante barreras separadoras de material blanco. Cada una de las zonas contiene un LED que producen luz de irradiancia $5\text{mW}/\text{cm}^2$ pero que emite
- 25 luz de diferente composición espectral:
- LED azul (468nm)
 - LED verde (525nm)
 - LED rojo (616nm) LED blanco T^a Color 5400°K

30

En la FIG.4 se representa esquemáticamente el dispositivo de iluminación utilizado y las curvas espectrales de emisión de cada uno de los LED. Este dispositivo se colocó sobre una placa de cultivo y las células se expusieron a la luz LED durante 3 ciclos de luz-oscuridad (12 horas / 12 horas) con y sin la interposición del elemento bloqueante de longitudes de onda corta. Tal como se muestra, existe una zona no iluminada por

35

LED donde se colocan las células no expuestas a la luz que se utilizaron como control negativo.

En esta realización particular del documento PCT/ES2013/070222 el elemento
5 bloqueante se define como un elemento bloqueante de longitudes de onda corta consistente en un sustrato con un pigmento amarillo distribuido de manera en su superficie y, por que dicho pigmento tiene una densidad óptica tal que permite la absorción selectiva de longitudes de onda corta comprendidas entre 380 nm y 500 nm en un rango comprendido entre el 1 y el 99%. Más concretamente se trata de un film o
10 película multicapa, donde una de ellas está pigmentada.

Las células del epitelio pigmentario de la retina (RPE) fueron descongeladas siguiendo las instrucciones del proveedor, en medio de cultivo "Epithelial cell culture médium", suplementado con Suero bovino fetal (SBF) y factores de crecimiento. A las 72 horas y
15 una vez que el cultivo llegó a la confluencia se levantaron las células con Tripsina-EDTA y se sembraron a una densidad de 5000 células/pocillo en placa de 96 pocillos previamente tratadas con poli-lisina. El cultivo se mantuvo durante 24 horas después de las cuales se reemplazó el medio por de medio fresco (300µl/pocillo). Este procedimiento se repitió cada uno de los días en los que se realizó el experimento
20 para evitar evaporaciones por el desprendimiento de calor producido por las luces. La placa con el dispositivo de iluminación se colocó dentro del incubador a 37°C en una atmósfera de 5% CO₂.

El experimento de toxicidad se realizó después de que las células fuesen incubadas
25 en presencia de luz de diferentes características espectrales, durante tres ciclos de exposición y reposo de doce horas por ciclo.

Las muestras fueron lavadas con PBS y fijadas con Paraformaldeido al 4% durante 15 minutos. Después de la fijación, las células se permeabilizaron con Tritón al 0,3 %
30 durante 10 minutos. Una vez permeabilizadas las muestras se bloquearon con BSA al 5 % y a continuación se añadieron los anticuerpos anticaspasa y anti H2AX disueltos en PBS+BSA 2,5 % a una concentración de 1:400 para la determinación de apoptosis y daño en el ADN respectivamente.

35 Tras una hora de incubación se lavaron las muestras con PBS y se añadieron los

anticuerpos secundarios Alexa 594 y Alexa 633 a la misma concentración que el anticuerpo primario y se incubaron durante otros 30 minutos. Después de la incubación se lavaron las muestras y la señal se leyó en el microscopio de fluorescencia BD Pathway 855. Para la activación de las caspasas las imágenes se
5 capturaron a 633 nm de emisión y para el H2AX a 594 nm.

Cada experimento se repitió al menos dos veces. Los valores son dados como media \pm desviación estándar. Los datos fueron analizados utilizando el test estadístico t-student no pareado con el software estadístico Statgraphics version Centurion XVI.I
10 (USA). Se consideraron valores significativos p-valores menores a 0.05.

Después de un periodo de tres ciclos de exposición a la luz durante doce horas, alternados con tres ciclos de recuperación de otras doce horas, los núcleos de las células primarias humanas del epitelio pigmentario de la retina humana se tiñeron con
15 DAPI para contar el número de células por pocillo.

Las células no irradiadas crecieron bien en los pocillos, sin embargo la irradiación con luz LED monocromática inhibió el crecimiento de las células. La luz azul (468nm) produjo una disminución muy significativa del número de células, aunque también se
20 observó el efecto fototóxico para la luz verde (525nm), sin embargo en este documento no se consideró como relevante este hecho. En cuanto a la luz blanca ($T^a=5400^{\circ}K$) se observaron diferencias estadísticamente significativas

Se diseñó un elemento bloqueante para reducir las emisiones de onda corta sin tener
25 en cuenta el efecto fototóxico de la luz verde (i.e. longitudes de onda media). Con la presencia del elemento bloqueante de longitudes de onda corta (rango 380-500nm) se observó un aumento de la viabilidad celular, principalmente en las células expuestas a luz blanca ($T^a=5400^{\circ}K$) y luz azul (468nm) tal y como se muestra en la tabla 2.

Viabilidad celular	Control	LED blanco ($T^a=5400^{\circ}K$)	LED azul (468nm)	LED verde (525nm)	LED rojo (616nm)
Sin elemento bloqueante (UF)	855 \pm 403	217 \pm 108	10 \pm 2	99 \pm 114	339 \pm 1
Con elemento bloqueante (UF)	1156 \pm 156	346 \pm 71	358 \pm 20	188 \pm 43	420 \pm 69

p-valor	0,212	0,047*	0,000*	0,102	0,096
Aumento (%)	--	59	3480	--	--

TABLA 2

En la FIG.5 se puede observar el efecto de la luz LED y el efecto fotoprotector de un elemento bloqueante que absorbe selectivamente las longitudes de onda corta sobre la viabilidad celular en células del epitelio pigmentario de la retina humana. UF significa unidad fluorimétrica, donde se puede observar como la mayor protección está comprendida entre los 380-500 nm, no estableciéndose ninguna protección adicional para el rango comprendido entre los 500 y los 590 nm. No encontrándose diferencias significativas en la viabilidad celular debido a que el elemento bloqueante estaba diseñado para absorber exclusivamente las longitudes de onda corta 380-500 nm.

Para estudiar si la radiación tuvo algún efecto en la integridad del ADN celular, las células se marcaron utilizando el anticuerpo H2AX. La H2AX es una variante de la histona H2A que está involucrada en la reparación del ADN, es decir cuando hay daño en el ADN nuclear. Cuando se produce la rotura de la doble cadena del ADN, la histona H2AX es rápidamente fosforilada en la serina 139 por quinasa ATM y se convierte en Gamma-H2AFX. Este paso de fosforilación puede extenderse a varios miles de nucleosomas desde el sitio de rotura de la doble cadena y puede marcar la cromatina de los alrededores en el reclutamiento de las proteínas necesarias para la señalización de daño y reparación del ADN. Como parte de modificaciones posttraduccionales de la apoptosis, causada por daños severos en el ADN, una alta expresión de H2AX fosforilada se considera como un indicador preciso de apoptosis. Los resultados de los experimentos mostraron que el anticuerpo anti H2AX reconoce sitios de histonas fosforiladas tras la irradiación con luz LED indicando una activación de los mecanismos de reparación del ADN.

Al interponer un elemento bloqueante de las longitudes de onda corta se observó una disminución muy significativa de la activación de la histona H2AX, indicativo de un menor daño en el ADN. Esta disminución fue del 97% para la luz LED blanca ($T^a=5400^{\circ}K$), azul (468nm) y verde (525nm) y del 95% en las células expuestas a luz LED roja. Tal y como se observa en la tabla 3.

Activación de H2AX	Control	LED blanco (T ^a =5400°K)	LED azul (468nm)	LED verde (525nm)	LED rojo (616nm)
Sin elemento bloqueante (UF)	131±41	2697±493	2537±589	2258±738	1920±286
Con elemento bloqueante (UF)	47±1	83±20	76±7	63±10	91±15
p-valor	0,024*	0,000*	0,002*	0,001*	0,000*
Disminución (%)	--	97%	97%	97%	95%

TABLA 3

En la FIG.6 se muestra el efecto de la luz LED y el efecto foto-protector de un elemento bloqueante que absorbe selectivamente las longitudes de onda corta sobre la activación de la histona H2AX en células del epitelio pigmentario de la retina humana. UF significa unidad fluorimétrica.

Se determinó la activación de las caspasas 3,7 ya que estas enzimas están implicadas en la regulación y en la ejecución de la apoptosis. Las células se marcaron utilizando el anticuerpo anticaspasa. La irradiación con luz LED en las células provocó un aumento en el porcentaje de células apoptóticas en el cultivo. La activación de las caspasas se observa como una coloración rosada alrededor del núcleo teñido con azul (DAPI).

La interposición del elemento bloqueante de longitudes de onda corta entre 380-500 nm indujo una disminución muy significativa de la activación de las caspasas indicativo de apoptosis en las células expuestas a las diferentes fuentes de iluminación LED. Esta disminución fue del 89% para las luces blancas (T^a=5400°K) y azules (468nm), del 54% para la luz verde (525nm) y 76% para la luz roja, tal y como se observa en la tabla 4.

Activación de caspasas	Control	LED blanco (T ^a =5400°K)	LED azul (468nm)	LED verde (525nm)	LED rojo (616nm)
Sin elemento bloqueante (UF)	0.037±0.02	0.888±0.02	0.861±0.03	0.839±0.05	0.655±0.07
Con elemento bloqueante (UF)	0.114±0.15	0.094±0.03	0.094±0.05	0.386±0.48	0.155±0.08

p-valor	0,541	0,000*	0,000*	0,312	0,006*
Reducción (%)	--	89%	89%	54%	76%

TABLA 4

En la FIG.7 se muestra el efecto de la luz LED y efecto foto-protector de un elemento
 5 bloqueante que absorbe selectivamente las longitudes de onda corta entre 380-500
 nm sobre la activación de la caspasa 3,7 en células del epitelio pigmentario de la retina
 humana. UF significa unidad fluorimétrica. Una vez analizado el problema y un ejemplo
 de solución, la luz, sobre todo la de menor longitudes de onda, en 3 ciclos de 12 horas
 de exposición alternado con 12 horas de recuperación afecta al crecimiento de las
 10 células del epitelio pigmentario de la retina humana. Se produce un aumento del
 número de células que expresan la histona H2AX (daño ADN) y caspasa 3,7
 (apoptosis).

En todos los casos el elemento bloqueante descrito en PCT/ES2013/070222 absorbe
 15 selectivamente las longitudes de onda corta comprendidas entre 380-500 nm ejerce un
 efecto protector frente a los efectos dañinos de la luz sobre las células del epitelio
 pigmentario de la retina humana. Sin embargo, en dicho documento, no se reconoce la
 problemática asociada a la apoptosis o muerte celular retiniana en el rango
 comprendido entre 500-590 nm como se puede observar perfectamente en la FIG.7
 20 donde en ese rango la intensidad fluorométrica (UF) en el caso de emplear un filtro
 como el descrito en PCT/ES2013/070222 es del 54% lo que indica una alta mortalidad
 celular muy superior incluso al que se produce en el rango superior a los 590 nm.

Por tanto, es un objetivo de la presente invención mejorar la tasa de supervivencia en
 25 el rango de 500 a 590 nm (i.e. longitudes de onda media) donde la mortalidad es más
 alta que en el resto de los rangos tras filtrar la onda corta. Por ejemplo, el filtro
 empleado en el documento PCT/ES2013/070222 no busca la reducción de la
 mortalidad en los 618 nm, pero lo consigue (un 76% de supervivencia) afectando
 mucho menos al rango anterior (en el verde la supervivencia es sólo del 54%). Por
 30 tanto, es necesaria una solución que además de lo anterior (reducción de la mortalidad
 en el rango del azul y del rojo) reduzca la mortalidad en el rango de 500 a 590 nm.
 Esto implica que es necesaria una constatación empírica de los mecanismos que
 afectan a la mortalidad celular en los distintos rangos (azul, verde y rojo) no descrita

en el documento anterior.

Por tanto, y dado que la mortalidad celular en ese rango (500-590 nm) es muy alta incluso incorporando un elemento bloqueante en el rango 380-500 nm como se describe en PCT/ES2013/070222, es necesaria la introducción de un dioptrio para mitigar estos efectos nocivos en dicho rango y que sea complementario con las ventajas del elemento bloqueante descrito en el documento PCT/ES2013/070222.

