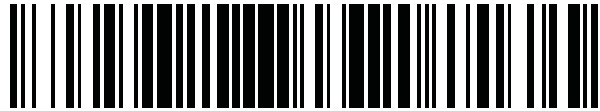


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 377 372**

21 Número de solicitud: 201031105

51 Int. Cl.:
G01N 21/17 (2006.01)
G01B 11/00 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación: **19.07.2010**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **27.03.2012**

43 Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
27.03.2012

71 Solicitante/s:
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
Avda. Gregorio Peces Barba 1
28918 Leganés, Madrid, ES

72 Inventor/es:
RUIZ LLATA, MARTA y
ACEDO GALLARDO, PABLO

74 Agente/Representante:
Arias Sanz, Juan

54 Título: **DISPOSITIVO PARA LA MEDIDA DEL ESTADO DE LA CALZADA.**

57 Resumen:

La presente invención se centra en un dispositivo o sensor que detecta la presencia en un zona o región local de la calzada de de hielo, agua, nieve y otras sustancias en la superficie de la calzada. Este dispositivo comprende dos o más fuentes láser a distintas longitudes de onda y medios de detección opto electrónicos y electrónicos adaptados para detectar cambios relacionados con el índice de refracción complejo de una región de la calzada asociados a la presencia de dichas sustancias. Comprende el uso de técnicas de modulación y de modulación de señal para proporcionar un dispositivo de altas sensibilidad, alcance, siendo compacto y susceptible de uso en vehículos.

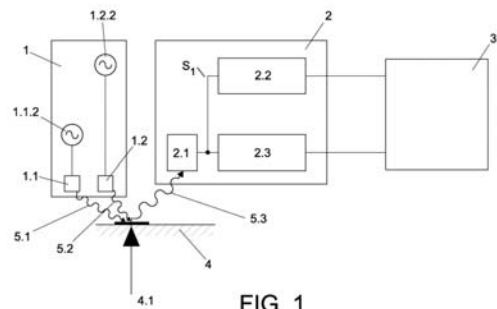


FIG. 1

DESCRIPCIÓN

DISPOSITIVO PARA LA MEDIDA DEL ESTADO DE LA CALZADA

OBJETO DE LA INVENCION

5 La presente invención se centra en un dispositivo o sensor y un método que detecta la presencia en una región o zona local de la calzada de hielo, agua, y otras sustancias en la superficie de la calzada.

 Esta información es esencial para los vehículos de mantenimiento de carreteras para determinar las necesidades de tratamiento de la misma (por ejemplo echar sal). También, la degradación en las condiciones de tracción es de interés para los
10 usuarios de la carretera, especialmente importante en situaciones donde la presencia de estos elementos no es evidente al conductor (por ejemplo la presencia de hielo negro).

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 En el estado de la técnica se presentan soluciones que hacen uso de sensores insertados en la calzada, lo que necesita de una infraestructura sobre la vía. Por tanto estas soluciones no son adecuadas para ser incorporadas en vehículos tales como automóviles. Además, estos sensores se ven afectados por la condición del firme, que se degrada debido al tráfico, fenómenos externos, o fenómenos naturales.

20 Otros sistemas presentes en el estado de la técnica detectan la presencia de sustancias en base a técnicas ópticas. Utilizan sistemas basados en propiedades ópticas porque permiten detectar la sustancia o especie química, de una manera no solo cualitativa sino susceptible de llevar a una cuantificación. Los sistemas presentes en el estado de la técnica presentan los siguientes problemas.

25 Algunos presentan partes mecánicas móviles en sistemas ópticos críticos para asegurar la detección de parámetros de la superficie de la calzada como agua o hielo.

Aquellos que necesitan partes mecánicas móviles son extremadamente vulnerables a fatigas mecánicas y degradaciones lo que repercute en la calidad de la medida y presentan problemas al incorporarlos en vehículos debido a las vibraciones, golpes e inercias que deben soportar durante su vida útil.

5 Otros sistemas basados en la medición de propiedades ópticas implican medir en unas condiciones de alineamiento óptico que presentan dificultades a la hora de ser implementadas de forma práctica y dificultan su aplicación a vehículos.

Estas dificultades están presentes en aquellos sistemas implementados en base a detectar estados polarizados. También existen otros sistemas basados en la
10 reflexión de luz por parte de una sola fuente luminosa de ancho espectro, lo que presenta dificultades porque no permiten regular la potencia para cada haz, lo que limita la capacidad de detección y también el alcance, y presentan dificultades de alineamiento óptico.

Junto con lo anterior existe una necesidad para la estimación de parámetros tales como los espesores de capa de hielo. Es deseable por tanto una detección
15 precisa que permita acceder a parámetros adicionales tales como el espesor de capa de las sustancias en la calzada y en particular de hielo.

Además es necesario aumentar el rango de alcance efectivo en algunos casos, y para estos casos, es necesario superar problemas relacionados con la relación
20 señal ruido ya que la intensidad de la radiación detectada disminuye cuando se aumenta la distancia a la superficie. Este hecho hace necesario un mayor poder de detección y sensibilidad así como hacer posible estimar el espesor de la capa de la fase de una sustancia, parámetros que permiten implementar modelos de fricción con la calzada, o una combinación de los mismos.

25 **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

El objeto de la invención es proporcionar un dispositivo y un método para la detección de un estado de la superficie de la calzada en una determinada región de verificación.

Se denomina como región o zona de verificación a un determinado área

donde se lleva a cabo la medida. El estado en que se encuentra esta región de verificación depende de la presencia o no presencia de una sustancia en la región de verificación (como por ejemplo si hay o no hay agua), la fase termodinámica de una sustancia sobre la región de verificación (si hay o no hielo), o los parámetros de las capas de una

5 sustancias (espesor de capa de hielo), o una combinación de los anteriores. También se denomina “condición” al valor de estado de la superficie de la calzada. Así, la detección de una condición de estado comprende la distinción entre la presencia o no presencia de una sustancia en la región de verificación (como por ejemplo si hay o no agua), o entre dos estados de una sustancia (agua en fase líquida, hielo). El dispositivo de la

10 invención permite detectar mediante medios opto electrónicos si dicha región de verificación presenta un estado tal como la presencia de sustancias (como agua), la presencia de sustancias en una determinada fase (agua en fase sólida, hielo, o en fase líquida). Dicho dispositivo se encuentra definido por la reivindicación 1 independiente. En un segundo aspecto inventivo se proporciona un método para detectar una condi-

15 ción de estado de la superficie de la calzada en una determinada región de verificación según la reivindicación 11 independiente. Ambas reivindicaciones se incorporan por referencia a esta descripción.

Un primer aspecto inventivo comprende un dispositivo para proporcionar una medida basada en las propiedades del índice de refracción de la región de verificación de la calzada asociadas a una condición de estado. Esto es, una condición para

20 distinguir entre dos estados de esta región de verificación como la presencia de una sustancia (por ejemplo, la presencia de agua).

El dispositivo está formado por al menos el siguiente conjunto de componentes y un conjunto de reglas técnicas de acuerdo con la reivindicación 1. A continuación, se detalla cada una de ellas:

25

‘un primer grupo de emisión ‘.

