

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 544 846**

51 Int. Cl.:

G01N 21/33 (2006.01)
G01J 1/42 (2006.01)
G02C 7/10 (2006.01)
G02C 7/02 (2006.01)
B07C 5/342 (2006.01)
G01M 11/02 (2006.01)
G01N 21/59 (2006.01)
G01N 21/55 (2014.01)
A61F 9/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2012 E 12809193 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2015 EP 2684030**

54 Título: **Clasificación de gafas con respecto a la protección contra el peligro de los UV**

30 Prioridad:

23.12.2011 EP 11306764

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

04.09.2015

73 Titular/es:

**ESSILOR INTERNATIONAL (COMPAGNIE
GÉNÉRALE D'OPTIQUE) (100.0%)
147, rue de Paris
94220 Charenton-le-Pont, FR**

72 Inventor/es:

**CITEK, KARL;
BAILLET, GILLES;
DE AYGUAVIVES, FRANCISCO y
KEITA, GABRIEL**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 544 846 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Clasificación de gafas con respecto a la protección contra el peligro de los UV

5 El presente invento se refiere a un método de clasificación de unas gafas y también a un método de ordenación de un conjunto de gafas, con respecto a la protección contra el peligro de los UV. Los peligros debidos a la radiación UV para los ojos humanos han sido investigados y estudiados durante mucho tiempo. Por ejemplo, el documento US 5,949,535 contiene una presentación de alguno de los daños que pueden ser causados por la radiación UV sobre el ojo. En la vida diaria, la mayor parte de la radiación UV encontrada se origina en el Sol, aunque algunas fuentes existentes de luz artificial también producen cantidades significativas de radiación UV.

10 Es también conocido que las gafas pueden proporcionar protección contra el peligro de los UV a un usuario. Por ejemplo, el documento ya mencionado US 5,949,535 describe la clasificación de unas gafas de acuerdo con sus capacidades de protección contra la radiación solar, en particular en el intervalo de los UV. A continuación un usuario de las gafas puede ser informado acerca de su eficacia de protección contra el peligro de los UV proporcionándole un valor numérico que cuantifica su eficacia de protección. El método de clasificación descrito en este documento de la técnica anterior está basado en al menos dos de los siguientes valores: un primer valor de transmisión para cada gafa en el intervalo de longitud de onda de UV de 280 nm (nanómetros) a 400 nm, y otro valor para cuantificar la cantidad de luz incidente que alcanza el ojo desde alrededor de la montura que sostiene las gafas sobre la cara del usuario. Más precisamente, este último valor representa la luz extraña que alcanza el ojo sin ser filtrada a través de las gafas o absorbida o reflejada por la montura de la gafa.

20 Los artículos "Anti-reflective coating reflect ultraviolet radiation" de CITEK *ET AL.* y "The Eye and Solar Ultraviolet Radiation, mesa redonda –UV 201, Moderador: Karl Citek" mencionan que la reflexión de UV puede dañar seriamente los ojos.

25 Pero este método de clasificación conocido no cuantifica apropiadamente en todas las circunstancias la cantidad total de radiación UV que entra en el ojo del usuario de la gafa. En particular, existen algunas condiciones en las que una cantidad significativa de radiación entra en el ojo pero sin que sea tenida en cuenta por este método.

Por ello, un objeto del presente invento es proporcionar una clasificación de unas gafas que cuantifica más significativamente la protección contra el peligro de los UV que es producida por la gafa. En particular, la clasificación debe tener en cuenta la mayoría de las condiciones reales de exposición del ojo a los UV que tiene lugar realmente.

30 Otro objeto del presente invento es proporcionar un valor para clasificar unas gafas con respecto a la protección UV, que pueda comprenderse de forma fácil y directa por un cliente que pretenda adquirir la gafa.

Es aún otro objeto del invento proporcionar un valor de clasificación para unas gafas con respecto a la protección a los UV, que puede ser determinado fácilmente, en particular midiendo y/o calculando los valores ópticos apropiados.

Resumen del invento

35 Para satisfacer estos y otros objetos, un primer aspecto del invento propone un método para clasificar unas gafas con respecto a la protección que es proporcionada por estas gafas contra el peligro de los rayos UV, por el que un valor de índice es calculado para cuantificar una reducción en una cantidad total de UV que incide sobre un ojo para un usuario de las gafas con respecto a la exposición a los UV sin gafas, comprendiendo el método las operaciones siguientes:

40 /1/ proporcionar un valor de transmisión de UV para la gafa, obtenido integrando valores de transmisión espectral ponderados para cuantificar el peligro e intensidad para cada valor de longitud de onda, sobre un intervalo de longitud de onda de UV determinado;

45 /2/ proporcionar un valor de reflexión de UV en una cara posterior de la gafa, siendo obtenida la reflexión de UV integrando valores de reflexión espectral que se refieren a la cara posterior de la gafa, y ponderado para cuantificar el peligro y la intensidad para cada valor de longitud de onda, sobre el intervalo de longitud de onda de UV determinado;

/3/ combinar ambos valores de transmisión de UV y reflexión de UV de las gafas utilizando una fórmula de adición con factores positivos distintos de cero respectivamente para la transmisión de UV y la reflexión de UV; y

/4/ calcular el valor de índice a partir de un número base dividido por un resultado obtenido en la operación /3/.

50 Así, el método de clasificación del invento es eficiente para tener en cuenta las condiciones variables de exposición del ojo a la radiación UV. Las primeras de estas condiciones se producen cuando la cara del usuario está orientada hacia la fuente de UV. A continuación, la transmisión de radiación UV a través de las gafas es el modo de exposición principal del ojo del usuario a la radiación UV, y esta contribución participa en el valor de índice a través del valor de transmisión de UV de las gafas implicado en la fórmula de adición.