En el documento WO2013038974 se describe específicamente una composición sensible a la radiación de color que tiene suficientes propiedades de protección de luz en la región de la luz visible de desde 400 nm a 580 nm, y que tiene excelentes propiedades de transmisión de luz en la región del infrarrojo cercano de desde 650 nm a 700 nm, y el logro de una buena conformabilidad patrón cuando se utilizan para la producción de un filtro de color. Otros objetos de esta invención son proporcionar un método para formar un patrón usando la composición sensible a la radiación de color, para proporcionar un filtro de color que incluye una película color formado mediante el uso de la composición sensible a radiaciones de color y un método para producir el filtro de color, y proporcionar un sensor de imagen de estado sólido que incluye el filtro de color.

20

Este documento propone el uso de una composición sensible a la radiación de color para un filtro de color, que incluye (A) un pigmento, (B) un iniciador de fotopolimerización, y (C) un compuesto polimerizable, en el que la composición sensible a la radiación de color satisface las siguientes condiciones: cuando una radiación de color capa de composición de -sensible se forma a partir de la composición sensible a la radiación de color tal que la transmitancia espectral a 600 nm se convierte en 30%, la capa de composición sensible a la radiación de color incluye las siguientes características: (1) transmitancia espectral a 400 nm es 20% o menos; (2) la transmitancia espectral a 550 nm es 10% o menos; (3) la transmitancia espectral a 700 nm es 70% o más; (4) una longitud de onda que resulta en 50% de transmitancia espectral se encuentra en un intervalo de 650 nm a 680 nm; y (5) un espesor de película de la capa de composición sensible a la radiación de color se encuentra en un intervalo de 0,55 a 1,8 micrómetros.

35 El documento US20100102283 describe un filtro de color para proporcionar un mejor

rendimiento de color, en particular con un dispositivo de visualización electrónica de banda ancha de emisión y una pantalla que contiene el filtro. Mejora de rendimiento de color incluye el aumento de la transmitancia, la mejora de la luminancia y propiedades relacionadas, tales como la mejora de 1931 CIE coordenadas x, y de cromaticidad y una mejor forma de la curva espectral. Este objeto se consigue mediante un filtro de color que comprende una mezcla de un pigmento de ftalocianina fluorado que tiene una absorbancia máxima entre 600 a 700 nm y al menos un segundo pigmento con una absorbancia máxima de menos de 620 nm. Una realización deseable es un filtro de color verde en el que el segundo pigmento tiene su máximo de absorción a una longitud de onda de 400 a 500 nm. En particular, este objeto se consigue mediante un filtro de color verde que comprende un pigmento de ftalocianina fluorado que tiene su máximo de absorción a una longitud de onda de 600 a la capa de filtro de 700 nm en el que al menos 85% en volumen de las partículas de pigmento tienen una es el tamaño de partícula inferior a 2750 nm y preferiblemente en el que al menos el 80% en volumen tiene un tamaño de partícula inferior a 100 nm.

En el documento US2010243970 Se proporciona una matriz de negro de resina altamente fiable, que tiene suficientes características de la luz de bloqueo, suprime el aumento de temperatura debido al calor generado por un elemento TFT y no tiene fallos de un elemento de sustrato TFT y la fluctuación en la unidad de cristal líquido. La transmitancia de luz máxima de la matriz de negro de resina en un intervalo de longitud de onda de 400 nm-700 nm se permite ser 1% o menos y la transmitancia media de la luz en un rango de longitud de onda de 850 nm-3000 nm para ser 60% o superior. Alternativamente, la transmisión de la luz mínima está permitido para ser 50% o más.

Finalmente, el documento US2008112069 describe Una pantalla electrónica que contiene una fuente de luz y un conjunto de filtro de color, el conjunto que comprende el filtro de color: un filtro de color verde que tiene una capa de filtro de color verde que comprende una primera pigmento que tiene su máximo de absorción a una longitud de onda 600 a 700 nm en el que al menos 90 por ciento en volumen de las primeras partículas de pigmento tienen un tamaño de partícula inferior a 300 nm, y un segundo pigmento que tiene su máximo de absorción a una longitud de onda de 400 a 500 nm en el que al menos 90 por ciento en volumen de las segundas partículas de pigmento tienen un tamaño de partícula inferior a 300 nm, y en el que la capa de filtro verde

tiene una transmitancia de 60% o más a la longitud de onda de 520 nm y de no más de 10% a una longitud de onda de 480 nm y de no más de 10% a una longitud de onda de 590 nm; un filtro de color azul que tiene una capa de filtro azul; un filtro de color rojo que tiene una capa de filtro de color rojo; y en el que la gama de color definido por la pantalla electrónica tiene una NTSCx%, relación y mayor que 88%.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Es un objeto de la presente invención un dioptrio bloqueante de las longitudes de onda corta comprendidas entre los 380 y los 590 nm que presentan distintos aspectos y realizaciones, todas ellas enlazadas por el concepto inventivo común del bloqueo de las longitudes de onda corta y media comprendidas en los citados rangos del espectro de luz visible.

El problema técnico que soluciona la presente invención es la reducción del riesgo en el daño ocular en el sistema visual del usuario, especialmente debido al uso intensivo de pantallas de visualización utilizadas en los dispositivos electrónicos. Este problema técnico se resuelve mediante distintos aspectos de la invención como un dioptrio, un método de bloqueo, un método de bloqueo implementado por ordenador, una pantalla que incorpora el dioptrio, un método de fabricación de pantallas y un dispositivo electrónico portátil configurado para el bloqueo de longitudes de onda corta de acuerdo con las reivindicaciones independientes que acompañan a la presente memoria descriptiva y que se incorpora aquí por referencia a las mismas. Realizaciones particulares de los distintos aspectos de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes y quedan igualmente incorporadas en esta descripción por referencia.

El concepto inventivo común a todos los distintos aspectos y realizaciones de la presente invención es, precisamente, el bloqueo de las longitudes de onda corta y media entre 380-590 nm. El documento PCT/ES2013/070222 comprende la protección entre 380 y 500 nm y es necesario extender la protección hasta los 590 nm sin desvirtuar la protección en el rango anterior. Esta extensión permite aumentar aún más la vida de las células de la retina, mejorando el sistema ocular del usuario en todos los rangos de longitudes de onda corta y media.

A lo largo de la descripción y las reivindicaciones la palabra "comprende" y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos y dibujos se proporcionan a modo de ilustración, y no se pretende que restrinjan la presente invención. Además, la presente invención cubre todas las posibles combinaciones de realizaciones particulares y preferidas aquí indicadas.

10 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

A continuación se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

15

FIG 1 - Muestra distintas gráficas de emisión para productos electrónicos comerciales con pantalla tipo LED que se describen en el estado de la técnica actual.

20

FIG 2 - Muestra una gráfica con el porcentaje de transmitancia del cristalino en función de la edad de acuerdo con lo descrito en [Brainard, G.C. et al. "Action spectrum for melatonin regulation in humans: Evidence for a novel circadian photoreceptor", Journal of Neuroscience (2001)].

25

FIG 3 - Muestra la absorbancia selectiva del elemento bloqueante de longitudes de onda corta entre 380-500 nm de la presente invención para tres ejemplos de personas de edades distintas: 25 años (Fig.3a), 45 años (Fig.3b) y 76 años (Fig.3c) de acuerdo con el estado de la técnica.

30

FIG 4 - Muestra una vista de la fuente de iluminación tipo LED empleada para el ejemplo que ilustra la presente invención. A. Representación esquemáticamente el dispositivo de iluminación sin y con el elemento bloqueante de longitudes de onda corta entre 380-500 nm. B. Curvas espectrales de emisión de cada uno de los LED utilizados. C. Diseño de la placa de pocillos donde se sembraron las células; todo ello de acuerdo con el estado de la técnica.

35

FIG 5 - Muestra una gráfica con el efecto de la luz LED y el efecto foto-protector de un elemento bloqueante que absorbe selectivamente las longitudes de onda

corta entre 380-500 nm sobre la viabilidad celular, indicativo de la supervivencia celular en células del epitelio pigmentario de la retina humana; todo ello de acuerdo con el estado de la técnica.

- 5 FIG 6 - Muestra el efecto de la luz LED y el efecto foto-protector de un elemento bloqueante que absorbe selectivamente las longitudes de onda corta entre 380-500 nm sobre la activación de la histona H2AX humana, indicativo del daño en el ADN en células del epitelio pigmentario de la retina humana; todo ello de acuerdo con el estado de la técnica.
- 10 FIG 7 - Muestra el efecto de la luz LED y efecto foto-protector de un elemento bloqueante que absorbe selectivamente las longitudes de onda corta entre 380-500 nm sobre la activación de la caspasa 3,7, indicativo de apoptosis en células del epitelio pigmentario de la retina humana; todo ello de acuerdo con el estado de la técnica.
- 15 FIG 8 - Muestra una gráfica con el daño mitocondrial con y sin dioptrio bloqueante de longitudes de onda corta entre los 380-590 nm de acuerdo con la presente invención.
- FIG 9 - Muestra una gráfica con el efecto protector del dioptrio con y sin dioptrio bloqueante de longitudes de onda corta entre los 380-590 nm de acuerdo con la presente invención.
- 20 FIG 10 - Muestra un esquema de un dispositivo electrónico portátil como el que puede ser utilizado en la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN Y EJEMPLOS DE USO

- 25 La presente invención tiene por objeto un dioptrio bloqueante de longitudes de onda corta y media entre 380-590nm en donde el daño mitocondrial es muy alto, en combinación con un dioptrios de longitudes de onda corta comprendidas entre 380-500nm.
- 30 Para evaluar la viabilidad del dioptrio se ha establecido un ensayo que consistió en la realización de dos experimentos: un primer experimento sin dioptrio y un segundo experimento con dioptrio.

35 En el experimento sin dioptrio, el primer día se sembraron las células del epitelio pigmentario de la retina (RPE) en placas de ensayo y el día 2 se inició la foto-

exposición. El dispositivo de foto-exposición contenía cuatro LED, cada uno en compartimentos aislados:

LED azul – Emite luz en la longitud de onda de 468 nm.

5 LED verde – Emite luz en la longitud de onda de 525 nm.

LED rojo – Emite luz en la longitud de onda de 616 nm.

LED blanco – Emite en el espectro visible a 5400°K.

Se realizaron tres ciclos de foto-exposición. Cada ciclo comprendía 12 horas de foto-
10 exposición seguidas de un periodo de recuperación de 12 horas. Antes del ciclo de la foto-exposición la fuente se precalentaba durante 15 minutos. Todos los días se añadieron células en medio fresco. El día 5 del experimento se finalizó el mismo. Se aplicaron las sondas y los anticuerpos y se realizaron las lecturas.

15 Para el segundo experimento con dioptrio se siguió la metodología del primer experimento pero se interpusieron unos dioptrios entre la fuente de iluminación y las células RPE. Los dioptrios que se colocaron sobre el soporte que separa las células de la fuente de luz siguieron el siguiente orden:

20 FUENTE DE LUZ

DIOPTRIO DE LONGITUDES DE ONDA CORTA (380-500 nm)

DIOPTRIO DE LONGITUDES DE ONDA MEDIA (500-590 nm)

FILTRO UV TRANSPARENTE

CÉLULAS RPE

25

Como se ha indicado, un dioptrio es una superficie que separa dos medios de distinto índice de refracción. Los dioptrios de onda corta y media conforman por tanto dos dioptrios independientes que, combinados sus efectos, conforman el dioptrio objeto de la invención en su realización más básica. El filtro UV no se considera parte de la
30 presente invención. Por otro lado, su presencia no afecta al estudio en el espectro visible.

Se ha comprobado que entre las funciones de las mitocondrias destaca su participación en los mecanismos de muerte celular por apoptosis, donde la
35 permeabilización de la membrana externa mitocondrial y la liberación de proteínas

importantes del espacio intermembranal de la mitocondria son características importantes que definen este proceso. Específicamente proteínas pro-apoptóticas tales como Citocromo C, entre otras, son liberadas durante estadios tempranos de la apoptosis.