El primer grupo de emisión comprende un conjunto de medios que permiten proporcionar, por ejemplo haces de radiación electromagnética altamente monocromática, preferentemente coherente, tal como un haz láser.

30 La región de verificación tiene típicamente un tamaño similar al área da la región donde incide la radiación emitida por el grupo de emisión. Cuando

se trata de un haz o haces láser, sería similar al área comprendida por el punto o puntos de incidencia del láser, lo que permite realizar una caracterización local o localizada de la superficie de la calzada.

5 Ventajosamente puede incorporarse también una selección del estado de polarización de la radiación emitida. Esto permite seleccionar aquella región del espectro electromagnético adecuada para la detección de esta condición.

10 *‘una primera fuente láser que en modo operativo emite un haz con una longitud de onda λ_1 donde esta primera fuente láser dispone de medios para la modulación que en modo operativo modulan la intensidad a una frecuencia f_1 ; siendo el valor del índice de refracción de la región de verificación a la longitud de onda λ_1 indistinguible cuando la región de verificación se encuentra en una u otra condición de estado;’*

15 La primera fuente láser está configurada para emitir un haz monocromático. Este haz se caracteriza porque la longitud de onda de dicho primer haz (λ_1) está seleccionada de tal forma que el índice de refracción (complejo) de la región de verificación no varía a esta longitud de onda cuando esta región de verificación se encuentra en una u otra condición de estado. Esto es, es indistinguible la verificación de la condición de estado en base a la información del índice de refracción a λ_1 . Por tanto, magnitudes derivadas tales como la reflectividad del haz reflejado en la región de verificación no varían al presentarse o no dicha condición sobre el estado en la calzada.

20

25 Preferentemente esta longitud λ_1 tiene un valor tal que la presencia de una proporción apreciable de una sustancia o especie química en la región de verificación. En el primer estado la región de verificación carece de una proporción apreciable de dicha sustancia en la región de verificación, y más preferentemente en un fase termodinámica. En el segundo estado sólo está presente una proporción apreciable de un especie química, y más preferentemente en un fase termodinámica (sólida, líquida).

30 En un ejemplo (para detectar agua líquida) este rango en λ_1 va de 650 – 1800 nm. Más preferentemente se trata de una región del infrarrojo (IR)

próximo, lo que permite reducir el costo de los componentes.

5 Junto con lo anterior, la intensidad de dicho haz se encuentra modulada a una primera frecuencia de modulación f_1 mediante medios de modulación. Preferentemente la modulación puede ser en amplitud y/o fase. Más preferentemente la modulación se lleva mediante una señal electrónica (en adelante se hace referencia esta señal como REF1).

10 *‘una segunda fuente láser que en modo operativo emite un haz con una longitud de onda λ_2 donde esta segunda fuente láser dispone de medios para la modulación que en modo operativo modulan la intensidad a una frecuencia f_2 donde esta frecuencia f_2 es distinta a la frecuencia f_1 , siendo el valor del índice de refracción de la región de verificación a la longitud de onda λ_2 distinto cuando la región de verificación se encuentra en una u otra condición de estado;’*

15 La segunda fuente láser está configurada para emitir otro haz monocromático caracterizado porque la longitud de onda de dicho segundo haz (λ_2) está seleccionada en de tal forma que el índice de refracción (complejo) de la región de verificación es distinto dependiendo de si la región de verificación cumple con la condición de estado o no. Esto es, es posible la verificación de la condición del estado de la región de verificación en base a la información del índice de refracción a λ_2 . Es decir, las magnitudes derivadas tales como la reflectividad o la intensidad del haz reflejado en la región de verificación varían al presentarse o no dicha condición sobre el estado en la calzada.

20

25 Preferentemente esta longitud λ_2 tiene un valor tal que es posible distinguir la presencia de una proporción apreciable de una sustancia o especie química en la región de verificación, y más preferentemente en una fase termodinámica (e.g. sólida o líquida).

30 En un ejemplo (agua líquida) esta región es 650–1800 nm. En otro ejemplo (hielo) esta región es 650– 1800 nm. Más preferentemente cualquiera de los rangos anteriores es una región del infrarrojo (IR) próximo., lo que permite reducir el costo de los componentes.

5 Junto con lo anterior, la intensidad de dicho haz se encuentra modulada a una segunda frecuencia de modulación f_2 mediante medios de modulación. Preferentemente la modulación puede ser en amplitud y/o fase. Más preferentemente la modulación se lleva mediante una señal electrónica (en adelante se hace referencia a esta señal como REF2).

10 Las frecuencias de modulación f_1 y f_2 son distintas y están elegidas en una banda mucho menor que la frecuencia de los haces monocromáticos. Preferentemente, las frecuencias de modulación f_1 y f_2 de cada una de las fuentes está elegida a una frecuencia no contaminada por el espectro electromagnético del ambiente.

‘un segundo grupo de recepción que a su vez comprende:

un medio fotodetector destinado a recibir la radiación reflejada que procede de la primera y segunda fuente láser tras incidir en la región de verificación y que comprende una salida de señal eléctrica;’

15 El grupo de recepción comprende un medio fotodetector que proporciona una señal eléctrica. Esta señal contiene la información sobre la intensidad reflejada por la región de verificación de la calzada a las longitudes de onda λ_1 y λ_2 .

Preferentemente el medio fotodetector comprende un fotodiodo.

20 *‘una primera cadena de demodulación alimentada por la salida de señal eléctrica del medio fotodetector y provista de una salida de señal de demodulación A_1 ;*

25 *una segunda cadena de demodulación alimentada también por la salida de señal eléctrica del medio fotodetector y provista de una salida de señal de demodulación A_2 ;’*

El dispositivo presenta al menos dos cadenas de demodulación, alimentadas por la señal eléctrica del medio fotodetector que lleva a cabo la transducción de una forma general.

La primera cadena de demodulación presenta medios electrónicos adaptados para proporcionar medios de demodulación de la señal del medio fotodetector a la frecuencia f_1 .

5 Preferentemente la primera cadena de demodulación está alimentada (sincronizada con) por la señal REF1, aunque están incluidas otras implementaciones del demodulador en otras realizaciones (e.g. un lazo de seguimiento de fase ó PLL).

10 Lo mismo es aplicable para la segunda cadena de demodulación. A la hora de implementar el demodulador, éste también presenta medios electrónicos adaptados para proporcionar la demodulación de la señal del medio fotodetector a la frecuencia f_2 .

A su vez, de un manera preferente, la segunda cadena de demodulación está alimentada (sincronizada con) por la señal REF2, estando otras implementaciones del demodulador incluidas en otras realizaciones (e.g. PLL).

15 Preferentemente, estas cadenas de demodulación están conectadas en paralelo con respecto a la salida eléctrica del medio fotodetector.

La salida de las cadenas de demodulación proporciona una amplitud compleja (modulo y fase, cuadratura) que se designa como A_1 y A_2 .

20 *‘donde la primera y la segunda fuente láser del primer grupo de emisión están orientadas de tal modo que en modo operativo la radiación de los dos haces láser incide en la región de verificación, y los al menos parte de la radiación reflejada inciden en el medio fotodetector del segundo grupo de recepción; ‘*

25 La provisión de esta característica hace que ambos haces hagan uso del mismo detector tras incidir en el mismo área, i.e. la región de verificación. Diversas implementaciones pueden llevarse a cabo.