- 5 Pero las segundas condiciones de exposición también se producen cuando la cara del usuario está orientada en sentido contrario a la fuente de UV, por ejemplo con un ángulo de entre 135° y 160° entre la dirección de la fuente UV y la dirección hacia delante de la cara del usuario. En tales condiciones, no se transmite ninguna radiación UV a través de las gafas al ojo, pero algo de radiación incide sobre la cara posterior de las gafas desde la fuente de UV alrededor de la cabeza del usuario, principalmente en ambos lados laterales externos, y es reflejada por las gafas al ojo. Este otro modo de exposición es separado del que implica transmisión a través de la gafa, pero también participa en la exposición del ojo a los UV cuando el usuario está equipado con gafas. De acuerdo con el invento, este modo de exposición basado en la reflexión también participa en el valor de índice, a través del valor de reflexión de UV que está también implicado en la fórmula de adición.
- 10 Por lo tanto, el método de clasificación del invento es eficiente para tener en cuenta las condiciones de exposición del ojo a los UV debido a la transmisión de radiación a través de las gafas pero también a la reflexión de radiación por la cara posterior de la gafa.
- 15 Opcionalmente, el valor de índice se puede obtener en la operación /4/ a partir de la relación del número base al resultado para la fórmula de adición rellena con los valores de transmisión de UV y de reflexión de UV de la gafa, mediante implementación adicional de un término de desplazamiento o de corrección. Tal término de desplazamiento o de corrección puede ser añadido a la relación del número base para el resultado de la fórmula de adición. Puede depender de los parámetros geométricos tales como la posición de la fuente de UV con respecto a las gafas, parámetros de la montura de las gafas, parámetros fisonométricos del usuario, parámetros de tamaño y de curvatura de la lente, etc.
- 20 Preferiblemente, el valor de índice calculado en la operación /4/ puede ser igual al número base dividido por el resultado obtenido en la operación /3/ para la combinación de los valores de transmisión de UV y de reflexión de UV de las gafas utilizando la fórmula de adición.
- 25 En las implementaciones preferidas del invento, el resultado de la fórmula de adición puede ser la unidad cuando se reemplaza en esta fórmula la transmisión de UV de las gafas con un valor máximo debido a la escala utilizada para la transmisión de UV, y también reemplazar la reflexión de UV de las gafas con cero. A continuación, el resultado de la fórmula de adición cuando se utilizan valores de transmisión de UV y de reflexión de UV de las gafas puede ser igual a un factor de reducción para la exposición total del ojo a los UV cuando el usuario está equipado con la gafa, cuando se compara con el usuario sin gafas. Dicho de otra manera, el resultado de la fórmula de adición cuantifica la eficiencia de las gafas para proteger el ojo contra el peligro de los UV en la vida diaria. Tal significado del valor de índice proporcionado con el invento es fácil y sencillo de comprender.
- 30 El invento puede ser utilizado para clasificar unas gafas con respecto al peligro relacionado con cualquier fuente de radiación de UV, natural o artificial, a condición de que la función de ponderación utilizada en las operaciones /1/ y /2/ corresponde a esta fuente de UV. Esto comprende que la función de ponderación para la transmisión espectral y los valores de reflexión de las gafas están basados en valores de irradiancia espectral que corresponden a la fuente de UV real. Cuando el Sol es la fuente de UV considerada, la cuantificación de la intensidad para cada valor de longitud de onda en las operaciones /1/ y /2/ puede ser implementada utilizando valores de irradiancia espectral solar como un factor dentro de una función de ponderación para los valores de transmisión espectral y de reflexión espectral de la gafa.
- 35 Preferiblemente, la fórmula de adición utilizada en la operación /3/ puede ser $\alpha \cdot R_{UV} + \beta \cdot T_{UV} + \gamma$, donde T_{UV} y R_{UV} son respectivamente la transmisión de UV y la reflexión de UV de la gafa, α y β son los factores respectivamente para la reflexión de UV y la transmisión de UV de la gafa, y γ es un valor constante. El valor constante γ puede ser distinto de cero. A continuación, puede establecerse para una cantidad de intensidad de UV que incluye radiación UV solar difundida antes de entrar en el ojo de un usuario. Esta cantidad de intensidad UV también puede incluir radiación UV solar directa con dirección de incidencia de tal manera que esta radiación entra en el ojo del usuario después de pasar fuera de un borde periférico de una montura utilizada con las gafas cuando el usuario está equipado con la gafa. En ambos casos, el valor constante γ puede obtenerse a partir de mediciones realizadas con condiciones de referencia durante el día, de la cantidad de intensidad UV que incluye la radiación UV solar difundida antes de entrar en el ojo del usuario, y que posiblemente también incluye la radiación UV solar directa que entra en el ojo del usuario desde los alrededores de la gafa.
- 40 En implementaciones alternativas preferidas del invento, los factores para los valores de reflexión de UV y de transmisión de UV de las gafas en la fórmula de adición pueden ser ambos iguales a la unidad, y el valor constante puede ser cero. Cálculos muy sencillos conducen a continuación al valor de índice para cualquier gafa.
- 45 El intervalo de longitud de onda UV determinado que es utilizado en ambas operaciones /1/ y /2/ puede ser o bien un primer intervalo desde 280 nm a 380 nm, o un segundo intervalo desde 280 nm a 400 nm, o un tercer intervalo desde 315 nm a 380 nm, o un cuarto intervalo desde 280 nm a 315 nm.
- 50 Un segundo aspecto del invento propone un método de ordenación de un conjunto de gafas con respecto a la protección proporcionada por cada uno de estas gafas contra el peligro de los UV, cuyo método comprende las siguientes operaciones:

- para cada una de las gafas, calcular un valor de índice respectivo implementando un método de clasificación como se ha descrito antes; y

- comparar entre sí los valores de índice obtenidos respectivamente para las gafas.

5 Por lo tanto, un cliente que pretende adquirir una de las gafas puede seleccionarla basándose en una información clara acerca de sus eficiencias de protección respectivas contra el peligro de los UV. Él puede ordenar las gafas con respecto a sus valores de índice mientras es conocedor de una eficiencia de protección absoluta de cada gafa comparado con las condiciones del ojo desnudo.

El invento se ha descrito a continuación en detalle para las implementaciones no limitativas, con referencia a las figuras enumeradas a continuación.

10 Breve descripción de los dibujos

La fig. 1 ilustra flujos de radiación que inciden en un ojo de un usuario de gafas.

Las figs. 2a y 2b reproducen expresiones matemáticas para calcular valores de transmisión de UV y de reflexión de UV para unas gafas.