5

Tetramethylrhodamine, methyl ester TMRM es una sonda catiónica fluorescente que, al entrar en la célula, es rápidamente secuestrada por la mitocondria acumulándose en una forma cargada negativamente. La señal fluorescente emitida por esta sonda puede ser correlacionada directamente con el potencial de membrana interna de la mitocondria. La disminución de la fluorescencia o bien su desaparición indica pérdida de la integridad de la membrana mitocondrial, en definitiva daño celular.

10

El experimento de toxicidad se realizó después de que las células fuesen incubadas en presencia de luz de diferente longitud de onda diseñada en el experimento, durante 3 ciclos de exposición y reposo 12 horas. Una vez concluida la incubación, las células se lavaron con PBS y se añadieron las sondas fluorescentes TMRM; para medir el potencial de membrana de la mitocondria respectivamente. Las sondas se añadieron a una concentración de 1:1000, durante 30 minutos. Una vez finalizada la incubación se lavaron las células con PBS y la fluorescencia emitida por las células se leyó utilizando un microscopio de fluorescencia BD Pathway 855. La fluorescencia producida por la sonda TMRM (potencial de membrana de la mitocondria) a 594 nm.

15

20

Los resultados se muestran en la FIG.8. En esta gráfica se presentan las barras que representan la intensidad de fluorescencia, relacionada de forma directamente proporcional con el daño en la membrana. Los porcentajes expresan la disminución del daño en membrana cuando se interpone el dioptrio.

25

Para realizar el cálculo del efecto protector se han normalizado los resultados para cada tipo de LED de forma independiente respecto al daño obtenido sin dioptrio. Así, el daño mitocondrial detectado en las células expuestas sin filtro se consideró como el 100% del daño que podría provocar un determinado LED. El efecto protector del dioptrio se calcula en porcentaje, en función de las células que podrían sufrir daño fototóxico y que presentan alteraciones mitocondriales.

30

Por ejemplo, en el caso del LED azul, durante la exposición sin dioptrio se obtiene un

35

daño mitocondrial de 0,4 considerándose éste como el 100% (normalizado a 1) del daño que podría producir la emisión de este LED. Al interponer los dioptrios el daño se reduce a 0,1 es decir, al interponer los dioptrio, sólo el 25% de las células sufren alteraciones mitocondriales (frente al 75% de células que no sufren alteraciones). Esto
5 significa que el dioptrio evita daños mitocondriales en el 75% de los casos que, si no fuera por la protección, las células entrarían en proceso de apoptosis por daño mitocondrial.

En la FIG.9 se muestra el efecto protector del dioptrio empleado en el ensayo, donde
10 las barras representan la intensidad de la fluorescencia que representa la integridad de membrana mitocondrial. Los porcentajes expresan las proporciones de células viables al interponer el dioptrio. Los porcentajes están normalizados respecto al control (i.e. células sin exposición).

15 Como se ha indicado en el ejemplo anterior se ha indicado el ejemplo más simple de un dioptrio de acuerdo con la presente invención que consiste en:

- a) un primer dioptrio con un primer pigmento distribuido en su superficie
 - i) donde dicho primer pigmento tiene una densidad óptica con una absorción selectiva de longitudes de onda corta comprendidas entre 380 nm y
20 500 nm entre un umbral máximo y un umbral mínimo de absorción; y
- b) un segundo dioptrio con un segundo pigmento distribuido en su superficie
 - i) donde dicho segundo pigmento tiene una densidad óptica con una absorción selectiva de longitudes de onda corta comprendida entre 500 nm y
25 590 nm entre un umbral máximo y un umbral mínimo de absorción.

Lógicamente, el primer y segundo pigmento no indica un orden, pudiendo estar mezclados entre sí, separados por capas o de cualquier otra forma en la que sus efectos se combinen.

30 No obstante, esta es sólo una de las posibles realizaciones que tiene el dioptrio, incluyendo realizaciones mediante software, que permite bloquear el rango de longitudes de onda corta deseadas (380-590 nm) sin reducir de manera generalizada la intensidad total o cantidad de luz total que emita la fuente, que en dispositivos electrónicos portátiles es una pantalla de visualización, normalmente de tipo LED.

35

En general, todas las realizaciones tienen que cumplir con una serie de factores (tabla 5) a los que se les dota de un peso máximo y mínimo para establecer, precisamente, los umbrales máximos y mínimos de absorbancia para cada individuo o grupo de individuos (cuando puedan ser agrupables). Se podría pensar que no tiene por qué haber un rango máximo y mínimo de la absorbancia y bloquear totalmente el paso de las longitudes de onda corta y media comprendidas entre los 380 y los 590 nm. No obstante, el bloqueo total de la luz en esos rangos produce efectos tanto en la visibilidad a través del dioptrio, como en el propio ciclo circadiano del individuo, por lo que es obligatorio establecer un rango máximo y mínimo de la absorbancia sin llegar a un total bloqueo de las longitudes de onda corta y media. Además, el precisar de forma individualizada o grupal los umbrales permite ajustar el óptimo de bloqueo de las longitudes de onda corta y media, permitiendo de este modo minimizar los efectos negativos sobre la visualización y el ciclo circadiano del individuo.

En personas con patología retiniana y/o edad mayor de 75 años, en situaciones que la absorción recomendada supere el 75% para las longitudes de onda entre 380 y 590 nm se recomienda añadir un atenuador de entre 20 – 50% para el resto de las bandas (590 – 700 nm), para pantallas de televisión o para aquellas pantallas que no puede regular la intensidad de emisión.

Factor	Grado	Límite máximo (%)	Límite mínimo (%)
Edad (años)	0-9	10	4
	10-19	9	5
	20-39	9	5
	40-59	12	6
	60-79	15	7
	> 79	20	10
Tipos de dispositivo usados (distancia de trabajo)	Smartphones (25-40 cm)	5	2
	Tablets (25-40 cm)	5	2
	Pantallas de ordenador (41-70cm)	3	1
	Pantallas de televisión	3	1

		(>70 cm)		
Tiempo de exposición total (horas)	< 3	4	3	
	3-5	5	4	
	6-8	6	5	
	9-10	7	5	
	> 10	7	5	
Condiciones de menor iluminación ambiente durante el uso de los dispositivos (cd/m ²)	Fotópica (>5)	2	1	
	Mesópica (0.005-5)	5	2	
	Escotópica (<0.005)	10	4	
Patologías retinianas				
Patología	Estadío leve	50	30	
	Estadío moderado	60	40	
	Estadío grave	70	50	
	Patologías corneales			
	Estadío leve	20	10	
	Estadío moderado	30	20	
	Estadío grave	40	30	
	Patologías palpebrales	8	5	
	Patologías conjuntivales	8	5	
Patologías esclerales	8	5		
Glaucoma	20	10		
Pseudofáquica/Afaquia	30	10		

Tabla 5

La suma de los distintos factores que se indican a modo de ejemplo en la tabla 5 es lo que da como resultado un umbral máximo y mínimo de absorbancia que permiten maximizar la protección y minimizar las alteraciones en el ciclo circadiano y en la visualización de los objetos a través del dioptrio.

Así para un usuario de 38 años (máximo 9, mínimo 5) que trabaje mediante un

ordenador (3/1) con un tiempo de exposición a la fuente de iluminación de más de 10 horas (7/5) ambiente del lugar donde interactúa el usuario con la fuente de iluminación tipo LED fotópica (2/1) y sin patologías, tendríamos una absorbancia máxima en el rango de 380-500 nm de (9+3+7+2) un 21%, mientras que el mínimo de absorbancia sería del 12%. Sin embargo, si este mismo individuo utiliza varios dispositivos electrónicos (ordenador, tablet y smartphone) durante más de 10 horas en ambientes de alta y baja iluminación el rango de absorbancias recomendado variará en un 10% para el máximo y en un 4% para el mínimo. Por su parte si el individuo presentase una patología retiniana moderada y estuviese expuesto a la televisión durante 3-5 horas al día en condiciones de alta iluminación el rango de absorbancias recomendado también variará de acuerdo con el sumatorio indicado.

Los ejemplos y realizaciones prácticas para conseguir esta absorbancia selectiva varían ya que puede ser un sustrato multicapa (como elemento protector externo de una pantalla tipo LED), un revestimiento (gel, espuma, emulsión, solución, disolución o mezcla) con un pigmento de una densidad óptica determinada, o bien mediante una reducción por software de la emisión en el espectro de 380 – 590 nm.

Un dioptrio también es uno seleccionado entre: lente intraocular, lente de contacto, lente oftálmica, un filtro en ventanas de edificios y/o vehículos, una lente solar sin y/o con superficie espejada, una lente para protección de soldadura o una capa intermedia insertada en una pantalla de visualización y configurada para bloquear las emisiones en las longitudes de onda corta y media comprendidas entre 380-590 nm.

En todos estos casos estamos en la misma situación que en el dioptrio descrito, es decir, incluyendo un pigmento bloqueante de longitudes de onda media además de un pigmento bloqueantes de longitudes de onda corta, de tal forma que se obtenga un resultado similar al descrito en los ensayos.

De acuerdo con los resultados indicados en los ensayos de las figuras 8-9, queda demostrada que la reducción de la emisión provocada por fuentes de iluminación como las que incorporan las pantallas de visualización de dispositivos móviles (normalmente de tipo LED aunque no exclusivamente) en el espectro comprendido entre los 380-590 nm es beneficiosa, solucionando así el problema técnico descrito con anterioridad.

En todas las realizaciones anteriores se incluye un segundo dioptrio para longitudes de onda media comprendidas entre los 500 nm y los 590 nm que reduce el efecto de las longitudes de onda media en el rango del verde que, como se ha indicado, presenta un rango de mortalidad celular también muy alto.

A continuación se describe un ejemplo práctico de realización de un dispositivo electrónico portátil (100) como el que puede ser empleado en la presente invención de acuerdo con algunas realizaciones prácticas se muestra en la figura 10. Más concretamente, el dispositivo 100 electrónico portátil de la invención incluye una memoria 102, un controlador 104 de memoria, una o más unidades 106 de procesamiento (CPU), una interfaz 108 de periféricos, un sistema 112 de circuitos de RF, un sistema 114 de circuitos de audio, un altavoz 116, un micrófono 118, un subsistema 120 de entrada/salida (I/O), una pantalla 126, preferentemente de tipo LED sin excluir otras realizaciones prácticas, otros dispositivos 128 de entrada o de control y un puerto 148 externo. Estos componentes se comunican sobre uno o más buses de comunicación o líneas 110 de señales. El dispositivo 100 puede ser cualquier dispositivo electrónico portátil, incluyendo, aunque no en sentido limitativo, un ordenador portátil, un ordenador de tableta, un teléfono móvil, un reproductor de medios, un asistente digital personal (PDA), o similar, incluyendo una combinación de dos o más de estos artículos. Debe apreciarse que el dispositivo 100 es sólo un ejemplo de un dispositivo 100 electrónico portátil y que el dispositivo 100 puede tener más o menos componentes que los mostrados o una configuración diferente de componentes. Los diferentes componentes mostrados en la figura 1 pueden implementarse en hardware, software o en una combinación de ambos, incluyendo uno o más circuitos integrados de aplicación específica y/o de procesamiento de señales. Del mismo modo, se ha definido la pantalla 126 como LED, aunque la invención puede implementarse igualmente en dispositivos con una pantalla estándar.

La memoria 102 puede incluir una memoria de acceso aleatorio de alta velocidad y también puede incluir una memoria no volátil, tal como uno o más dispositivos de almacenamiento en disco magnético, dispositivos de memoria flash u otros dispositivos de memoria de estado sólido no volátil. En algunas realizaciones, la memoria 102 puede incluir además un almacenamiento situado de forma remota con respecto al uno o más procesadores 106, por ejemplo un almacenamiento conectado a

una red al que se accede a través del sistema 112 de circuitos de RF o del puerto 148 externo y una red de comunicaciones (no mostrada) tal como Internet, intranet(s), redes de área local (LAN), redes de área local extendidas (WLAN), redes de área de almacenamiento (SAN) y demás, o cualquiera de sus combinaciones adecuadas. El acceso a la memoria 102 por otros componentes del dispositivo 100, tales como la CPU 106 y la interfaz 108 de periféricos, puede controlarse mediante el controlador 104 de memoria.