En una primera implementación, la configuración espacial o ubicación del primer grupo de emisión y del segundo es tal que la radiación de los dos haces láser (bien los dos haces, bien el haz combinado que tiene una com-

ponente de cada uno de los haces) inciden en la misma región (la región de verificación) y se reflejan sobre el medio fotodetector.

5 Otras realizaciones incluyen medios de guía (e.g. fibra ópticas) que permiten el guiado de los haces desde las fuentes hasta un punto de emisión, así como la orientación de los haces. También permiten guiar al haz reflejado desde un lugar del espacio en el medio fotodetector.

10 *‘y donde el dispositivo comprende adicionalmente de un módulo de medida que en modo operativo valora las magnitudes A_2 y A_1 y compara sus relaciones con al menos un conjunto de valores que reflejan la variación del índice de refracción ante una condición de estado local de la calzada.’*

15 El módulo de medida está adaptado para valorar y comparar las dos amplitudes complejas A_1 , A_2 . Estas amplitudes complejas A_1 , A_2 contienen respectivamente información sobre al menos la componente en amplitud de la intensidad de los haces reflejados a cada longitud de onda λ_1 , λ_2 . Por tanto estas cadenas están adaptadas para medir o registrar estas amplitudes para extraer de estas amplitudes complejas información sobre el índice de refracción y permitir implementar y adaptar el módulo para la verificación de la condición de estado local de la calzada.

20 Una unidad de procesamiento está adaptada para llevar a cabo una división del módulo de A_2 entre A_1 , y compararlo con al menos un valor de referencia. Cuando se compara la relación de A_2 , A_1 , preferentemente su cociente, con un valor de referencia que se denomina como RREF, preferentemente escogido en base a criterios estadísticos sobre un umbral de la condición de estado de la calzada, se proporciona un dispositivo capaz de
25 detectar dicha condición de estado.

30 Preferentemente también se pueden implementar modelos que permitan en base a los parámetros detectados inferir otros parámetros de la región de verificación como el espesor de la capa de las sustancias o especies químicas tal como el hielo que pueden ser incorporados junto con otra información a un modelo de fricción.

En un segundo aspecto inventivo se proporciona un método de detección de una condición de estado de la superficie de la calzada, que permite en una región de verificación determinada o escogida llevar a cabo las siguientes etapas:

5 *‘Provisión de un primer haz con una longitud de onda λ_1 , en donde el valor del índice de refracción de la región de verificación a la longitud de onda λ_1 es indistinguible cuando la región de verificación se encuentra en una u otra condición de estado, estando la intensidad I_1 de este primer haz modulada a una frecuencia f_1 ;*

10 *y de un segundo haz con una longitud de onda λ_2 , en donde el valor del índice de refracción de la región de verificación a la longitud de onda λ_2 es distinto cuando la región de verificación se encuentra en una u otra condición de estado, estando la intensidad I_2 de este segundo haz modulada a una frecuencia f_2 distinta de la frecuencia f_1 ; e*

incidiendo la radiación de ambos haces en la región de verificación;’

15 Se proporciona un primer haz con una longitud de onda λ_1 , y cuya intensidad está modulada a una frecuencia f_1 y un segundo haz con una longitud de onda λ_2 e intensidad modulada a frecuencia f_2 . Estos haces inciden en una región de verificación.

20 Preferentemente estos haces pueden estar combinados en un único haz que contiene ambas componentes.

Preferentemente al menos uno es un haz láser.

25 Al igual que en el primer aspecto inventivo, la región de verificación tiene típicamente un tamaño similar al área de la región donde incide la radiación electromagnética emitida por el grupo de emisión. Cuando se trata de un haz o haces láser, el área de incidencia sería similar al área comprendida por el punto o puntos de incidencia del láser (en inglés ‘spot’), lo que permite realizar una caracterización local o localizada de la superficie de la calzada.

La longitudes de onda del primer y segundo haz (λ_1 , λ_2) han sido seleccio-

nado en para dos valores. El primer valor de la longitud de onda es tal que el índice de refracción (complejo) de la región de verificación no varía cuando esta región de verificación se encuentra en una u otra condición de estado. El segundo valor de la longitud de onda es tal que el índice de refracción (complejo) de la región de verificación es distinto dependiendo de si la región de verificación cumple con la condición de estado o no.

5
10 *‘detección de la radiación electromagnética reflejada en la región de verificación, que comprende una componente de longitud de onda λ_1 y una componente de longitud de onda λ_2 , mediante un medio fotodetector que transforma esta radiación electromagnética reflejada en una señal eléctrica S_1 ;*

15 La detección del haz reflejado mediante un medio fotodetector que transforma (transduce) la radiación electromagnética reflejada por el primer y el segundo haz en la región de verificación en una señal eléctrica S_1 . Esta radiación comprende una componente de longitud de onda λ_1 y una componente de longitud de onda λ_2 . Cada una de estas componentes a λ_1 , λ_2 contiene la radiación reflejada del primer haz con una longitud de onda λ_1 , y del segundo haz con una longitud de onda λ_2 , incidentes en la región de verificación y modulados a las frecuencias f_1 y f_2 .

Preferentemente, este medio fotodetector comprende un fotodiodo.

20 Así, se habilita el uso de diversas técnicas de demodulación de señal eléctrica sobre dicha señal eléctrica S_1 . Esto permite el transporte de información asociada al índice de refracción de la región de verificación a cada una de las longitudes de onda λ_1 , λ_2 de una forma versátil y sencilla.

25 *‘demodulación de la señal eléctrica S_1 a frecuencias f_1 y f_2 proporcionando los valores de una primera amplitud compleja A_1 a una frecuencia f_1 y de una segunda amplitud compleja A_2 a una frecuencia f_2 ;’*

30 La señal eléctrica S_1 proporcionada por el medio fotodetector es demodulada en el rango de frecuencias de interés. Este rango incluye f_1 y f_2 . Preferentemente, se usando una primera y segunda cadena de demodulación, y más preferentemente son cadenas de demodulación síncronas.

5 Así se proporciona una amplitud compleja demodulada a f_1 y una amplitud compleja demodulada a f_2 (respectivamente amplitudes A_1, A_2) que se relacionan, manteniendo por ejemplo una relación de proporcionalidad, respectivamente con la intensidad del haz reflejado a las longitudes de onda λ_1, λ_2 .

10 Esta señal es resultado de una alta sensibilidad al eliminar aquellas componentes a frecuencias que no coinciden con las frecuencias de modulación f_1 y f_2 mediante el uso de la demodulación de la señal. Por tanto, este modo de obtener la amplitud compleja a cada longitud de onda λ_1, λ_2 hace accesible detectar variaciones de la amplitud cuando la relación señal ruido es baja.

Preferentemente se obtiene un valor para cada componente complejo de la amplitud: X_1 y su cuadratura Y_1 para A_1 ; X_2 y su cuadratura Y_2 para A_2 se comparan con una referencia.