15 La fig. 2c es una tabla que contiene valores de ponderación espectrales que pueden ser utilizados en implementaciones del invento.

Las figs. 3a y 3b reproducen expresiones matemáticas posibles adecuadas para calcular un valor de índice de acuerdo con el invento.

20 Por motivos de claridad, los elementos representados en la fig. 1 no están dimensionados en relación con las dimensiones reales, ni con relaciones de dimensiones reales. Además, los mismos caracteres utilizados en diferentes figuras tienen un significado idéntico.

Descripción detallada del invento

25 La parte UV de la radiación solar que es transmitida a través de la atmósfera de la Tierra está normalmente dividida en dos intervalos de longitud de onda: UV A correspondiente a valores de longitud de onda de desde 380 nm (nanómetros) en el límite con el intervalo visible hasta 315 nm, y UV B para valores de longitud de onda de desde 315 nm hasta 280 nm. La radiación UV procedente del Sol con la longitud de onda por debajo de 280 nm, designada UV C, es absorbida por el ozono de la atmósfera, de tal manera que cualquier persona no está expuesta a los UV C en la vida cotidiana, a menos que se den condiciones excepcionales que no son encontradas por la mayoría de las personas. Además, la radiación con longitud de onda comprendida entre 380 nm y 400 nm también puede ser considerada como perteneciente al intervalo UV. Sin embargo, en la descripción detallada siguiente y a menos que se indique de otra manera, el intervalo de longitud de onda UV considerado para la radiación solar puede extenderse desde 280 nm a 380 nm, aunque el invento puede aplicarse a otros intervalos de UV.

35 De manera conocida, la radiación UV A es absorbida por el cristalino del ojo de un ser humano, y la parte más importante de la radiación UV B es absorbida por la córnea. Las patologías oculares conocidas están relacionadas con estas radiaciones UV, de modo que la protección del ojo contra la exposición a los rayos UV es un problema de creciente interés. En particular, la radiación UV B es conocida por ser más peligrosa que la radiación UV A. El presente invento tiene por objetivo cuantificar tal protección para gafas tales como lentes de gafas, en una forma sencilla de calcular y comprender pero significativa.

40 Se aplica a cualquier gafa: gafas de corrección de ametropías, gafas de adición progresiva, gafas multifocales, gafas planas, gafas solares, etc., cualquiera que sea el material base de la gafa: mineral, orgánico o híbrido. También se aplica a gafas que son provistas con uno o más revestimientos o capas en al menos una de sus caras ópticas, en particular su cara frontal, su cara posterior, ambas caras frontal y posterior, y/o posiblemente sobre una interfaz adicional de las gafas situada entre la cara frontal y la cara posterior. En particular, se aplica a gafas que son proporcionadas con revestimientos antirreflectantes en su cara posterior, como se indicará más adelante en la que tal reflexión es importante en algunas circunstancias.

45 El invento también se aplica a gafas para gafas protectoras, cualquiera que sea la curvatura de la gafa, la forma exacta de la montura, en particular las partes laterales de la montura, el material de la montura, etc. En particular, el invento es compatible con configuraciones en las que una sola gafa alargada se extiende continuamente enfrente de ambos ojos del usuario. También es compatible con partes laterales de la montura que son transmisoras de UV o bloqueantes de UV.

50 La fig. 1 muestra esquemáticamente varios flujos de radiación que inciden sobre el ojo del usuario de las gafas. Los números de referencia 1, 1a y 1b indican respectivamente la gafa, su cara frontal y su cara posterior. Los flujos de radiación son ahora enumerados:

T: la radiación que procede directamente del Sol y es transmitida a través de las gafas 1, desde la cara frontal 1a a la cara posterior 1b, y que a continuación alcanza el ojo;

R: la radiación que procede directamente del Sol y es reflejada sobre la cara posterior 1b de las gafas 1, y que a continuación alcanza el ojo;

5 D₁: la radiación que procede directamente del Sol, que pasa alrededor de las gafas 1 fuera del borde periférico de esta última y una montura utilizada con las gafas 1, y que alcanza el ojo;

D₂: la radiación que procede indirectamente del Sol, debido a que es difundida por elementos contenidos en el entorno del usuario tales como el suelo o la superficie del agua antes de pasar alrededor de las gafas 1 y que alcanza el ojo; y

10 D₃: la radiación que procede indirectamente del Sol, debido a que es difundida por la piel del usuario o la montura de las gafas antes de alcanzar el ojo.

Estos flujos de radiación se aplican en particular a la radiación UV.

Los flujos de radiación T y R dependen de las características de la gafa, en particular de sus valores de transmisión y de reflexión respectivamente. Pero también pueden depender de otras características de las gafas tales como las dimensiones de la gafa, el valor base, el valor de prisma, el valor de ángulo pantoscópico, etc. Como es bien conocido en oftalmología, el valor base de unas gafas se refiere a su valor de curvatura en un punto de referencia en su cara frontal. Debido a las direcciones de las que proceden los flujos de radiación T y R con respecto a las gafas 1, estos flujos T y R no existen simultáneamente. De hecho, el flujo de radiación T es distinto de cero cuando la cara del usuario está orientada hacia el lado del Sol, y a continuación la radiación solar directa no puede alcanzar la cara posterior 1b de las gafas 1. Por el contrario, el flujo de radiación R es distinto de cero cuando la cara del usuario está orientada en sentido contrario al lado del Sol, y entonces la radiación solar directa no puede alcanzar la cara frontal 1a de las gafas 1 para pasar a través de esta última. Pero los flujos de radiación T y R puede producirse uno después de otro cuando el usuario de las gafas está girando desde mirar inicialmente en dirección Sur hasta que mira al lado Norte con un desplazamiento de aproximadamente 30° desde la dirección Norte.

25 Además, el flujo de radiación T incide sobre la cara frontal 1a de las gafas 1 con un valor para el ángulo de incidencia i_T que depende de la orientación en acimut de la cabeza del usuario, pero también del tiempo dentro del período del día y de la latitud en la superficie de la Tierra para la altura del Sol, el ángulo pantoscópico, etc. Sin embargo, debido a que la transmisión cambia usualmente solo con una magnitud limitada en tanto en cuanto el ángulo de incidencia i_T no sea demasiado grande, se puede considerar que el valor para la transmisión a través de las gafas 1 a 0° (grados) para el ángulo de incidencia i_T se aplica casi siempre. El ángulo de incidencia es medido con respecto a una dirección de referencia FD que está orientada hacia delante para las gafas 1, es decir, por delante de la cara frontal 1a.