La interfaz 108 de periféricos conecta los periféricos de entrada y salida del dispositivo a la CPU 106 y a la memoria 102. Uno o más procesadores 106 ejecutan diferentes programas de software y/o conjuntos de instrucciones almacenados en la memoria 102 para realizar diferentes funciones del dispositivo 100 y para el procesamiento de datos.

En algunas realizaciones, la interfaz 108 de periféricos, la CPU 106 y el controlador 104 de memoria pueden implementarse en un único chip, tal como un chip 111. En algunas otras realizaciones, pueden implementarse en varios chips.

El sistema 112 de circuitos de RF (radiofrecuencia) recibe y envía ondas electromagnéticas. El sistema 112 de circuitos de RF convierte las señales eléctricas en ondas electromagnéticas y viceversa y se comunica con las redes de comunicaciones y otros dispositivos de comunicaciones a través de las ondas electromagnéticas. El sistema 112 de circuitos de RF puede incluir un sistema de circuitos ampliamente conocido para realizar estas funciones, incluyendo aunque no en sentido limitativo, un sistema de antena, un transceptor de RF, uno o más amplificadores, un sintonizador, uno o más osciladores, un procesador de señales digitales, un conjunto de chips CODEC, una tarjeta de módulo de identidad de abonado (SIM), una memoria, etc. El sistema 112 de circuitos de RF puede comunicarse con redes, tales como Internet, también denominada World Wide Web (WWW), una Intranet y/o una red inalámbrica, tal como una red telefónica celular, una red de área local inalámbrica (LAN) y/o una red de área metropolitana (MAN) y con otros dispositivos mediante comunicación inalámbrica. La comunicación inalámbrica puede utilizar cualquiera de una pluralidad de normas, protocolos y tecnologías de comunicaciones, incluyendo, aunque no en sentido limitativo, el sistema global para comunicaciones móviles (GSM), el entorno GSM de datos mejorado (EDGE), el

acceso múltiple por división de código de banda ancha (W-CDMA), el acceso múltiple por división de código (CDMA), el acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), Bluetooth, fidelidad inalámbrica (Wi-Fi) (por ejemplo, IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g y/o IEEE 802.11n), protocolo de voz sobre Internet (VoIP), Wi-MAX, un
5 protocolo para correo electrónico, mensajería instantánea y/o servicio de mensajes cortos (SMS) o cualquier otro protocolo de comunicación adecuado, incluyendo protocolos de comunicación aún no desarrollados en la fecha de presentación de este documento.

10 El sistema 114 de circuitos de audio, el altavoz 116 y el micrófono 118 proporcionan una interfaz de audio entre un usuario y el dispositivo 100. El sistema 114 de circuitos de audio recibe datos de audio de la interfaz 108 de periféricos, convierte los datos de audio en una señal eléctrica y transmite la señal eléctrica al altavoz 116. El altavoz
15 convierte la seña eléctrica en ondas de sonido audibles para el ser humano. El sistema 114 de circuitos de audio también recibe señales eléctricas convertidas por el micrófono 116 a partir de ondas de sonido. El sistema 114 de circuitos de audio convierte la señal eléctrica en datos de audio y transmite los datos de audio a la interfaz 108 de periféricos para su procesamiento. Los datos de audio pueden recuperarse y/o transmitirse a la memoria 102 y/o al sistema 112 de circuitos de RF
20 mediante la interfaz 108 de periféricos. En algunas realizaciones, el sistema 114 de circuitos de audio incluye también una conexión de auriculares (no mostrada). La conexión de auriculares proporciona una interfaz entre el sistema 114 de circuitos de audio y periféricos de entrada/salida de audio desmontables, tales como auriculares de sólo salida o un auricular tanto de salida (auriculares para uno o ambos oídos) como
25 de entrada (micrófono).

El subsistema 120 de I/O proporciona la interfaz entre los periféricos de entrada/salida del dispositivo 100, tal como la pantalla 126 LED y otros dispositivos 128 de entrada/control, y la interfaz 108 de periféricos. El subsistema 120 de I/O incluye un
30 controlador 122 de pantalla LED y uno o más controladores 124 de entrada para otros dispositivos de entrada o de control. El o los controladores 124 de entrada recibe(n)/envía(n) señales eléctricas desde/hacia otros dispositivos 128 de entrada o de control. Los otros dispositivos 128 de entrada/control pueden incluir botones físicos (por ejemplo botones pulsadores, botones basculantes, etc.), diales, conmutadores
35 deslizantes, y/o medios de localización geográfica 201, como GPS o equivalentes.

La pantalla 126 LED en esta realización práctica proporciona tanto una interfaz de salida como una interfaz de entrada entre el dispositivo y un usuario. El controlador 122 de la pantalla LED recibe/envía señales eléctricas desde/hacia la pantalla 126 LED. La pantalla 126 LED muestra la salida visual al usuario. La salida visual puede incluir texto, gráficos, vídeo y cualquiera de sus combinaciones. Parte o toda la salida visual puede corresponderse con objetos de interfaz de usuario, cuyos detalles adicionales se describen posteriormente.

La pantalla 126 LED también acepta entradas de usuario basándose en el contacto háptico. La pantalla 126 LED forma una superficie sensible al contacto que acepta las entradas del usuario. La pantalla 126 LED y el controlador 122 de la pantalla LED (junto con cualquiera de los módulos asociados y/o conjuntos de instrucciones de la memoria 102) detecta el contacto (y cualquier movimiento o pérdida de contacto) sobre la pantalla 126 LED y convierte el contacto detectado en interacción con los objetos de interfaz de usuario, tales como una o más teclas programables que se muestran en la pantalla LED. En una realización a modo de ejemplo, un punto de contacto entre la pantalla 126 LED y el usuario se corresponde con uno o más dedos del usuario.

20

La pantalla 126 LED es o puede ser formada por una pluralidad de diodos emisores de luz y más concretamente formada por LED blancos, aunque en otras realizaciones pueden ser otro tipo de emisores LED.

La pantalla 126 LED y el controlador 122 de pantalla LED pueden detectar el contacto y cualquier movimiento o falta del mismo utilizando cualquiera de una pluralidad de tecnologías de sensibilidad de contacto, incluyendo, aunque no en sentido limitativo, tecnologías capacitivas, resistivas, de infrarrojos y de ondas acústicas de superficie, así como otras disposiciones de sensores de proximidad u otros elementos para determinar uno o más puntos de contacto con la pantalla 126 LED.

30

El dispositivo 100 también incluye un sistema 130 de alimentación para alimentar los diferentes componentes. El sistema 130 de alimentación puede incluir un sistema de gestión de energía, una o más fuentes de alimentación (por ejemplo baterías, corriente alterna (CA)), un sistema recargable, un circuito de detección de fallos de

35

alimentación, un convertidor o inversor de energía, un indicador del estado de la energía (por ejemplo, un diodo emisor de luz (LED)) y cualquier otro componente asociado con la generación, gestión y distribución de la energía en dispositivos portátiles.

5

En algunas realizaciones, los componentes de software incluyen un sistema 132 operativo, un módulo 134 (o conjunto de instrucciones) de comunicación, un módulo 138 (o conjunto de instrucciones) de contacto/movimiento, un módulo 140 (o conjunto de instrucciones) gráfico, un módulo 144 (o conjunto de instrucciones) del estado de la interfaz de usuario y una o más aplicaciones 146 (o conjunto de instrucciones).

10

El sistema 132 operativo (por ejemplo, Darwin, RTXC, LINUX, UNIX, OS X, WINDOWS, o un sistema operativo embebido tal como VxWorks), incluye diferentes componentes de software y/o controladores para controlar y gestionar las tareas generales del sistema (por ejemplo, la gestión de memoria, el control de los dispositivos de almacenamiento, la gestión de la energía, etc.) y facilita la comunicación entre los diferentes componentes del hardware y del software.

15

El módulo 134 de comunicación facilita la comunicación con otros dispositivos a través de uno o más puertos 148 externos e incluye también diferentes componentes de software para gestionar los datos recibidos por el sistema 112 de circuitos de RF y/o el puerto 148 externo. El puerto 148 externo (por ejemplo, un bus serie universal (USB), FIREWIRE, etc.) está adaptado para conectarse directamente a otros dispositivos o indirectamente a través de una red (por ejemplo, Internet, LAN inalámbricas, etc.).

20

25

El módulo 138 de contacto/movimiento detecta el contacto con la pantalla 126 LED, junto con el controlador 122 de la pantalla LED. El módulo 138 de contacto/movimiento incluye diferentes componentes de software para realizar diferentes operaciones relacionadas con la detección del contacto con la pantalla 126 LED, tales como determinar si se ha producido el contacto, determinar si hay movimiento del contacto y realizar un seguimiento del movimiento a través de la pantalla LED, y determinar si se ha interrumpido el contacto (es decir, si el contacto ha cesado). La determinación del movimiento del punto de contacto puede incluir determinar la velocidad (magnitud), la velocidad (magnitud y dirección) y/o la aceleración (incluyendo magnitud y/o dirección) del punto de contacto. En algunas realizaciones, el módulo 126 de

30

35

contacto/movimiento y el controlador 122 de la pantalla LED también detectan el contacto sobre la almohadilla LED.

5 El módulo 140 gráfico incluye diferentes componentes de software conocidos para mostrar y visualizar gráficos en la pantalla 126 LED. Obsérvese que el término "gráficos" incluye cualquier objeto que pueda mostrarse a un usuario incluyendo, aunque no en sentido limitativo, texto, páginas Web, iconos (tales como objetos de interfaz de usuario que incluyan teclas programables), imágenes digitales, vídeos, animaciones y similares.

10

En algunas realizaciones, el módulo 140 gráfico incluye un módulo 142 de intensidad óptica. El módulo 142 de intensidad óptica controla la intensidad óptica de los objetos gráficos, tales como los objetos de interfaz de usuario, mostrados en la pantalla 126 LED. El control de la intensidad óptica puede incluir el aumento o la disminución de la intensidad óptica de un objeto gráfico. En algunas realizaciones, el aumento o la disminución pueden seguir funciones predeterminadas.

20 El módulo 144 de estado de interfaz de usuario controla el estado de la interfaz de usuario del dispositivo 100. El módulo 144 de estado de interfaz de usuario puede incluir un módulo 150 de bloqueo y un módulo 152 de desbloqueo. El módulo de bloqueo detecta la satisfacción de cualquiera de una o más condiciones para efectuar la transición del dispositivo 100 a un estado bloqueado de la interfaz de usuario y para efectuar la transición del dispositivo 100 al estado bloqueado. El módulo de desbloqueo detecta la satisfacción de cualquiera de una o más condiciones para efectuar la transición del dispositivo a un estado desbloqueado de la interfaz de usuario y para efectuar la transición del dispositivo 100 al estado desbloqueado.

30 La aplicación o aplicaciones 130 puede(n) incluir cualquier aplicación instalada en el dispositivo 100, incluyendo, aunque no en sentido limitativo, un navegador, una agenda de direcciones, una lista de contactos, correo electrónico, mensajería instantánea, procesamiento de textos, emulaciones de teclado, objetos gráficos, aplicaciones JAVA, encriptación, gestión de derechos digitales, reconocimiento de voz, replicación de voz, capacidad de determinación de la posición (tal como la proporcionada por el sistema de posicionamiento global (GPS)), un reproductor de música (que reproduce música grabada almacenada en uno o más archivos, tales

35

como archivos MP3 o AAC), etc.

En algunas realizaciones, el dispositivo 100 puede incluir uno o más sensores ópticos opcionales (no mostrados), tales como sensores de imágenes CMOS o CCD 200, para su uso en aplicaciones para la formación de imágenes.

El dispositivo electrónico portátil (100) que comprende una pantalla (126); uno o más procesadores (106); una memoria (102); y uno o más programas en el que el o los programas (132 a 146) están almacenados en la memoria (102) y configurados para ejecutarse mediante, al menos, el o los procesadores (106), incluyendo los programas (132 a 146) instrucciones para: calcular un umbral máximo y un umbral mínimo de las emisiones de longitudes de onda corta comprendidas entre 380 y 590 nm; reducir selectivamente la emisión de longitudes de onda corta y media comprendidas entre 380-590 nm de las fuentes de iluminación contenidas en la pantalla (126) modificando los colores en el sistema operativo o en el módulo de intensidad de color (142). Todo ello, tal y como ya ha sido indicado anteriormente.