15 *‘comparación de estos valores de la amplitud compleja A_1, A_2 con al menos un valor de referencia de amplitud compleja que refleja la variación del índice de refracción a la longitud de onda λ_2 cuando la región de verificación se encuentra en dicha condición de estado.’*

20 *Una vez obtenidos estos valores desmodulados de amplitud compleja A_1 a una frecuencia f_1 y de una segunda amplitud compleja A_2 a una frecuencia f_2 , se comparan con una referencia para obtener la condición de estado.*

25 *Dado que las amplitudes complejas A_1, A_2 contienen respectivamente información sobre al menos la componente en amplitud de la intensidad de los haces reflejados a cada longitud de onda λ_1, λ_2 al comparar estos valores de amplitud compleja A_1, A_2 con valores de referencia, es posible establecer que condición de estado se tiene en la región de verificación de la superficie de la calzada.*

30 *Preferentemente, se trata de unos valores de referencia obtenidos escogido en base a criterios estadísticos sobre un umbral de la condición de estado de la calzada.*

Más preferentemente se trata de un valor umbral RREF para comparar con el cociente de A_2 y A_1 .

5 *Por tanto estas cadenas están adaptadas para medir o registrar estas amplitudes para extraer de estas amplitudes complejas información sobre el índice de refracción y permitir implementar y adaptar el módulo para la verificación de la condición de estado local de la calzada.*

10 *Una unidad de procesamiento está adaptada para llevar a cabo una división del módulo de A_2 entre A_1 , y compararlo con un valor de referencia. Cuando se compara la relación de A_1 , A_2 con un valor de referencia que se denomina como RREF, preferentemente escogido en base a criterios estadísticos sobre un umbral de la condición de estado de la calzada, se proporciona un dispositivo capaz de detectar dicha condición de estado*

15 Se presenta por tanto un dispositivo de detección autónomo, susceptible de implementarse sobre objetos móviles y en especial vehículos, que gracias a la minimización de las partes ópticas presentes en el dispositivo, sigue posibilitando la adopción de criterios basados en propiedades ópticas que proporcionan con un alto poder discriminador capaz de detectar sustancias sin los problemas asociados a la presencia de partes mecánicas móviles, alineamiento óptico, con una alta sensibilidad que permite aumentar el rango de distancias efectivo sin una degradación de la sensibilidad.

20

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Estas y otras características y ventajas de la invención, se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la descripción detallada que sigue de una forma preferida de realización, dada únicamente a título de ejemplo ilustrativo y no limitativo, con referencia a las figuras que se acompañan.

25

Figura 1: En esta figura se muestra un diagrama de bloques de una realización del dispositivo de la invención.

Figura 2: En esta figura se muestra un diagrama de bloques de una realización de un primer grupo del dispositivo de la invención.

Figura 3: En esta figura se muestra un diagrama de bloques de una realización de otros grupos de emisión y recepción comprendidos en el dispositivo de la invención.

Figura 4: En esta figura se muestra un diagrama de bloques de un ejemplo de realización de los grupos de la invención.

EXPOSICIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención comprende un dispositivo y un método para detectar la verificación de una condición de la superficie de la calzada 4 del que se describe a continuación un ejemplo de una realización detallada. En la figura 1 se muestra un diagrama esquemático del dispositivo y las figuras 2 a 4 muestran esquemas de un mismo ejemplo de realización que se utilizará para describir diversas soluciones empleadas en donde se percibe más claramente la estructura interna del mismo.

El dispositivo según el ejemplo de realización comprende tres conjuntos de elementos asociados a un grupo de emisión 1, un grupo de recepción 2 y un grupo de control y procesamiento 3.

El grupo de emisión 1 comprende una primera fuente láser 1.1 y una segunda fuente láser 1.2 tal y como se muestra en la figura 1. La intensidad I_1 , I_2 de cada haz láser 5.1, 5.2 se modula mediante dos osciladores 1.1.2, 1.2.2 y se detecta mediante un grupo de recepción 2 tras incidir en la región de verificación 4.1 situada en la calzada 4.

El grupo de recepción 2 comprende un medio fotodetector 2.1. Este convierte la radiación reflejada 5.3 en una señal eléctrica S_1 . Esta señal se introduce en dos cadenas de demodulación 2.2, 2.3.

Un tercer grupo de control y procesamiento 3 permite registrar y procesar las amplitudes complejas A_1 , A_2 detectadas por las dos cadenas de demodulación 2.2, 2.3.

En el ejemplo de la presente realización tanto las fuentes láser 1.1, 1.2 como el medio fotodetector 2.1 se encuentran en un mismo soporte lo que simplifica el diseño constructivo.

El ejemplo de realización, como un modo particular de ejecución de la invención, hace uso de una configuración mixta donde las cadenas de demodulación 2.1, 2.2 adoptan una forma de cadena de demodulación síncrona que permite detectar señales donde la relación señal/ruido es baja. No obstante el término cadena de demodulación debe ser interpretado de una forma amplia, ya que esta implementación no es única, siendo posibles mediante otras implementaciones tales como un PLL, etc.

Estos haces láser se reflejan sobre una región de verificación 4.1, donde inciden los láseres. En el ejemplo de la presente realización el área de incidencia (“spot” en inglés) de cada láser 5.1, 5.2 es la misma: un mismo “spot” la región de verificación 4.1, lo que aumenta la evaluación de la contribución local a la medida.

En el ejemplo de realización el grupo de emisión 1 presenta un primer emisor láser semiconductor, en este ejemplo un primer diodo de emisión 1.1.1, que emite una radiación láser a una longitud de onda λ_1 . Esto proporciona un emisor más sencillo y que abarata costes.

Más concretamente, en este ejemplo se describe una configuración para detectar la presencia de agua en estado líquido en la región de verificación 4.1 de la calzada. En este caso a la longitud de onda es preferentemente 1310 nm (IR próximo) en donde los coeficientes de absorción determinados por el índice de refracción (complejo) del agua en fase líquida no presenta variaciones en función de si hay presencia de agua en la región de verificación 4.1. Así la radiación de la componente del haz a λ_1 es constante e independientemente de si se verifica la condición de estado sobre la región de verificación 4.1.

Un oscilador 1.1.2 suministra una señal de referencia REF1 a este primer diodo de emisión 1.1.1. De esta forma la intensidad de la radiación 5.1 emitida por este primer diodo de emisión 1.1.1 es modulada por la señal de referencia REF1. Preferentemente, esta modulación de la intensidad I_1 es en amplitud (podría ser en fase, amplitud o una combinación de las mismas) y a una frecuencia f_1 . Esto habilita el uso de técnicas de demodulación para detectar la intensidad reflejada.

Un segundo emisor láser semiconductor, en este ejemplo segundo diodo de emisión 1.2.1, emite una radiación láser a una longitud de onda λ_2 . En este caso a la longitud de onda λ_2 es preferentemente 1550 nm (IR próximo) en donde los coeficien-

tes de absorción determinados por el índice de refracción (complejo) del agua en fase líquida presentan variaciones cuando hay presencia de agua en la región de verificación 4.1. Por tanto la radiación reflejada incluye una componente a λ_2 distinta cuando hay presencia de agua en fase líquida en la región de verificación 4.1.

5 Un oscilador 1.2.2 suministra una señal de referencia REF1 a este segundo diodo de emisión 1.2.1. De esta forma la intensidad de la radiación 5.2 emitida por este segundo diodo de emisión 1.2.1 es modulada por la señal de referencia REF2. Preferentemente, se modula la intensidad I_2 en amplitud (podría ser en fase y/o amplitud) y a una frecuencia f_2 , distinta de f_1 , para permitir una demodulación simultánea y una
10 mejor relación señal ruido.