El valor del ángulo de incidencia i_R para el flujo de radiación R sobre la cara posterior 1b de las gafas necesita permitir que el flujo R se propague entre el borde de las gafas 1 y la cabeza del usuario. Debido a esto, el valor del ángulo de incidencia i_R del flujo de radiación R, de nuevo con respecto a la dirección de referencia FD, está entre 135° y 160°, más a menudo entre 145° y 150°. Tales valores de ángulo no aparecen realmente en la fig. 1, debido a que la dirección de propagación del flujo de radiación R no está contenida dentro del plano de corte de esta figura. Se ha repetido de nuevo que la radiación solar directa no es transmitida a través de las gafas 1 con un ángulo i_T y reflejada con un ángulo i_R al mismo tiempo.

40 Los flujos de radiación D₁ a D₃ no dependen de los valores de transmisión y reflexión de las gafas, pero pueden depender de otros parámetros tales como las dimensiones de las gafas, las características geométricas de la montura y la cara del usuario, etc. Además, las distribuciones espectrales de energía de los flujos de radiación D₂ a D₃ no dependen sólo de la irradiancia solar, debido a que estos flujos son difundidos antes de alcanzar el ojo. Por esta razón, la eficiencia de difusión espectral de los elementos de difusión puede jugar un papel significativo. A modo de simplicidad, las energías de radiación respectivas de los flujos D₁ a D₃ en la superficie del ojo pueden ser sumadas dentro de una contribución de radiación resultante D, de manera que $D = D_1 + D_2 + D_3$. Por algunas circunstancias en las que el valor de energía total de la contribución de radiación D es mucho menor que la cantidad de energía del flujo de radiación T o R, o por motivos de simplicidad en el cálculo del valor de índice, se puede considerar que la contribución de radiación D es igual a cero.

50 La Norma Internacional ISO 13666 indica una forma de calcular una transmisión en el espectro UV A solar, así como una transmisión en el espectro UV B solar. Ambas son expresadas como sumas continuas, es decir, integración, sobre los intervalos de longitud de onda UV A y UV B correspondientes, de la transmisión espectral de las gafas ponderada con la irradiancia espectral solar $E_s(\lambda)$ multiplicada por una función de efectividad espectral negativa $S(A)$ para radiación UV. El producto de $E_s(\lambda)$ con $S(A)$ aparece a continuación como la función de ponderación real de la transmisión espectral, y está indicado como $W(\lambda)$. En el contexto de la presente descripción, la transmisión y la transmitancia son utilizadas de forma equivalente, a condición de que el experto en óptica sepa que están interrelacionados por un factor de área de referencia.

La fig. 2a contiene una expresión para la transmisión de las gafas en el espectro solar total UV, que corresponde a espectros UV A y UV B unidos juntos. Esta expresión es consistente con las de la Norma ISO 13666 para los intervalos UV A y UV B por separado. De acuerdo con las indicaciones informadas con anterioridad, el espectro solar total UV A y UV B puede corresponder al intervalo de longitud de onda que se extiende desde 280 nm a 380 nm. $\tau(\lambda)$ indica la transmisión espectral a través de las gafas, y τ_{UV} es la transmisión de UV de las gafas, también llamada transmisión solar media de UV de las gafas.

La fig. 2b corresponde a la fig. 2a para la reflexión de radiación UV sobre la cara posterior de las gafas. $R(\lambda)$ indica la reflexión espectral sobre la cara posterior de las gafas, y R_{UV} es la reflexión de UV sobre la cara posterior de las gafas, también llamada reflexión solar media de UV de las gafas.

En ambas expresiones de la transmisión de UV y de la reflexión de UV de las figs. 2a y 2b, las sumas continuas sobre el intervalo de longitud de onda de los UV pueden ser reemplazadas con sumas discretas, por ejemplo utilizando un paso de longitud de onda de 5 nm. Otros valores de paso de longitud de onda pueden ser utilizados alternativamente, a condición de que los valores de la irradiancia espectral solar $E_s(\lambda)$ y la función de efectividad espectral relativa $S(\lambda)$ sean interpolados apropiadamente. El Anexo A de la Norma ISO 13666 contiene una tabla que está reproducida en la fig. 2c, con los valores de la irradiancia espectral solar $E_s(\lambda)$ y la función de efectividad espectral relativa $S(\lambda)$ para cada longitud de onda λ de UV con un paso de 5 nm, desde 280 nm a 380 nm. Esta tabla puede así ser utilizada para calcular los valores de transmisión de UV y de reflexión de UV.

La fig. 3a presenta una posible fórmula matemática para el valor de índice del invento. Este índice está indicado como E-SPF® permanente para el factor de protección solar de los ojos. En esta fórmula:

BN es un número base que es constante y distinto de cero, y actúa como un factor de escala para el índice;

$\tau_{UV}(i_T)$ es la transmisión de UV de las gafas como se ha descrito antes, evaluada para el valor del ángulo de incidencia i_T ;

$R_{UV}(i_R)$ es la reflexión de UV de la cara posterior de las gafas como se ha descrito antes, evaluada por el valor del ángulo de incidencia i_R ;

α y β son los factores respectivamente de la reflexión de UV R_{UV} y de la transmisión de UV τ_{UV} ; y

γ es un valor constante.

Por coherencia con las consideraciones geométricas informadas con referencia a la fig. 1, la transmisión de UV τ_{UV} puede ser proporcionada para un primer valor del ángulo de incidencia i_T de rayos UV sobre las gafas 1, que es menor de 30°. La reflexión de UV R_{UV} puede ser proporcionada para un segundo valor del ángulo de incidencia i_R de los rayos UV sobre la cara posterior 1b de las gafas 1, que está entre 135° y 160°, con ambos ángulos de incidencia i_T e i_R medidos desde la dirección de referencia orientada FD hacia delante de las gafas.