El dispositivo electrónico portátil (100) puede ser fijo en otras realizaciones. La pantalla LED (126) puede ser en otras realizaciones cualquier pantalla de visualización que emita luz en el rango visible (RGB).

La reducción selectiva se realiza modificando los colores en el sistema operativo (134) o en el módulo de intensidad de color (142). En todo caso, también existe la posibilidad de que dicha reducción selectiva sea progresiva temporalmente de tal forma que a mayor tiempo de exposición a la pantalla (126) del dispositivo (100) mayor será la reducción. El cambio de los colores en el sistema operativo (134) puede ser automatizado mediante una aplicación que tras realizar las preguntas al usuario descritas en la tabla 5 o establecer por cualquier otro método los datos necesarios para que calcule el umbral máximo y mínimo para ese individuo en ese dispositivo móvil y actúe sobre el control RGB del S.O. (134) para que dichas emisiones sean reducidas. Esto último también se puede hacer en el módulo de intensidad de color, reduciendo la intensidad o el brillo.

Finalmente, el producto de programa informático con instrucciones configuradas para su ejecución por uno o más procesadores que, cuando son ejecutadas por un

dispositivo electrónico (100) según se ha descrito anteriormente, hacen que dicho dispositivo (100) lleve a cabo el procedimiento según el método implementado por ordenador para bloquear las longitudes de onda corta y media en fuentes de iluminación caracterizado por que comprende las etapas de: (i) calcular las emisiones de longitudes de onda corta y media comprendidas entre 380 y 590 nm; y (ii) reducir selectivamente la emisión de longitudes de onda corta y media comprendida entre 380-590 nm de los LED contenidos en la pantalla (126) en función del cálculo establecido en la etapa (i).

10 Resulta también evidente para un experto en la materia que el dispositivo electrónico puede ser portátil como en la realización descrita, o bien fijo, siempre y cuando comprenda los elementos básicos descritos para ejecutar su funcionalidad, independientemente de que alguna de sus partes sea ejecutada en local o en remoto, vía red de comunicaciones. Por ejemplo, el producto de programa informático puede ser ejecutado en una arquitectura cliente-servidor de tal forma que las emisiones puedan ser reguladas por un facultativo, mediante una aplicación de telemedicina.

El cálculo de las emisiones es función de al menos una de las siguientes variables: la edad de un usuario de una fuente de iluminación de tipo LED, la distancia de separación respecto de la fuente de iluminación tipo LED, el tamaño de la fuente de iluminación tipo LED, el tiempo de exposición a la fuente de iluminación por parte del usuario, la iluminación ambiente del lugar donde interactúa el usuario con la fuente de iluminación tipo LED y la posible patología retiniana y/o corneal.

25 Los beneficios de la invención en su realización en un dispositivo electrónico son múltiples, igual que sus aplicaciones. Por ejemplo, es beneficioso su empleo para mejorar la calidad de vida del usuario en distintas situaciones cotidianas, como por ejemplo: no afectar al metabolismo de los usuarios ni a su régimen de comidas; avisar al usuario del exceso de uso en contraposición con las horas de sueño; avisar de un uso intensivo de la mácula, es decir, de una concentración excesiva en el dispositivo, por ejemplo, por un exceso de horas de lectura, lo que puede implicar una reducción de las emisiones en función de las horas de lectura, para compensar las mismas; mejora en las tareas de concentración y rendimiento; en los entornos nocturnos de muy baja iluminación, se reduce las emisiones regulando el ciclo circadiano, lo que también redundaría en el estado de ánimo del usuario; o finalmente detectar si es un niño

para reducir emisiones o bloquear el dispositivo electrónico portátil.

Este producto de programa informático puede ser implementado físicamente en el propio hardware de la pantalla o bien en el controlador de video de un sistema informático cualquiera que comprenda una pantalla de visualización.

Tanto con el método implementado por ordenador, como con el dispositivo electrónico (100), como con el producto informático descrito se alcanza igualmente proteger la retina, la córnea y el cristalino de la acción nociva de las longitudes de onda corta y media, así como eliminar la fatiga visual, mejorar el confort y la función visual, y evitar el insomnio, objetos últimos de la invención.

Una de las posibilidades que otorga la invención es la posibilidad de cambiar el fondo de cualquier documento a uno menos agresivo para el ojo humano. Efectivamente, en la actualidad, la mayoría de los documentos tienen un fondo blanco, mientras que su contenido está en un color que ofrece un fuerte contraste, como el negro, azul, rojo o verde habitualmente. Ello está condicionado por el hecho de que los documentos electrónicos, en general, intentan imitar a los documentos escritos en papel, además de minimizar el coste de impresión de dichos documentos.

Otra de las posibilidades que otorga la invención es que en el caso de que las exposiciones a las longitudes de onda corta y media sean intermitentes o fraccionadas, se puede gestionar la exposición a la pantalla por tiempos. Del mismo modo, se puede establecer una progresión en la iluminación de la pantalla desde el inicio de la iluminación hasta alcanzar el umbral establecido para cada usuario en función de la hora del día y los estados de sueño del propio usuario, que afectan al ciclo circadiano y a la regulación de la melatonina.

No obstante, ese contraste, tal y como se ha descrito, implica una fuerte emisión de luz con un contenido nocivo para el ojo humano. Por ello, y gracias al método descrito, el método implementado por ordenador, el dispositivo y el producto informático implementan una etapa adicional de detectar el fondo del documento que visualiza el usuario y una segunda etapa de cambio de dicho fondo a uno con una emisión reducida en el espectro indicado.

35

Finalmente, cabe indicar que la invención puede ser empleada en cualquier dispositivo LED, incluidos los dispositivos OLED. Un OLED está compuesto por dos finas capas orgánicas: una capa de emisión y una capa de conducción, que a la vez están comprendidas entre una fina película que hace de terminal ánodo y otra igual que hace de cátodo. En general estas capas están hechas de moléculas o polímeros que conducen la electricidad. Sus niveles de conductividad eléctrica se encuentran entre el nivel de un aislador y el de un conductor, y por ello se los llama semiconductores orgánicos. La elección de los materiales orgánicos y la estructura de las capas determinan las características de funcionamiento del dispositivo: color emitido, tiempo de vida y eficiencia energética. Por ejemplo, esta estructura puede ser modificada para incorporar un dioptrio como el de la invención de tal forma que comprenda una capa o sustrato pigmentado que bloquee las radiaciones de onda corta y media comprendidas entre los 380-590 nm de acuerdo con las realizaciones de la invención indicadas.

La presente invención también es útil en las pantallas de grandes dimensiones tipo RGB, donde se puede emplear para bloquear selectivamente las longitudes de onda corta y media comprendidas entre los 380-590 nm.

Se ha indicado a lo largo de la presente descripción que los umbrales máximos y mínimos de absorción se calculan en función de la edad de un usuario de una fuente de iluminación de tipo LED, la distancia de separación respecto de la fuente de iluminación tipo LED, el tamaño de la fuente de iluminación tipo LED, el tiempo de exposición a la fuente de iluminación por parte del usuario, la iluminación ambiente del lugar donde interactúa el usuario con la fuente de iluminación tipo LED y la posible patología retiniana y/o corneal del usuario. No obstante, esta individualización resulta también aplicable a grupos de individuos con las mismas características.

Por otro lado, resulta evidente como llevar a cabo un programa de ordenador de acuerdo con las indicaciones de la presente invención. La forma final del programa variará en función del lenguaje de programación empleado y del sistema operativo del sistema donde se implemente, pero constará esencialmente de un algoritmo que calcule un umbral máximo y un umbral mínimo de las emisiones de longitudes de onda corta y media comprendidas entre 380 y 590 nm. Este algoritmo, en su versión más sencilla puede consistir en preguntar la edad del usuario, calcular la distancia de separación con respecto de la fuente de iluminación de tipo LED, por ejemplo, la

- pantalla, mediante una simple medición con una cámara frontal (por ejemplo, como las que disponen los teléfonos móviles en su parte delantera), la medición del tiempo de exposición a la fuente de iluminación por parte del usuario (comprobando el tiempo que está mirando la pantalla, por ejemplo, también con la cámara), conociendo la luz ambiente (todos los dispositivos móviles comprenden un sensor de luz ambiental) y preguntando al usuario por una posible patología retiniana y/o corneal del usuario. La forma más sencilla de este algoritmo puede ser directamente preguntar todos los datos al propio usuario.
- 5
- 10 Una vez calculado el umbral máximo y mínimo, el bloqueo selectivo de la emisión de longitudes de onda corta y media comprendidas entre 380-590 nm entre el umbral máximo y mínimo calculado se realiza modificando los colores en el sistema operativo (generalmente, alterando la configuración RGB de la pantalla) o en el módulo de intensidad de color (142) (i.e. reduciendo las emisiones totales de color).
- 15
- Así pues, por ejemplo, si tenemos una reducción calculada entre el 30% y el 40% el bloqueo selectivo consistirá en reducir entre un 30% y un 40% el componente G (Green, verde) o B (Blue, azul) de la fuente de iluminación en el propio sistema operativo o implementado un filtro en el módulo de intensidad de color (142) que reduzca la cantidad de color emitida dentro de esos parámetros.
- 20

REIVINDICACIONES

1. Dioptrio bloqueante de radiaciones de onda corta y media que dañan el sistema visual **caracterizado** por que comprende la combinación del efecto óptico de:

5 a) un primer pigmento con una densidad óptica con una absorción selectiva de longitudes de onda corta comprendidas entre 380 nm y 500 nm entre un umbral máximo y un umbral mínimo de absorción; y

b) un segundo pigmento con una densidad óptica con una absorción selectiva de longitudes de onda media comprendida entre 500 nm y 590 nm entre un umbral
10 máximo y un umbral mínimo de absorción;

y donde la absorción y/o la reflexión selectiva de onda corta y media comprendida entre los 380-590nm no bloquea totalmente el paso de luz visible en dicho rango.

15 2. Dioptrio de acuerdo con cualquiera de la reivindicación 1 donde el pigmento está uniformemente distribuido en el dioptrio.

3. Dioptrio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2 donde el dioptrio es un revestimiento externo en una fuente de iluminación.

20

4. Dioptrio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 que comprende un film o película multicapa y donde al menos una de las capas está pigmentada.

25 5. Dioptrio de acuerdo con la reivindicación 4 que comprende al menos una capa seleccionada entre: anti reflectante, táctil o una combinación de ambas.

6. Dioptrio de acuerdo con la reivindicación 5 donde la capa pigmentada es táctil.

30

7. Dioptrio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el dioptrio es uno seleccionado entre: lente de contacto, lente oftálmica, un filtro en ventanas de edificios y/o vehículos, una lente solar sin y/o con superficie espejada, una lente para protección de soldadura, una capa intermedia insertada en una pantalla
35 de visualización o una lente intraocular.

8. Método de bloqueo de radiaciones de longitud de onda corta y media que dañan el sistema visual caracterizado por que comprende las etapas de:

(i) seleccionar una densidad óptica media entre un umbral máximo y un umbral
5 mínimo de absorción de longitudes de onda corta comprendidas entre los 380-500 nm;

(ii) pigmentar un dioptrio en toda su superficie con un pigmento cuya
absorbancia media esté comprendida entre un umbral máximo y un umbral mínimo de
absorción en el rango de longitudes de onda corta comprendido entre 380 nm y 500
nm;

10 (iii) seleccionar una densidad óptica media entre un umbral máximo y un
umbral mínimo de absorción de longitudes de onda media comprendidas entre los 500
a 590 nm; y

(iii) pigmentar un segundo dioptrio en toda su superficie con un pigmento cuya
absorbancia media esté comprendida entre un umbral máximo y un umbral mínimo de
15 absorción en el rango de longitudes de onda corta comprendido entre 500 nm y 590
nm;

de tal forma que la absorbancia media del conjunto del primer dioptrio y
segundo dioptrio se corresponda con la densidad óptica media seleccionada sin
bloquear totalmente el paso de la luz visible en el rango comprendido entre los 380-
20 590 nm.