De forma más preferente, estas frecuencias f_1 , f_2 caen típicamente en el rango de las aplicaciones de baja frecuencia (más preferentemente, frecuencias inferiores a 200 kHz) y elegidas en una banda no contaminada. Preferentemente evitando armónicos múltiplos de la frecuencia de la red de alimentación (típicamente, 50Hz: 50
15 Hz, 100Hz, 150 Hz, etc. ó 60 Hz: 60 Hz, 120 Hz, 180 Hz, etc.). Esto evita la contaminación por señales a distintas frecuencias y mejora la relación señal ruido.

En este ejemplo, la luz de cada uno de estos diodos de emisión 1.1.1, 1.2.1 es recogida por un primer medio de guía 1.3. Este primer medio de guía 1.3 es preferentemente un conjunto de medios dieléctricos de guía, tales como la fibra óptica. Este
20 ejemplo de realización se ha llevado a cabo mediante dos fibras ópticas denominadas como "pigtail" 1.3.1, 1.3.2 que recogen la emisión de cada uno de los diodos de emisión 1.1.1., 1.2.1. Estos haces 5.1, 5.2 se combinan en la fibra óptica común 1.3.4 mediante un combinador 1.3.3. Esto permite guiar y orientar a la vez ambos haces hasta
25 el punto de emisión más favorable en la construcción del dispositivo, y facilita la orientación del haz para que el "spot" de incidencia del láser esté en la región de verificación 4.1.

En este ejemplo, un colimador 1.3.5 situado al terminar la fibra óptica común 1.3.4 permite obtener un haz colimado (rayos colineales) incidente sobre la región de verificación 4.1 y permite obtener un emisor más compacto.

30 Ventajosamente se adopta una solución en donde el ángulo de incidencia hace un haz emitido en una dirección muy cercana a la dirección normal de incidencia

sobre la superficie de la calzada 4 lo que permite situar el medio fotodetector 2.1 cercano al colimador 1.3.5.

De este modo, es posible conseguir un grupo emisor 1 compacto de un haz con dos longitudes de onda λ_1, λ_2 moduladas a f_1, f_2 , colimado, compacto, sencillo y orientable con una dirección definida.

Una vez que este haz incide en la región de verificación 4.1 de la calzada, se refleja e incide en el grupo de recepción 2. En este ejemplo el grupo de recepción 2 comprende un medio fotodetector 2.1. Este medio fotodetector 2.1 comprende una serie de partes en este ejemplo tal como una lente focalizadora 2.1.1.

Además, comprende una segunda fibra óptica 2.1.2 que conduce gran parte de la radiación reflejada, focalizada por la lente focalizadora 2.1.1, hasta un fotodiodo 2.1.3 que convierte esta radiación reflejada en una señal eléctrica. Esta señal es amplificada por un preamplificador 2.1.4 para proporcionar una señal eléctrica S_1 . Esto permite una detección simplificada habilitando diversas soluciones constructivas.

Más preferentemente, el medio fotodetector 2.1 puede contener elementos tales como polarizadores para discriminar el estado de polarización de la luz reflejada.

Las cadenas de demodulación 2.2, 2.3 pueden implementarse de diversas maneras. En particular se recogen ejemplos de cadenas de demodulación 2.2 2.3 implementadas de forma numérica mediante un conversor analógico digital, un filtro antialiasing y un dispositivo lógico, tal como una combinación DSP, microprocesador, micro controlador, DPS, FPGA, u otro adaptado para detectar la amplitud en fase de la señal del medio fotodetector a una frecuencia de demodulación. Esto permite una implementación digital flexible, modular y barata.

En el presente ejemplo se describen dos cadenas de demodulación 2.2, 2.3 síncrona, conectadas en paralelo con la salida del preamplificador 2.1.4. Con referencia a la primera cadena 2.2, la señal S_1 se hace pasar por un filtro pasa banda 2.2.1 que incluye f_1 para mejorar la relación señal/ruido. Esta señal se introduce en un mezclador 2.1.3 donde se multiplica por la señal de referencia REF1 del oscilador de modulación 1.1.2 a frecuencia f_1 . A la salida del mezclador 2.1.3 se coloca un filtro paso bajo 2.2.4

que permite obtener la amplitud compleja A_1 mediante la señal X_1 y su cuadratura Y_1 . El módulo de la amplitud compleja es $|A_1|^2 = X_1^2 + Y_1^2$, y la fase $\phi_1 = \text{atan}(Y_1/X_1)$.

La segunda cadena de demodulación 2.3 representada en la figura 3 presenta componentes análogos (filtro paso banda 2.3.1 que incluye f_2 , mezclador de señal 2.2.3 y filtro paso bajo 2.2.4). La señal de sincronía REF2 a frecuencia f_2 proviene del segundo oscilador 1.2.2. A la salida del demodulador se tiene la señal X_2 y su cuadratura, relacionadas con la amplitud compleja A_2 : $|A_2|^2 = X_2^2 + Y_2^2$, y la fase $\phi_2 = \text{atan}(Y_2/X_2)$.

La señal a la salida de cada demodulador representa la amplitud reflejada a λ_1, λ_2 presentando una excelente inmunidad respecto al ruido presente por factores ambientales. La detección en fase permite ampliar el rango de alcance entre el punto de emisión del haz láser, simplifica la construcción y permite llevar aquellas partes sensibles y críticas del sistema de detección en zonas susceptibles de implementar técnicas de compatibilidad electromagnética (e.g. apantallamiento) con mayor sencillez.

Las entradas de un conversor analógico digital ADC 3.1 se conectan a las salidas de las cadenas de demodulación 2.3, 2.4 para recibir las señales X_1, Y_1, X_2, Y_2 . Así, estas señales se introducen en este ejemplo en el grupo de control y procesamiento 3 donde son digitalizadas para su procesamiento por cualquier unidad de procesamiento 3.2 como un microprocesador, un PC, etc. Esto permite flexibilizar e implementar diversas estrategias de detección.

En particular, una unidad de procesamiento 3.2 está adaptada para, utilizando las señales digitalizadas X_1, Y_1, X_2, Y_2 , calcular y comparar el módulo del cociente entre estas amplitudes $|A_2|/|A_1|$ con un valor de referencia RREF. Este valor de referencia es en este ejemplo un umbral de discriminación entre dos estados. Puede ser obtenido mediante métodos estadísticos y refleja un criterio para discriminar si se verifica la condición de estado cuando la relación $|A_2|/|A_1|$ es mayor o menor que RREF. Así, si la relación $|A_2|/|A_1|$ es mayor que RREF, se considera que la superficie de la calzada está en un primer estado. Si la relación $|A_2|/|A_1|$ es menor que RREF, se considera que la superficie de la calzada está en un segundo estado.