Utilizar valores distintos a cero para ambos factores α y β permite que el valor de índice sea significativo para condiciones en las que la exposición del ojo a los UV es debida a la transmisión de radiación a través de las gafas, pero también cuando la exposición del ojo a los UV es debida a la reflexión de radiación sobre la cara posterior de las gafas. Esto es especialmente ventajoso ya que la exposición del ojo a los UV por reflexión de la cara posterior puede formar la contribución más importante a la exposición total durante un largo período de tiempo en algunos casos, por ejemplo con gafas de sol con grandes espacios abiertos entre los bordes de las gafas lateral y las sienes del usuario, y para condiciones en las que la altura solar es baja.

Preferiblemente, la relación del factor β al número base BN, es decir, β/BN , puede ser del orden de desde 0.01 a 1. De modo similar, la relación α/BN también puede ser del mismo orden desde 0.01 a 1. Más preferiblemente, α/BN es igual o mayor que, 0.2, 0.4, 0.5 o 0.6 en el orden de preferencia creciente, mientras que permanece menor o igual a 1. En paralelo, β/BN es igual o mayor que, 0.4, 0.5, 0.6 o 0.7 también en el orden de preferencia creciente, de nuevo mientras permanece menor o igual a 1. Una combinación preferida es α/BN y β/BN ambos del orden de desde 0.5 a 1.

Generalmente, los factores α y β destacan en particular para el papel de factores geométricos relativos a las gafas o condiciones de desgaste de las gafas, tales como el área de las gafas para el factor β , y el área del espacio abierto entre las gafas y la sien del usuario para el factor α . Ambos factores β y α pueden ser obtenidos a partir de mediciones fotométricas realizadas respectivamente para intensidad de UV solar directa que incide sobre un ojo del usuario y la intensidad UV solar directa que incide sobre la cara posterior de las gafas desde el lado posterior de la cabeza del usuario, que corresponden respectivamente a los flujos de radiación T y R. Para tales mediciones, pueden utilizarse valores de referencia para parámetros que son seleccionados entre parámetros de iluminación durante el día, parámetros de tamaño y de desgaste de una montura de gafas utilizada con las gafas, y el parámetro base de las gafas. En algunas implementaciones de tales mediciones, pueden obtenerse los factores α y β a partir de los resultados de medición promediados que son realizados con alguna variación de los parámetros de iluminación seleccionados entre el tiempo solar, la dirección de acimut de la cabeza del usuario, la inclinación de la cabeza del usuario, la estación, la fecha dentro del año, la latitud en la Tierra, etc.

El valor constante γ representa la contribución total de la radiación D. Puede ser cero para implementaciones simplificadas del invento, o puede ser distinto de cero con el valor obtenido a partir de las mediciones realizadas con las condiciones de referencia durante el día, de una cantidad de intensidad de UV que incluye los flujos de radiación UV solar D_2 y D_3 que son difundidos antes de alcanzar el ojo del usuario. En este caso, la cantidad de intensidad UV que es medida para obtener el valor constante γ , puede incluir además el flujo D_1 de radiación UV solar directa con la dirección de incidencia de tal manera que este flujo de radiación alcance el ojo del usuario después de pasar por fuera del borde periférico de la montura utilizada con las gafas cuando el usuario está equipado de ese modo.

Los factores α y β y el valor constante γ pueden ser determinados por mediciones de irradiancia utilizando un sensor colocado en la posición del ojo en la cabeza de un modelo de maniquí que simula ser el usuario. Las mediciones se llevan a cabo en un entorno solar, mientras las lentes están montadas en gafas en la cabeza del modelo en la misma posición que si fueran usadas realmente por el usuario.

En un primer experimento, la cara posterior de las gafas está cubierta por un material de bloqueo de los UV, por ejemplo un material opaco que absorbe todos los rayos visibles y UV que inciden sobre la cara frontal de las gafas y son transmitidos a su cara posterior, así como los rayos UV que inciden sobre la cara posterior. Así, ningún rayo UV alcanza el sensor, lo que se originaría desde delante a través de las gafas y desde detrás con reflexión sobre la cara posterior de las gafas. A continuación, puede determinarse el valor de la constante γ .

En un segundo experimento, el material de bloqueo de UV está cubierto sobre la cara frontal de las gafas. El sensor mide a continuación, además del valor constante γ , la parte de irradiancia debida a la reflexión sobre la cara posterior de las gafas. Así, puede calcularse el valor del factor α .

En un tercer y último experimento, la irradiancia total recibida por el ojo del usuario es medida por el sensor, y también puede obtenerse el valor del factor β .

La fig. 3b corresponde a la fig. 3a para una implementación preferida del invento. En esta implementación, los factores α y β tanto de la reflexión de UV R_{UV} como de la transmisión de UV T_{UV} son iguales a la unidad, y el valor constante γ es cero: $\alpha=\beta=1$ y $\gamma=0$. El número base BN puede ser igual a la unidad también. Por ejemplo, el valor E-SPF así calculado puede estar basado en un valor para la reflexión de UV que es evaluado para el ángulo de incidencia i_R de 145° , y un valor para la transmisión de UV que es evaluado para el ángulo de incidencia i_T de 0° . Tal valor E-SPF es fácil de calcular para cualquier gafa, a partir de los valores de transmisión de UV y de reflexión de UV obtenidos de acuerdo con las fórmulas de las figs. 2a y 2b.

La expresión de la fig. 3b para el índice E-SPF ha sido utilizada para clasificar cuatro gafas combinando dos gafas base con dos revestimientos antirreflectantes dispuestos en las caras posteriores de las gafas de base. Las primeras gafas de base, indicadas gafas de base 1, tienen una transmisión de UV $T_{UV}(0^\circ)$ a valor cero para el ángulo de incidencia i_T que es igual a aproximadamente el 5%, y la transmisión de UV $T_{UV}(0^\circ)$ de las segundas gafas base, indicadas gafas base 2, es cero. El primer revestimiento, indicado revestimiento 1, es eficiente principalmente en el intervalo de longitud de onda visible, mientras que el segundo revestimiento, indicado revestimiento 2, ha sido optimizado para minimizar la reflexión de la cara posterior en el intervalo UV de aproximadamente 145° para el ángulo de incidencia i_R . Así, para ambas gafas de base 1 y 2, la reflexión de UV $R_{UV}(145^\circ)$ de revestimiento 1 es igual a aproximadamente el 13% y el revestimiento 2 es igual a aproximadamente el 4%. La tabla siguiente reúne los valores E-SPF que son obtenidos para las cuatro gafas:

	Gafas de base 1	Gafas de base 2
	$T_{UV}(0^\circ) = 5\%$	$T_{UV}(0^\circ) = 0\%$
Revestimiento 1	Gafas 1	Gafas 2
$R_{UV}(0^\circ) = 13\%$	E-SPF = 6	E-SPF = 8
Revestimiento 2	Gafas 3	Gafas 4
$R_{UV}(0^\circ) = 4\%$	E-SPF = 11	E-SPF = 25

Así, el invento permite ordenar fácilmente y de manera eficiente las gafas con respecto a la protección de los ojos que es proporcionada por cada uno de ellos contra el peligro de los UV. En primer lugar, el valor de índice respectivo es calculado para cada uno de las gafas. A continuación, los valores de índice que se han obtenido respectivamente para las gafas son comparados entre sí.

Generalmente para el presente invento, el resultado de la fórmula de adición en el denominador del valor de índice, a saber $\alpha \cdot R_{UV} + \beta \cdot T_{UV} + \gamma$, puede obtenerse directamente de las mediciones realizadas con las gafas que utiliza un fotómetro de bancada diseñado para simular condiciones de iluminación exterior durante el día. Con este propósito, la fuentes de UV posiblemente con filtros seleccionados de modo que reproduzcan la función de ponderación $W(\lambda)$ pueden ser situadas enfrente de las gafas 1, y detrás de él con un desplazamiento angular igual a $180^\circ - i_R$, y opcionalmente fuentes de UV adicionales para reproducir los flujos de radiación D_1 a D_3 . Todas las fuentes de UV

son activadas simultáneamente, y un fotómetro de UV situado detrás de las gafas captura la cantidad de radiación UV total en la posición del ojo del usuario con respecto a las gafas.

5 El invento puede ser implementado aunque se adapten o modifiquen algunos detalles con respecto a la especificación anterior, pero manteniendo al menos alguna de sus ventajas. En particular, los valores numéricos citados son sólo con fines ilustrativos, y pueden ser adaptados.

10 Adicionalmente, pueden obtenerse implementaciones alternativas del invento modificando el intervalo de longitud de onda de las radiaciones UV, que es utilizado para calcular ambos valores de la transmisión de UV τ_{UV} y de la reflexión de UV R_{UV} . A continuación el valor de índice E-SPF es obtenido para el intervalo de longitud de onda de UV seleccionado, basándose en los valores de la transmisión de UV τ_{UV} y de la reflexión de UV R_{UV} que han sido calculados para este intervalo de longitud de onda de UV seleccionado. El intervalo de longitud de onda de UV modificado ha de ser así tenido en cuenta en las fórmulas de las figs. 2a y 2b en lugar de la clasificación de los rayos UVA y UVB como un todo desde 280 nm hasta 380 nm, y los resultados modificados resultantes para la transmisión de UV τ_{UV} y la reflexión de UV R_{UV} se propagarán a las fórmulas de las figs. 3a y 3b.

15 En las primeras de estas implementaciones alternativas, el intervalo de longitud de onda de UV de 280 nm a 380 nm como se ha utilizado antes en la descripción detallada puede ser sustituido por el intervalo de longitud de onda UV ampliado desde 280 nm a 400 nm.

20 En las segundas de las implementaciones alternativas, el intervalo de longitud de onda de UV puede ser limitado a las radiaciones UV A, desde 315 nm hasta 380 nm. A continuación, las fórmulas de las figs. 2a y 2b conducen a valores para un valor de transmisión de UV A, en particular $\tau_{UV A}$, y un valor de reflexión de UV A, $R_{UV A}$. Un valor para el índice E-SPF es a continuación obtenido que se refiere sólo a las radiaciones UV A: E-SPF(UV A).

La tercera implementación alternativa es obtenida de manera similar utilizando sólo el intervalo de longitud de onda de UV B: de 280 nm a 315 nm, en lugar del intervalo de longitud de onda de UV A de las segundas implementaciones. Así, se obtiene un valor de transmisión de UV B $\tau_{UV B}$, un valor de reflexión de UV B $R_{UV B}$ y un valor para el índice E-SPF(UV B), que se refiere a las radiaciones UV B.

25 Sin embargo, debe prestarse atención acerca de las siguientes desigualdades:

$\tau_{UV A} + \tau_{UV B} \neq \tau_{UV}$ ya que este último τ_{UV} se ha mostrado en la fig. 2a utilizando la fusión de los intervalos UV A y UV B,

$R_{UV A} + R_{UV B} \neq R_{UV}$ ya que el último R_{UV} se ha mostrado en la fig. 2b utilizando la fusión de los intervalos UV A y UV B, y