9. Método de acuerdo con la reivindicación 8 donde el pigmento está
uniformemente distribuido sobre la superficie del dioptrio.

25 10. Método implementado por computador de bloqueo de radiaciones de onda
corta y media que dañan el sistema visual caracterizado por que comprende las
etapas de:

(i) calcular un umbral máximo y un umbral mínimo de emisiones de longitudes
de onda corta y media comprendidas entre 380 y 590 nm;

30 (ii) bloquear selectivamente la emisión de longitudes de onda corta y media
comprendida entre 380-590 nm entre el umbral máximo y mínimo de emisiones de
onda corta y media comprendidas entre 380-590 nm;

de tal forma que la absorbancia media del conjunto se corresponde con la
densidad óptica media seleccionada sin bloquear totalmente el paso de la luz visible
35 en el rango comprendido entre los 380-590 nm.

11. Pantalla de visualización que comprende el dioptrio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6; y/u obtenida por un proceso de fabricación que comprende una etapa de reducción de la emisión de longitudes de onda corta y media comprendidas entre 380-590 nm de las fuentes de iluminación contenidas en la pantalla entre un umbral máximo y un umbral mínimo de absorción en dicho rango comprendido ente 380-590 nm sin bloquear totalmente el paso de las longitudes de onda corta y media en dicho rango.

12. Dispositivo electrónico (100) que comprende:
una pantalla (126);
uno o más procesadores (106);
una memoria (102); y
uno o más programas en el que el o los programas (132 a 146) están almacenados en la memoria (102) y configurados para ejecutarse mediante, al menos, el o los procesadores (106), incluyendo los programas (132 a 146) instrucciones para:
calcular un umbral máximo y un umbral mínimo de las emisiones de longitudes de onda corta y media comprendidas entre 380 y 590 nm;
bloquear selectivamente la emisión de longitudes de onda corta y media comprendidas entre 380-590 nm entre el umbral máximo y mínimo calculado de las emisiones de la pantalla (126) modificando los colores en el sistema operativo o en el módulo de intensidad de color (142).

13. Dispositivo (100) de acuerdo con la reivindicación 12 donde la reducción selectiva es progresiva en función del tiempo de exposición del usuario, en función de la hora del día, en función del entorno lumínico, en función de la actividad ocular, o en función de la tarea desempeñada por el usuario, y/o del estado y/o la situación psíquica y/o física del usuario.

14. Producto de programa informático con instrucciones configuradas para su ejecución por uno o más procesadores que, cuando son ejecutadas llevan a cabo el procedimiento según el método de las reivindicación 10.

15. Uso del dioptrio bloqueante de radiaciones de longitudes onda corta y media comprendidas entre los 380-590nm entre un umbral máximo y mínimo de

absorbancia de acuerdo con las reivindicaciones 1-6, y/o de la pantalla de visualización de la reivindicación 11 y/o el dispositivo (100) de acuerdo con las reivindicaciones 12-13 y/o el producto de programa informático de la reivindicación 14 para proteger la retina, la córnea y el cristalino de la acción nociva de las longitudes de onda corta y media y/o para eliminar la fatiga visual, mejorar el confort y la función visual y/o para prevenir trastornos del sueño, y/o reducir los efectos de la luz en los trastornos alimenticios y/o mejorar la capacidad de aprendizaje y rendimiento del usuario.