Este criterio se puede completar en base a la información proporcionada por las fases ϕ_2, ϕ_1 sobre cuya información se implementa un criterio de validación ya

que proporcionan criterio adicional información de la distancia a la que está el blanco y lo que permite validar la medida como correcta ya que ambas longitudes de onda están midiendo una superficie que está a la misma distancia. Además, es posible incorporar un sistema de control de potencia (no representado). Este sistema de control
5 tendría una entrada para cada señal de A_1 , que A_2 , está conectada también a este sistema. Este sistema es un circuito electrónico adaptado para modificar la amplitud de la modulación de cada una de las fuentes de modulación 1.1.2, 1.2.2. Aunque se puede implementar sobre cualquiera de las amplitudes A_1 , A_2 , se describe para la amplitud A_2 . Este sistema de control de potencia está adaptado para compara el módulo de A_1
10 con un valor de referencia P_1 y comprende un sistema de control (tal como un control integral (I), proporcional-integral (PI), proporcional-integral-diferencial (PID)) que permite ser adaptado para regular la amplitud de la señal del suministrada al primer diodo emisor 1.1.1 hasta que $|A_1|$ fuera igual a P_1 . Es posible implementar el sistema de control de potencia sobre cualquier cadena de demodulación se encuentra descrito en
15 esta solicitud.

En otro ejemplo, es posible agregar una pluralidad de fuentes láser a una longitud de onda $\lambda_3, \dots, \lambda_n$, moduladas respectivamente a frecuencias f_3, f_4, \dots, f_n y las correspondientes cadenas de demodulación adicionales.

Es posible elegir estas longitudes de onda $\lambda_3, \dots, \lambda_n$ para detectar nuevos
20 parámetros que permiten adquirir información relacionados con la variación del índice de refracción complejo con la longitud de onda que determinen una condición de estado adicional de la región de verificación 4.1 de la superficie de la calzada 4.

En otro ejemplo de realización se describe como añadir una tercera fuente (no mostrada en las figuras) al primer grupo de emisión. Se parte del partiendo del
25 ejemplo de realización descrito anteriormente, que permite detectar la presencia de agua líquida en la región de verificación 4.1. En este caso la variación relativa de los coeficientes de absorción de agua (líquida) y hielo en función de la longitud de onda son similares a 1310 nm y distintos a 1470 nm y a 1550 nm. Cuando se cumple esta condición, el índice de refracción complejo o una de las magnitudes que se derivan de
30 él como el coeficiente de absorción, es distinto a estas últimas longitudes de onda (1470 nm, 1550 nm).

Por tanto se dispone de forma ventajosa un grupo emisor 1 según cualquier ejemplo de la realización anterior y se proporciona una tercera fuente láser. Esta tercera fuente láser emite un tercer haz con una longitud de onda λ_3 . En este caso a la longitud de onda λ_3 es preferentemente 1470 nm (IR próximo) en donde los coeficientes de absorción determinados por el índice de refracción (complejo) del agua en fase líquida y en fase sólida (hielo) presentan variaciones en función de si hay presencia de agua o hielo en la región de verificación 4.1.

Un tercer oscilador suministra una señal de referencia REF3 a este tercer diodo de emisión. De esta forma la intensidad de la radiación emitida por este tercer diodo de emisión es modulada por la señal de referencia REF3. Preferentemente, esta es modulación de la intensidad I_3 es en amplitud (podría ser en fase, amplitud o una combinación de ambas) y a una frecuencia f_3 . Esto habilita el uso de técnicas de demodulación para detectar la intensidad reflejada.

De forma ventajosa una tercera fuente láser dispone de medios para la modulación que modulan la intensidad a una frecuencia f_3 , distinta de las frecuencias f_1 y f_2 de la primera y la segunda fuente láser.

El tercer haz láser está orientado de tal modo que en modo operativo incide en la región de verificación 4.1, y el haz reflejado incide en el medio fotodetector 2.1 del segundo grupo de recepción 2 para su recepción.

Preferentemente, un tercer medio de guía como una fibra óptica "pigtail" recoge la emisión del tercer diodo de emisión para combinarlo en la fibra óptica común 1.3.4 mediante el combinador 1.3.3.

Además, el segundo grupo de recepción 2 comprende a frecuencia f_3 una tercera cadena de demodulación alimentada también por la salida de señal eléctrica S_1 del medio fotodetector 2.1. Con referencia a esta tercera cadena, la señal S_1 se hace pasar por un tercer filtro pasa banda que incluye a f_3 , para mejorar la relación señal/ruido. Esta señal se introduce en un tercer mezclador donde se multiplica por la señal de referencia REF3 del tercer oscilador de modulación a frecuencia f_3 . A la salida del tercer mezclador se coloca un tercer filtro paso bajo que permite obtener la amplitud compleja A_3 mediante la señal X_3 y su cuadratura Y_3 . El módulo de la amplitud compleja es $|A_3|^2 = X_3^2 + Y_3^2$, y la fase $\phi_3 = \text{atan}(Y_3/X_3)$.

Estas señales se introducen en el conversor analógico digital ADC 3.1 presente en el grupo de control y procesamiento 3. Una vez digitalizadas para su procesamiento por cualquier unidad de procesamiento 3.2, en este ejemplo es posible comparar el módulo del cociente entre estas amplitudes $|A_2|/|A_1|$ con un primer valor de referencia RREF1 y las amplitudes $|A_3|/|A_1|$ con un segundo valor de referencia RREF2.

Al igual que en el ejemplo anterior, este primer valor de referencia RREF1 es en este ejemplo un primer umbral de discriminación entre dos estados de una región de verificación 4.1 que se corresponden a con o sin agua líquida. Dicho segundo valor de referencia RREF2 es en este ejemplo un segundo umbral de discriminación entre dos estados una región de verificación 4.1 que se corresponden a con o sin hielo. Dicho dispositivo permite por tanto detectar la presencia da agua y hielo en la una región de verificación de la superficie de la calzada 4.1.

Dicho dispositivo puede incorporar las diversas soluciones tales como el sistema de control de potencia adoptado para el ejemplo anterior sobre la señal del tercer diodo emisor láser.

La solución proporcionada mediante los ejemplos de realización de este dispositivo admite configuraciones constructivas extremadamente estables y compactas que permite su implementación autónoma tanto en sistemas fijos como en sistemas móviles, tales como vehículos y en particular automóviles, resultando esta última especialmente ventajosa.

De las realizaciones anteriores es posible apreciar que debido a la máxima simplificación combinada con el esquema de detección del esquema óptico es posible superar dificultades con los alineamientos ópticos y, no presenta partes móviles permitiendo una muy alta sensibilidad.