30 $E\text{-SPF}(UV A) + E\text{-SPF}(UV B) \neq E\text{-SPF}$ ya que este último valor E-SPF resulta de la fórmula de la fig. 3a o 3b en la que los valores de τ_{UV} y R_{UV} son obtenidos para la fusión de los intervalos UV A y UV B.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para clasificar unas gafas (1) con respecto a la protección proporcionada por dichas gafas contra el peligro de los UV, por el que un valor de índice (E-SPF) es calculado para cuantificar una reducción en una cantidad total de UV que incide sobre un ojo para un usuario de dichas gafas con respecto a la exposición a los UV sin gafas, comprendiendo el método las siguientes operaciones:
- /1/ proporcionar un valor de transmisión de UV (τ_{UV}) para las gafas (1), obtenido integrando valores de transmisión espectral ($\tau(\lambda)$) ponderados para cuantificar el peligro ($S(\lambda)$) y la intensidad ($Es(\lambda)$) para cada valor de longitud de onda (λ), sobre un intervalo de longitud de onda UV determinado (UV A y UV B);
- 10 /2/ proporcionar un valor de reflexión de UV (R_{UV}) en una cara posterior (1b) de las gafas (1), siendo obtenida dicha reflexión de UV integrando valores de reflexión espectral ($R(\lambda)$) que se refieren a la cara posterior de las gafas, y ponderado para cuantificar el peligro ($S(\lambda)$) y la intensidad ($Es(\lambda)$) para cada valor de longitud de onda (λ), sobre el intervalo de longitud de onda de UV determinado (UV A y UV B);
- 15 /3/ combinar ambos valores de transmisión de UV (τ_{UV}) y de reflexión de UV (R_{UV}) de las gafas (1) utilizando una fórmula de adición con factores positivos distintos de cero (β , α) respectivamente para la transmisión de UV y la reflexión de UV; y
- /4/ calcular el valor de índice (E-SPF) a partir de un número base (BN) distinto de cero dividido por un resultado obtenido en la operación /3/.
- 20 2. El método según la reivindicación 1, en el que el valor de índice (E-SPF) calculado en la operación /4/ es igual al número base (BN) dividido por el resultado obtenido en la operación /3/ para la combinación de los valores de transmisión de UV (τ_{UV}) y de reflexión de UV (R_{UV}) de las gafas (1) utilizando la fórmula de adición.
3. El método según la reivindicación 1 ó 2, en el que el resultado de la fórmula de adición es la unidad cuando se sustituye en dicha fórmula de adición la transmisión de UV (τ_{UV}) de las gafas con un valor máximo debido a la escala utilizada para la transmisión de UV, y también se sustituye la reflexión de UV (R_{UV}) de las gafas con cero,
- 25 y en el que el resultado de la fórmula de adición cuando se utilizan valores de transmisión de UV (τ_{UV}) y de reflexión de UV (R_{UV}) de las gafas (1) es igual a un factor de reducción para la exposición total del ojo a los UV cuando el usuario está equipado con las gafas, en comparación con cuando el usuario no tiene gafas.
4. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la cuantificación de intensidad ($Es(\lambda)$) para cada valor de longitud de onda (λ) en las operaciones /1/ y /2/, es implementado utilizando valores de irradiancia espectral solar como un factor dentro de una función de ponderación para los valores de transmisión espectral ($\tau(\lambda)$) y de reflexión espectral ($R(\lambda)$) de las gafas (1).
- 30 5. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la transmisión de UV (τ_{UV}) es proporcionada en la operación /1/ para un primer valor de un ángulo de incidencia (i_T) de rayos UV sobre las gafas (1) menor de 30°, y la reflexión de UV (R_{UV}) es proporcionada en la operación /2/ para un segundo valor de ángulo de incidencia (i_R) de rayos UV sobre la cara posterior (1b) de las gafas entre 135° y 160°, midiéndose los ángulos de incidencia (i_T , i_R) desde una dirección (FD) de referencia orientada hacia delante de las gafas.
- 35 6. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que una relación del factor (β) para la transmisión de UV (τ_{UV}) de las gafas (1) utilizado en la operación /3/ al número base (BN) está en el intervalo de 0.01 a 1.
7. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la relación del factor (α) para la reflexión de UV (R_{UV}) en la cara posterior (1b) de las gafas (1) utilizada en la operación /3/ para el número de base (BN) está en el intervalo de 0.01 a 1.
- 40 8. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los factores (β , α) para la transmisión de UV (τ_{UV}) y la reflexión de UV (R_{UV}) utilizados en la operación /3/ para las gafas (1) son obtenidos a partir de las mediciones fotométricas realizadas respectivamente para la intensidad UV solar directa que incide sobre el ojo del usuario y la intensidad UV solar directa que incide sobre la cara posterior (1b) de las gafas (1) desde el lado posterior de una cabeza de un usuario, con valores de referencia para parámetros seleccionados en una lista que comprende parámetros de iluminación durante el día, parámetros de dimensionamiento y de desgaste de una montura de gafas utilizada con las gafas, y un parámetro base de las gafas.
- 45 9. El método según la reivindicación 8, en el que los factores (β , α) para la transmisión de UV (τ_{UV}) y la reflexión de UV (R_{UV}) utilizada en la operación /3/ para las gafas (1) son obtenidos a partir de los resultados de las mediciones promediadas realizadas con la variación de algunos de los parámetros de iluminación seleccionados entre el tiempo solar, la dirección de acimut de la cabeza del usuario, la inclinación de la cabeza del usuario, la estación, la fecha dentro del año, y la latitud sobre la Tierra.
- 50

10. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la fórmula de adición utilizada en la operación /3/ es $\alpha \cdot R_{UV} + \beta \cdot T_{UV} + \gamma$, donde

T_{UV} y R_{UV} son respectivamente la transmisión de UV y la reflexión de UV de las gafas (1),

5 α y β son los factores respectivamente para la reflexión de UV (R_{UV}) y la transmisión de UV (T_{UV}) de las gafas (1), y

γ es un valor constante.

11. El método según la reivindicación 10, en el que los factores (α , β) de los valores de reflexión de UV (R_{UV}) y de transmisión de UV (T_{UV}) de las gafas (1) en la fórmula de adición, son ambos iguales a la unidad, y el valor constante (γ) es cero.

10 12. El método según la reivindicación 10, en el que el valor constante (γ) es distinto de cero y se obtiene a partir de mediciones realizadas con condiciones de referencia durante el día, de una cantidad de intensidad de UV que incluye la radiación de UV solar difundida antes de entrar en un ojo de un usuario.

15 13. El método que incluye la reivindicación 12, en el que la cantidad de intensidad UV medida para obtener el valor constante (γ), incluye además radiación UV solar directa con dirección de incidencia tal que dicha radiación UV solar directa entra en el ojo del usuario después de pasar por fuera de un borde periférico de una montura utilizada con las gafas (1) cuando el usuario está equipado con dichas gafas.

14. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el resultado de la fórmula de adición es obtenido directamente a partir de mediciones realizadas con las gafas (1) utilizando un fotómetro de bancada diseñado para simular condiciones de iluminación en el exterior durante el día.

20 15. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el intervalo de longitud de onda de UV determinado utilizado en las operaciones /1/ y /2/ es seleccionado en la lista que comprende un primer intervalo de 280 nm a 380 nm, un segundo intervalo de 280 nm a 400 nm, un tercer intervalo de 315 nm a 380 nm y un cuarto intervalo de 280 nm a 315 nm.