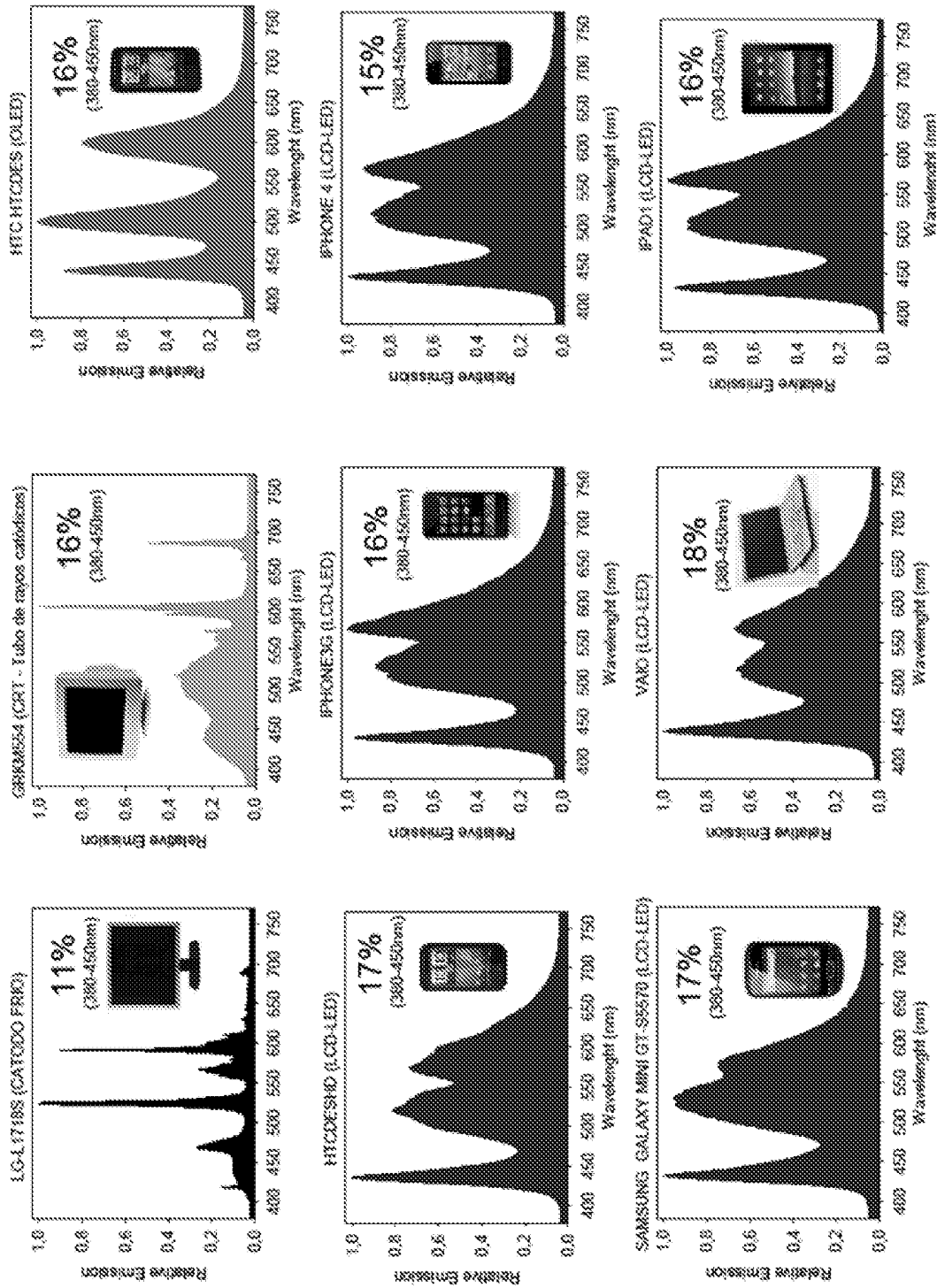


FIG.1

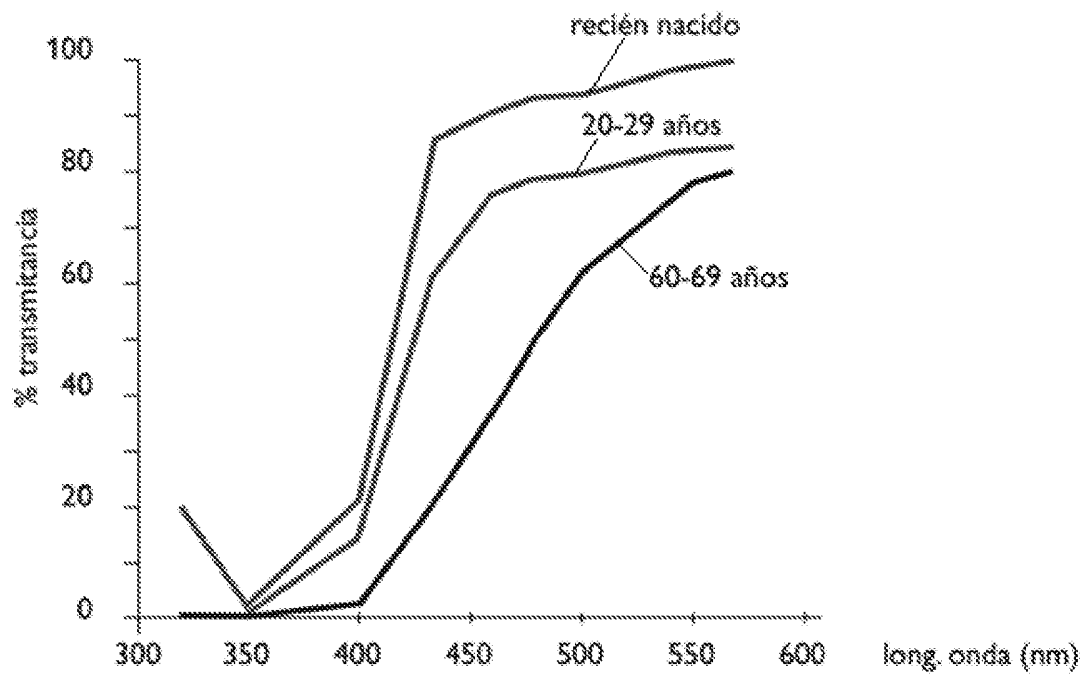


FIG.2

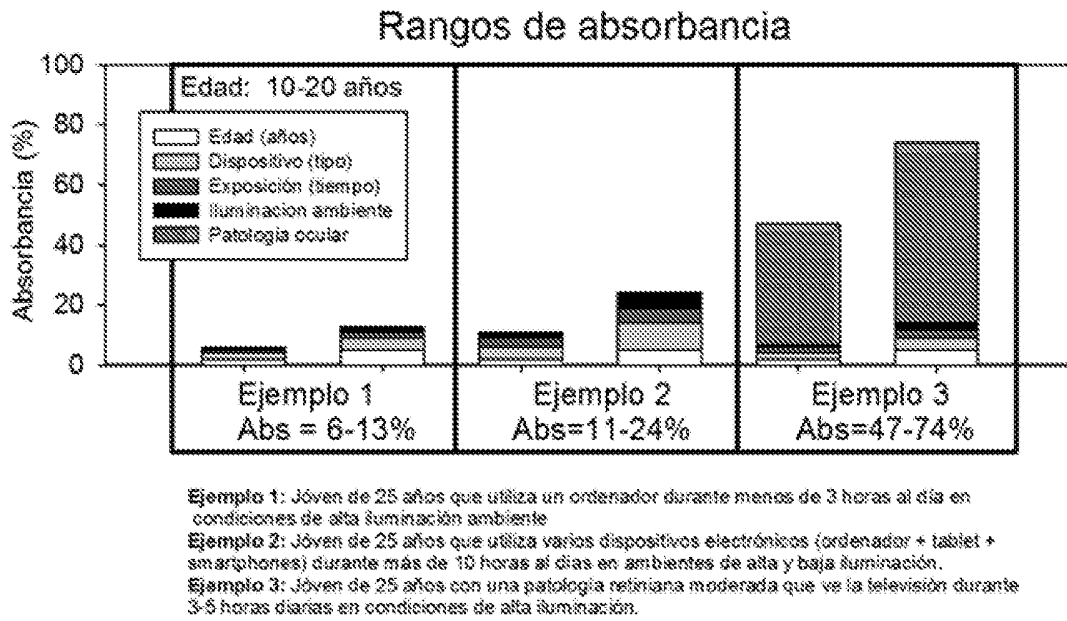


FIG.3A

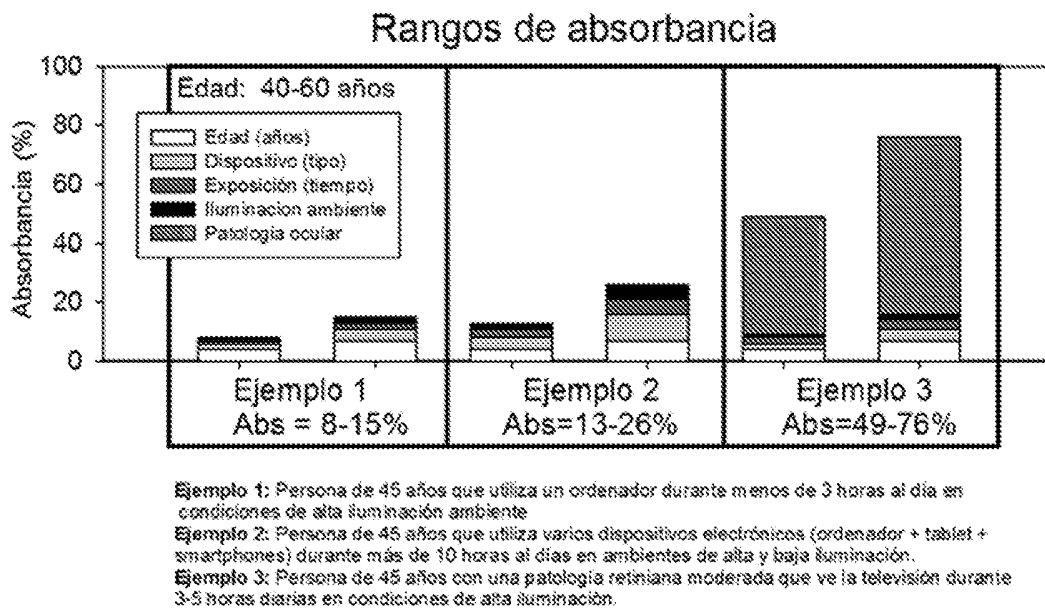


FIG.3B

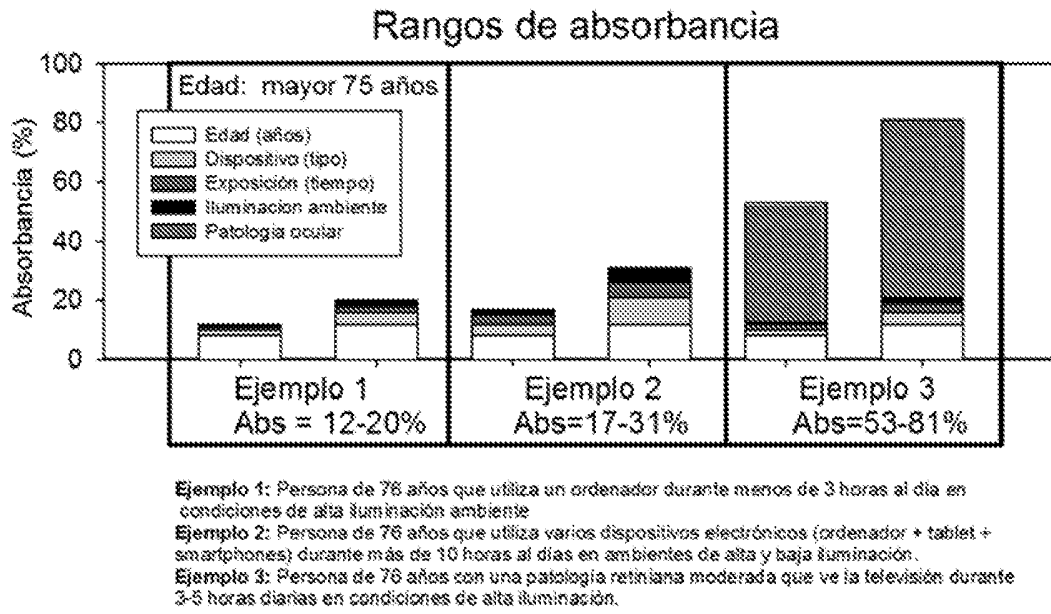


FIG.3C

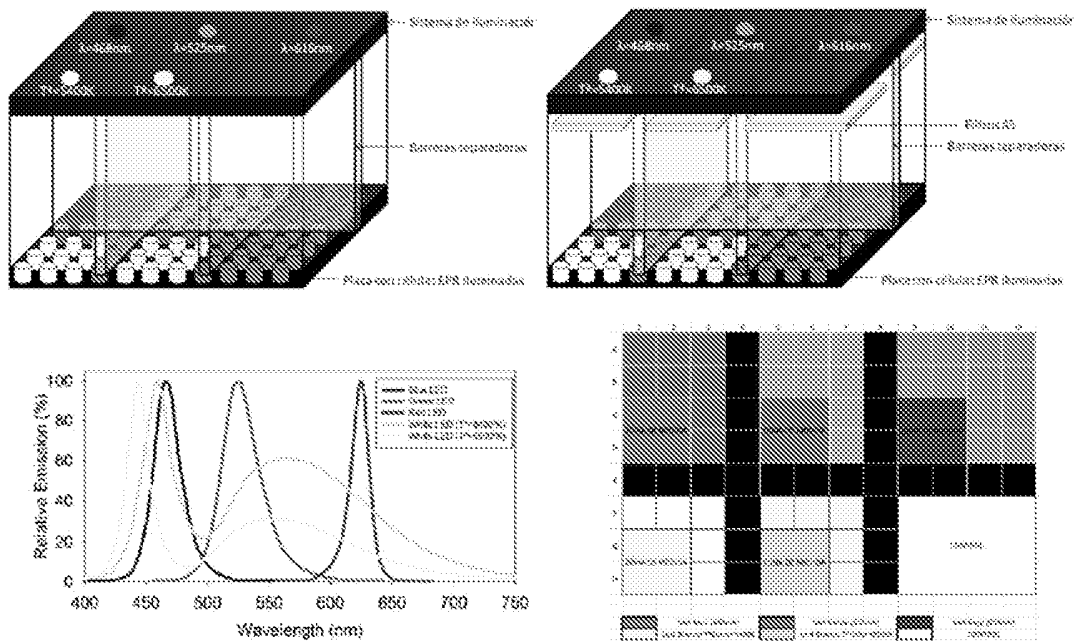


FIG.4

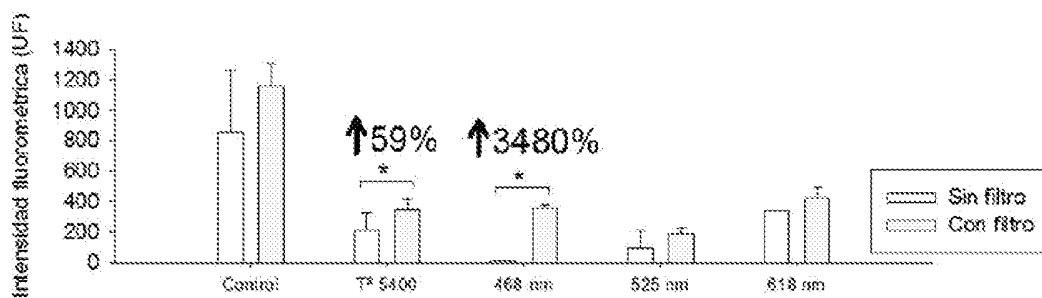


FIG.5

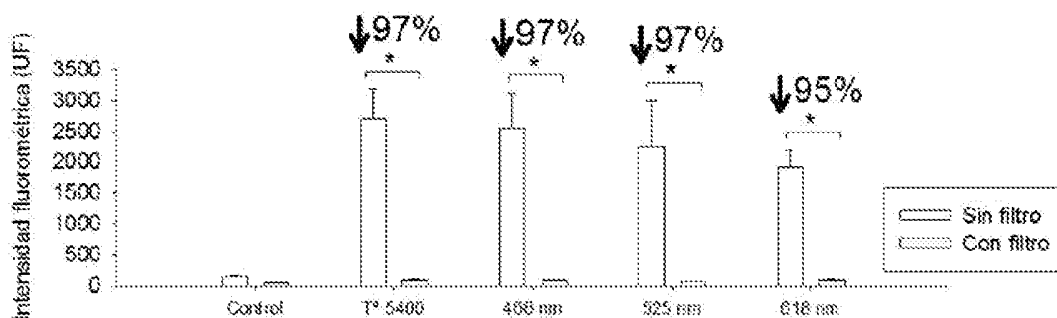


FIG.6

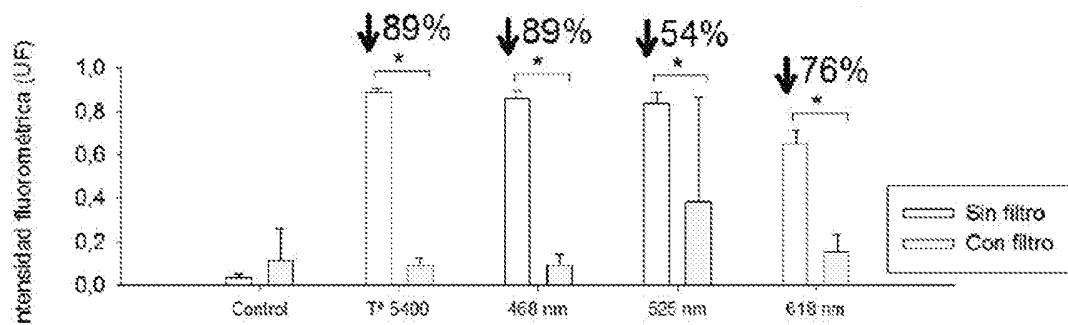


FIG.7

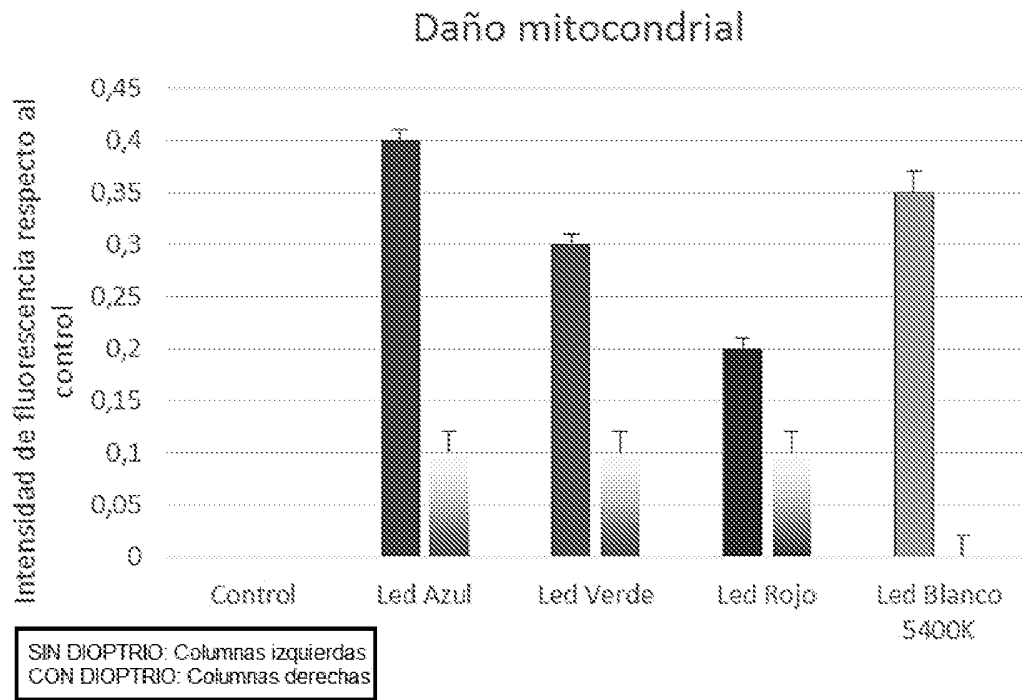


FIG.8

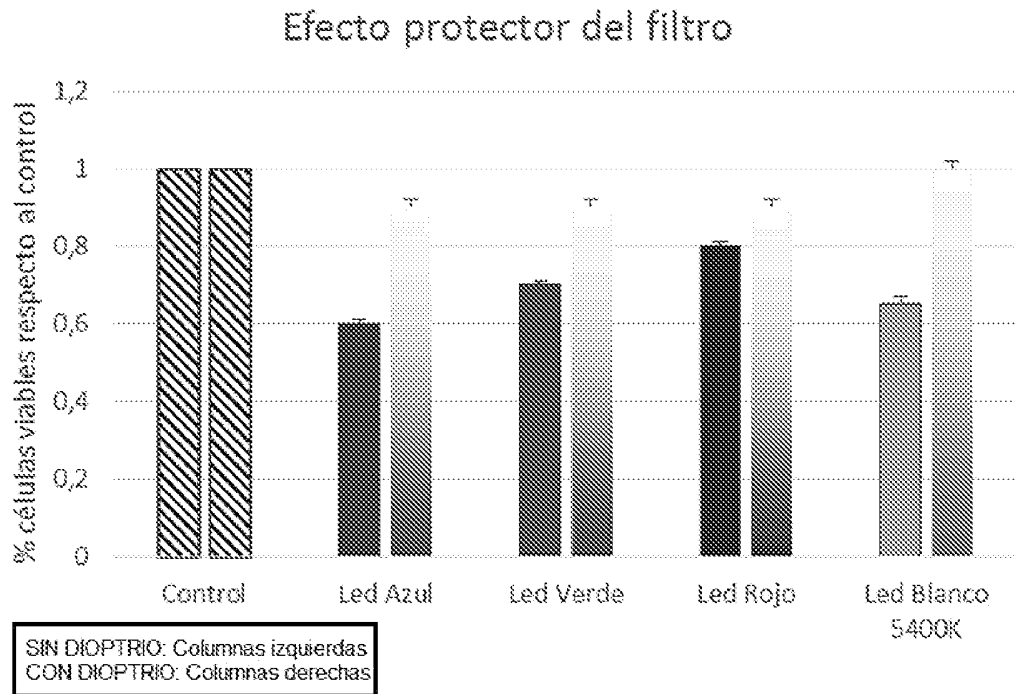


FIG.9

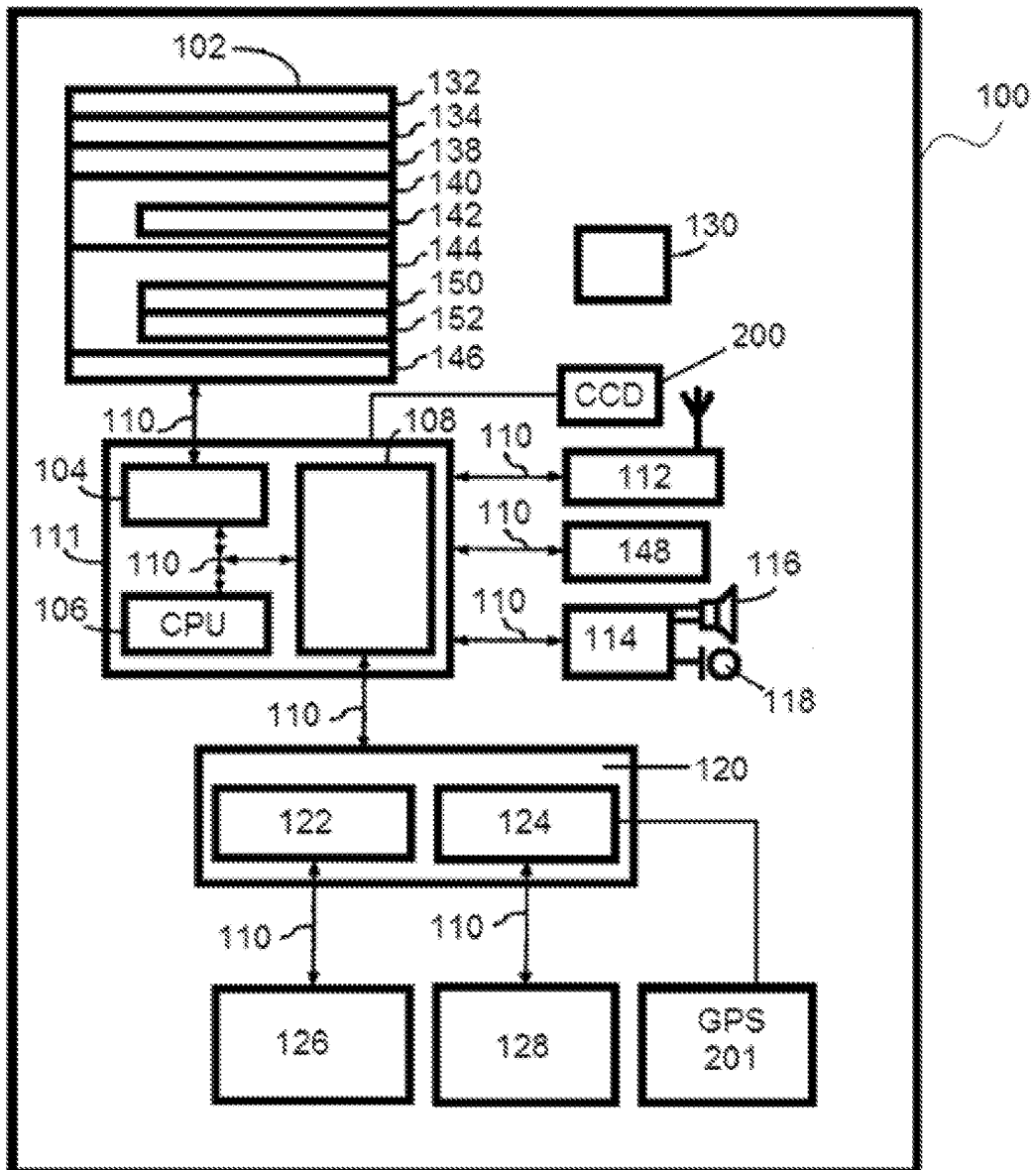


FIG. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ES2016/070586

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61F9/00 (2006.01)

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)

A61F, G02C, G02B

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, WPI, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2014096475 A1 (UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID) 26.06.2014, abstract; page 5, line 5 - page 7, line 16; figures.	1-15
Y	GB 1480492 A (JESSEN INC WESLEY) 20.07.1977, page 1, line 11 - page 2, line 16; page 2, lines 40-106; page 3, lines 3-18; figure 1.	1-15
A	ES 1094781 U (UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID) 03.12.2013, the whole document.	1-4, 7-9, 14
A	WO 90/05321 A1 (MUTZHAS, M. ET AL.) 17.05.1990, the whole document.	1-15
A	CN 1137883 A (CHENG, J.) 18.12.1996, the whole the document.	1, 2, 4, 7-10, 15

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means.</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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> <p>"&" document member of the same patent family</p>
--	--

Date of the actual completion of the international search
16/11/2016

Date of mailing of the international search report
(21/11/2016)

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 04

Authorized officer
Ó. González Peñalba

Telephone No. 91 3495475

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ES2016/070586

Information on patent family members

Patent document cited in the search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO2014096475 A1	26.06.2014	HK1215367 A1	26.08.2016
		HK1212814 A1	17.06.2016
		AR094211 A1	15.07.2015
		AR094212 A1	15.07.2015
		JP2016509665 A	31.03.2016
		JP5976954B B2	24.08.2016
		JP2016502682 A	28.01.2016
		JP5986322B B2	06.09.2016
		US2015342457 A1	03.12.2015
		US2015277003 A1	01.10.2015
		CN104936507 A	23.09.2015
		KR20150095939 A	21.08.2015
		KR101600077B B1	07.03.2016
		CN104823288 A	05.08.2015
		KR20150034815 A	03.04.2015
		KR101578443B B1	17.12.2015
		TW201440022 A	16.10.2014
		TW201432226 A	16.08.2014
		ES2478693 A1	22.07.2014
		ES2478693 A9	14.10.2014
WO2014096477 A1	26.06.2014		
EP2937911 A1	28.10.2015		
EP2937035 A1	28.10.2015		
-----	-----	-----	-----
GB1480492 A	20.07.1977	JPS5039958 A	12.04.1975
-----	-----	-----	-----
ES1094781U U	03.12.2013	IES86544 B2	03.06.2015
		IES20140139 A2	03.06.2015
		CH708114 A2	15.12.2014
		FR3006452 A3	05.12.2014
		FR3006452 B3	09.10.2015
		ITRM20130168UU1	04.12.2014
		PT10925T T	17.12.2013
		DE202013102610UU1	05.09.2013
-----	-----	-----	-----
WO9005321 A1	17.05.1990	US5235358 A	10.08.1993
		EP0446236 A1	18.09.1991
		EP0446236 B1	08.02.1995
		DE3837884 A1	10.05.1990
		CA2002560 A1	08.05.1990
		AU4628189 A	28.05.1990
		AU635508B B2	25.03.1993
		AT118276T T	15.02.1995
-----	-----	-----	-----
CN1137883 A	18.12.1996	NONE	-----
-----	-----	-----	-----