REIVINDICACIONES

1.- Dispositivo de detección de una condición de estado de la superficie de la calzada en una determinada región de verificación (4.1) caracterizado porque comprende

- un primer grupo de emisión (1) que a su vez comprende
 - 5 • una primera fuente láser (1.1) que en modo operativo emite un haz (5.1) con una longitud de onda λ_1 ,
donde esta primera fuente láser (1.1) dispone de medios para la modulación (1.1.2) que en modo operativo modulan la intensidad I_1 a una frecuencia f_1 ,
 - 10 siendo el valor del índice de refracción de la región de verificación (4.1) a la longitud de onda λ_1 indistinguible cuando la región de verificación (4.1) se encuentra en una u otra condición de estado;
 - una segunda fuente láser (1.2) que en modo operativo emite un haz (5.2) con una longitud de onda λ_2 ,
 - 15 donde esta segunda fuente láser (1.2) dispone de medios para la modulación (1.2.2) que en modo operativo modulan la intensidad I_2 a una frecuencia f_2 donde esta frecuencia f_2 es distinta a la frecuencia f_1 ,
 - siendo el valor del índice de refracción de la región de verificación (4.1) a la longitud de onda λ_2 distinto cuando la región de verificación (4.1) se encuentra en una u otra condición de estado;
 - 20
- un segundo grupo de recepción (2) que a su vez comprende:
 - un medio fotodetector (2.1) destinado a recibir la radiación reflejada (5.3) que procede de la primera y segunda fuente láser (1.1,1.2) tras incidir en la región de verificación (4.1) y que comprende una salida de señal eléctrica S_1 ;
 - 25 • una primera cadena de demodulación (2.2) alimentada por la salida de señal eléctrica S_1 del medio fotodetector (2.1) y provista de una salida de señal de demodulación A_1 ;

- una segunda cadena de demodulación (2.3) alimentada también por la salida de señal eléctrica S_1 del medio fotodetector (2.1) y provista de una salida de señal de demodulación A_2 ;

5 donde la primera y la segunda fuente láser (1.1,1.2) del primer grupo de emisión (1) están orientadas de tal modo que en modo operativo la radiación de los dos haces láser (5.1,5.2) incide en la región de verificación (4.1), y al menos parte de la radiación reflejada (5.3) incide en el medio fotodetector (2.1) del segundo grupo de recepción (2) ; y donde el dispositivo comprende adicionalmente de un módulo de medida (3) que en modo operativo valora las magnitudes A_2 y A_1 y compara sus relaciones con al
10 menos un conjunto de valores que reflejan la variación del índice de refracción ante una condición de estado local de la calzada.

2. Dispositivo según la reivindicación 1 caracterizado porque el primer grupo de emisión (1) dispone de al menos una tercera fuente láser que en modo operativo emite un haz con una longitud de onda λ_3 , donde esta tercera fuente láser:

- dispone de medios para la modulación que en modo operativo modulan la intensidad a una frecuencia f_3 , distinta de las frecuencias f_1 y f_2 de la primera y la segunda fuente láser,
 - está orientada de tal modo que en modo operativo incide en la región de verificación (4.1), y el haz reflejado incide en el medio fotodetector (2.1) del segundo grupo de recepción (2) ; y
- 15
20

donde el segundo grupo de recepción (2) adicionalmente comprende una tercera cadena de demodulación alimentada también por la salida de señal eléctrica S_1 del medio fotodetector (2.1) y provista de una salida de señal de demodulación A_3 ; y donde el dispositivo permite mediante el módulo de medida, en modo operativo, la valoración
25 del cociente entre las magnitudes A_3 y A_1 .

3. Dispositivo según la reivindicación 1 ó 2 caracterizado porque las fuentes láser (1.1, 1.2) así como el medio fotodetector (2.1) se encuentran en un mismo soporte.

4.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 caracterizado porque dispone de elementos o medios de guía (1.3) que conducen los haces láser (5.1,5.2) desde
30 las fuentes láser (1.1,1.2) hasta un punto de emisión desde donde se orienta el punto de emisión hacia la región de verificación (4.1).

- 5.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 caracterizado porque se proporciona al menos un colimador (1.3.5) para la emisión de haces colineal hacia la región de verificación (4.1).
- 5 6.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 caracterizado porque el medio fotodetector (2.1) comprende una lente focalizadora (2.1.1) de la radiación reflejada (5.3) en la región de verificación (4.1).
- 7.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 caracterizado porque el medio fotodetector (2.1) comprende un fotodiodo (2.1.3).
- 10 8.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 caracterizado porque el medio fotodetector (2.1) comprende un preamplificador (2.1.4) entre el fotodiodo (2.1.3) y las cadenas de demodulación (2.2, 2.3).
- 15 9.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 caracterizado porque al menos uno de los demoduladores (2.2,2.3) comprende un mezclador (2.2.3,2.3.3) en donde en una de las entradas del mezclador (2.2.3,2.3.3) se introduce la señal eléctrica S_1 y en otra de las entradas del mezclador (2.2.3, 2.3.3) se introduce la señal de un oscilador (1.1.2, 1.2.2) a una de las frecuencias de modulación (f_1, f_2), y la salida de este mezclador (2.2.3, 2.3.3) se introduce en un filtro paso bajo (2.2.4, 2.3.4) para detectar la amplitud en fase de la señal eléctrica S_1 en fase con el oscilador local (1.1.2, 1.2.2).
- 20 10.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 caracterizado porque al menos una de las cadenas de demodulación (2.2, 2.3) se implementa de forma numérica mediante un conversor analógico digital, un filtro antialiasing y un dispositivo lógico, tal como una combinación DSP, microprocesador, microcontrolador, DPS, FPGA, u otro dispositivo lógico adaptado para detectar la amplitud en fase de la señal del medio fotodetector (2.1) a una frecuencia.
- 25 11.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 en donde la potencia de al menos una de las fuentes láser (1.1, 1.2) es controlada mediante un sistema de control de potencia regulado por un valor de potencia umbral P_i y un valor de potencia proporcional a la magnitud amplitud compleja de $|A_i|$ para cualquiera de las señales $i=1,2,3...n$.

12. Método de detección de una condición de estado de la superficie de la calzada en una determinada región de verificación (4.1) que comprende las etapas de:

- provisión de
 - 5 un primer haz (5.1) con una longitud de onda λ_1 , en donde el valor del índice de refracción de la región de verificación (4.1) a la longitud de onda λ_1 es indistinguible cuando la región de verificación (4.1) se encuentra en una u otra condición de estado, estando la intensidad I_1 de este primer haz (5.1) modulada a una frecuencia f_1 ; y
 - 10 de un segundo haz (5.2) con una longitud de onda λ_2 , en donde el valor del índice de refracción de la región de verificación (4.1) a la longitud de onda λ_2 es distinto cuando la región de verificación (4.1) se encuentra en una u otra condición de estado, estando la intensidad I_2 de este segundo haz (5.2) modulada a una frecuencia f_2 distinta de la frecuencia f_1 ; e
 - 15 incidiendo la radiación de ambos haces (5.1,5.2) en la región de verificación (4.1);
 - detección de la radiación reflejada (5.3) en la región de verificación (4.1), que comprende una componente de longitud de onda λ_1 y una componente de longitud de onda λ_2 , mediante un medio fotodetector (2.1) que transforma esta radiación electromagnética reflejada en una señal eléctrica S_1 ;
 - 20 – demodulación de la señal eléctrica S_1 a frecuencias f_1 y f_2 proporcionando los valores de una primera amplitud compleja A_1 a una frecuencia f_1 y de una segunda amplitud compleja A_2 a una frecuencia f_2 ;
 - 25 – comparación de estos valores de la amplitud compleja A_1 , A_2 con al menos un valor de referencia de amplitud compleja que refleja la variación del índice de refracción a la longitud de onda λ_2 cuando la región de verificación (4.1) se encuentra en dicha condición de estado.
 - 30

13. Método según la reivindicación 12 en donde la condición de estado se verifica si el

cociente entre los módulos de la segunda amplitud compleja $|A_2|$ y de la primera amplitud compleja $|A_1|$ es mayor que un valor de referencia RREF.