25 16. El método de ordenación de un conjunto de gafas con respecto a la protección proporcionada por cada una de dichas gafas contra el peligro de los rayos UV, que comprende las siguientes operaciones:

- para cada una de las gafas, calcular un valor de índice respectivo (E-SPF) implementando un método de clasificación según cualquiera de las reivindicaciones precedentes; y
- comparar entre sí los valores de índice obtenidos respectivamente para las gafas.

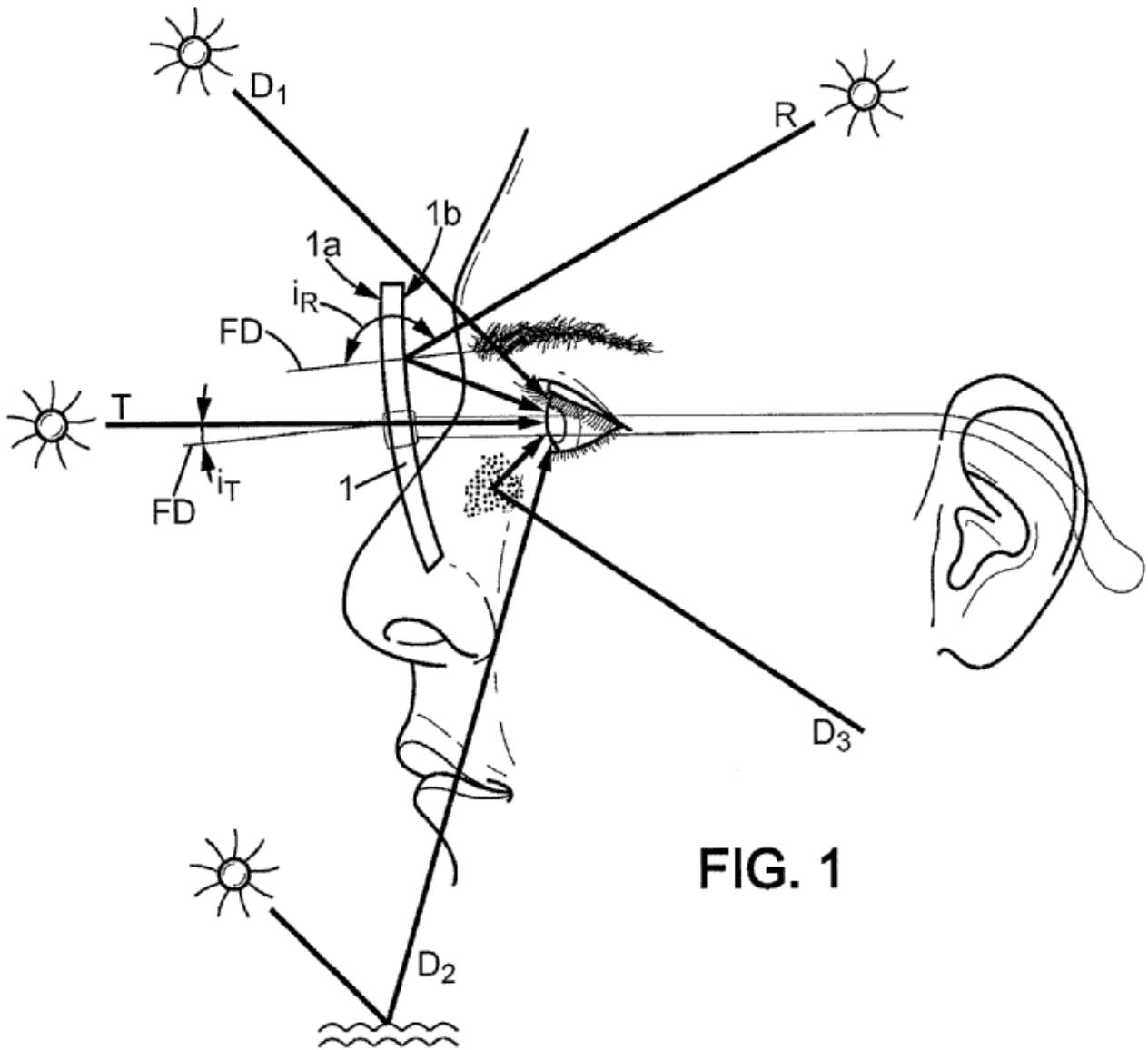


FIG. 1

FIG. 2a

$$\tau_{UV} = \frac{\int_{UVA \& UVB} E_s(\lambda) \times S(\lambda) \times \tau(\lambda) \times d\lambda}{\int_{UVA \& UVB} E_s(\lambda) \times S(\lambda) \times d\lambda}$$

FIG. 2b

$$R_{UV} = \frac{\int_{UVA \& UVB} E_s(\lambda) \times S(\lambda) \times R(\lambda) \times d\lambda}{\int_{UVA \& UVB} E_s(\lambda) \times S(\lambda) \times d\lambda}$$

FIG. 3a

$$E\text{-SPF} = \frac{BN}{\alpha \times R_{UV}(i_R) + \beta \times \tau_{UV}(i_T) + \gamma}$$

FIG. 3b

$$E\text{-SPF} = \frac{1}{R_{UV}(145^\circ) + \tau_{UV}(0^\circ)}$$

Longitud de onda	Irradiancia solar espectral	Función de eficacia espectral relativa	Función de ponderación
nm	$E_{s\lambda}$ mW/m ² /nm	S	$W=E_{s\lambda} \cdot S$
280	0	0.88	0
285	0	0.77	0
290	0	0.64	0
295	2.09×10^{-1}	0.54	0.000 11
300	8.10×10^{-2}	0.30	0.024 3
305	1.91	0.060	0.115
310	11.0	0.015	0.165
315	30.0	0.003	0.090
320	54.0	0.001 0	0.054
325	79.2	0.000 50	0.040
330	101	0.000 41	0.041
335	128	0.000 34	0.044
340	151	0.000 28	0.042
345	170	0.000 24	0.041
350	188	0.000 20	0.038
355	210	0.000 16	0.034
360	233	0.000 13	0.030
365	253	0.000 11	0.028
370	279	0.000 093	0.026
375	306	0.000 077	0.024
380	336	0.000 064	0.022

FIG. 2c