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº

PCT/ES2016/070586

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

A61F9/00 (2006.01)

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)

A61F, G02C, G02B

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, WPI, INSPEC

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
Y	WO 2014096475 A1 (UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID) 26.06.2014, resumen; página 5, línea 5 - página 7, línea 16; figuras.	1-15
Y	GB 1480492 A (JESSEN INC WESLEY) 20.07.1977, página 1, línea 11 - página 2, línea 16; página 2, líneas 40-106; página 3, líneas 3-18; figura 1.	1-15
A	ES 1094781 U (UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID) 03.12.2013, todo el documento.	1-4, 7-9, 14
A	WO 90/05321 A1 (MUTZHAS, M. ET AL.) 17.05.1990, todo el documento.	1-15
A	CN 1137883 A (CHENG, J.) 18.12.1996, todo el documento.	1, 2, 4, 7-10, 15

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

<p>* Categorías especiales de documentos citados:</p> <p>"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.</p> <p>"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.</p> <p>"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).</p> <p>"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.</p> <p>"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.</p>	<p>"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.</p> <p>"X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.</p> <p>"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.</p> <p>"&" documento que forma parte de la misma familia de patentes.</p>
--	--

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.
16/11/2016

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional.

21 de noviembre de 2016 (21/11/2016)

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

Ó. González Peñalba

Nº de teléfono 91 3495475

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº

Informaciones relativas a los miembros de familias de patentes

PCT/ES2016/070586

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de Publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de Publicación
WO2014096475 A1	26.06.2014	HK1215367 A1	26.08.2016
		HK1212814 A1	17.06.2016
		AR094211 A1	15.07.2015
		AR094212 A1	15.07.2015
		JP2016509665 A	31.03.2016
		JP5976954B B2	24.08.2016
		JP2016502682 A	28.01.2016
		JP5986322B B2	06.09.2016
		US2015342457 A1	03.12.2015
		US2015277003 A1	01.10.2015
		CN104936507 A	23.09.2015
		KR20150095939 A	21.08.2015
		KR101600077B B1	07.03.2016
		CN104823288 A	05.08.2015
		KR20150034815 A	03.04.2015
		KR101578443B B1	17.12.2015
		TW201440022 A	16.10.2014
		TW201432226 A	16.08.2014
		ES2478693 A1	22.07.2014
		ES2478693 A9	14.10.2014
WO2014096477 A1	26.06.2014		
EP2937911 A1	28.10.2015		
EP2937035 A1	28.10.2015		
-----	-----	-----	-----
GB1480492 A	20.07.1977	JPS5039958 A	12.04.1975
-----	-----	-----	-----
ES1094781U U	03.12.2013	IES86544 B2	03.06.2015
		IES20140139 A2	03.06.2015
		CH708114 A2	15.12.2014
		FR3006452 A3	05.12.2014
		FR3006452 B3	09.10.2015
		ITRM20130168UU1	04.12.2014
		PT10925T T	17.12.2013
		DE202013102610UU1	05.09.2013
-----	-----	-----	-----
WO9005321 A1	17.05.1990	US5235358 A	10.08.1993
		EP0446236 A1	18.09.1991
		EP0446236 B1	08.02.1995
		DE3837884 A1	10.05.1990
		CA2002560 A1	08.05.1990
		AU4628189 A	28.05.1990
		AU635508B B2	25.03.1993
		AT118276T T	15.02.1995
-----	-----	-----	-----
CN1137883 A	18.12.1996	NINGUNO	
-----	-----	-----	-----