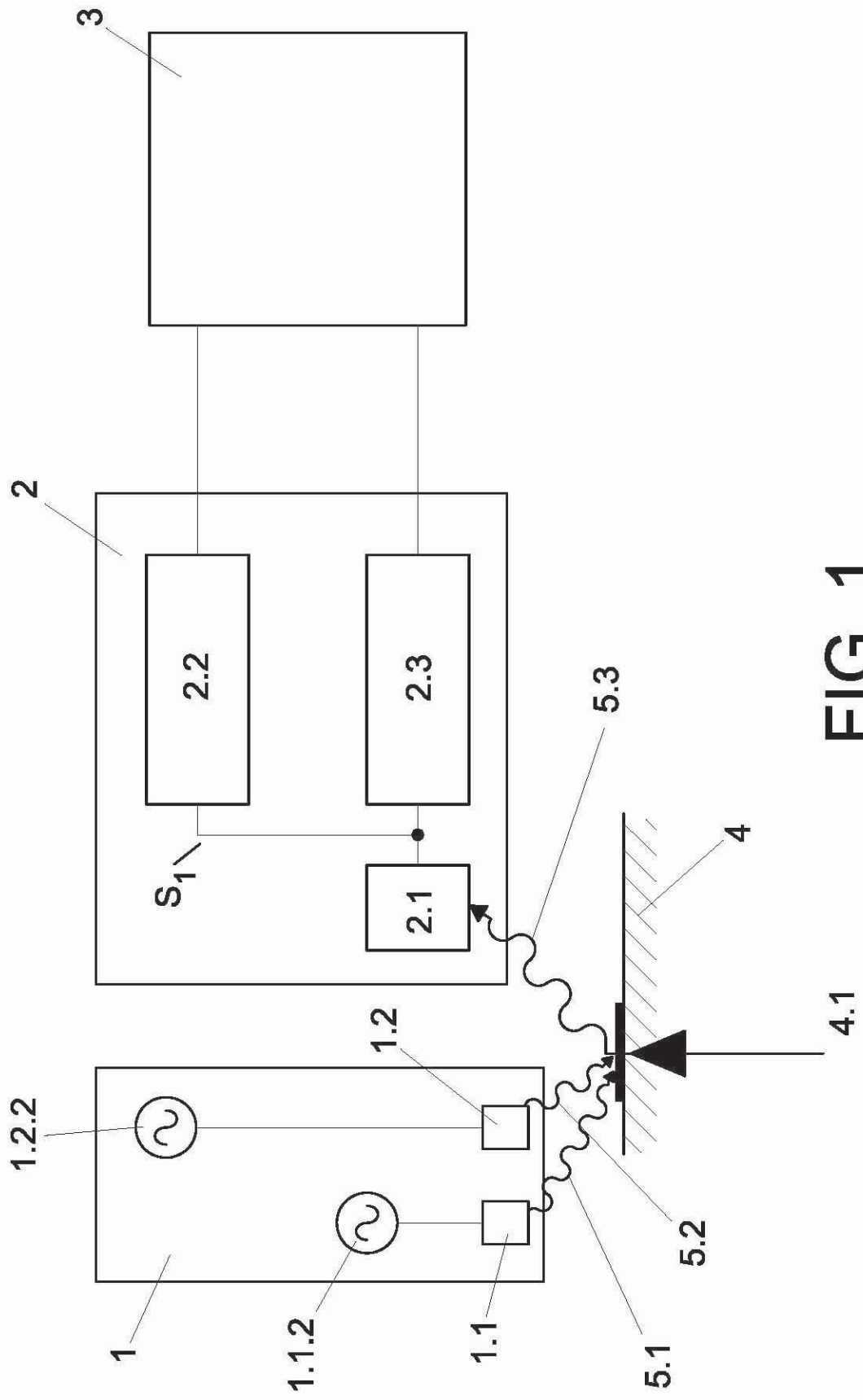


FIG. 1

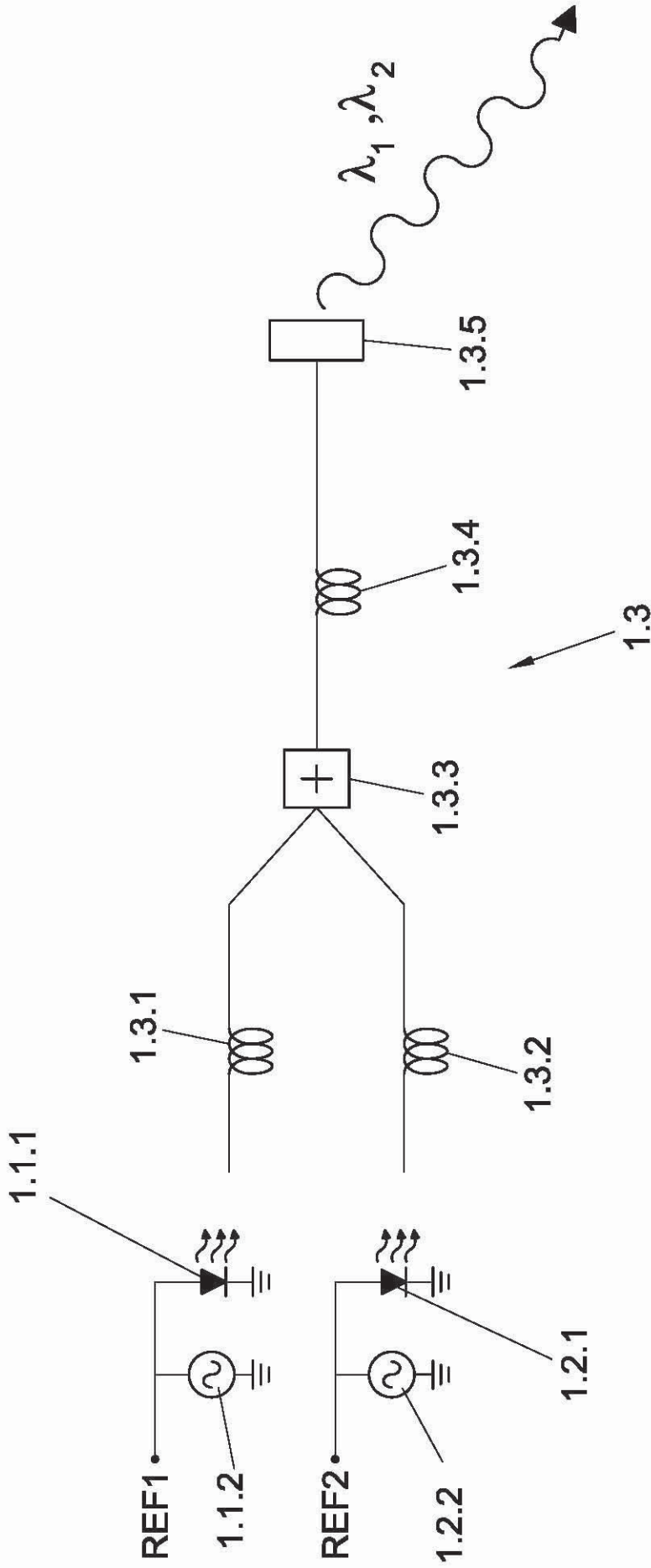


FIG. 2

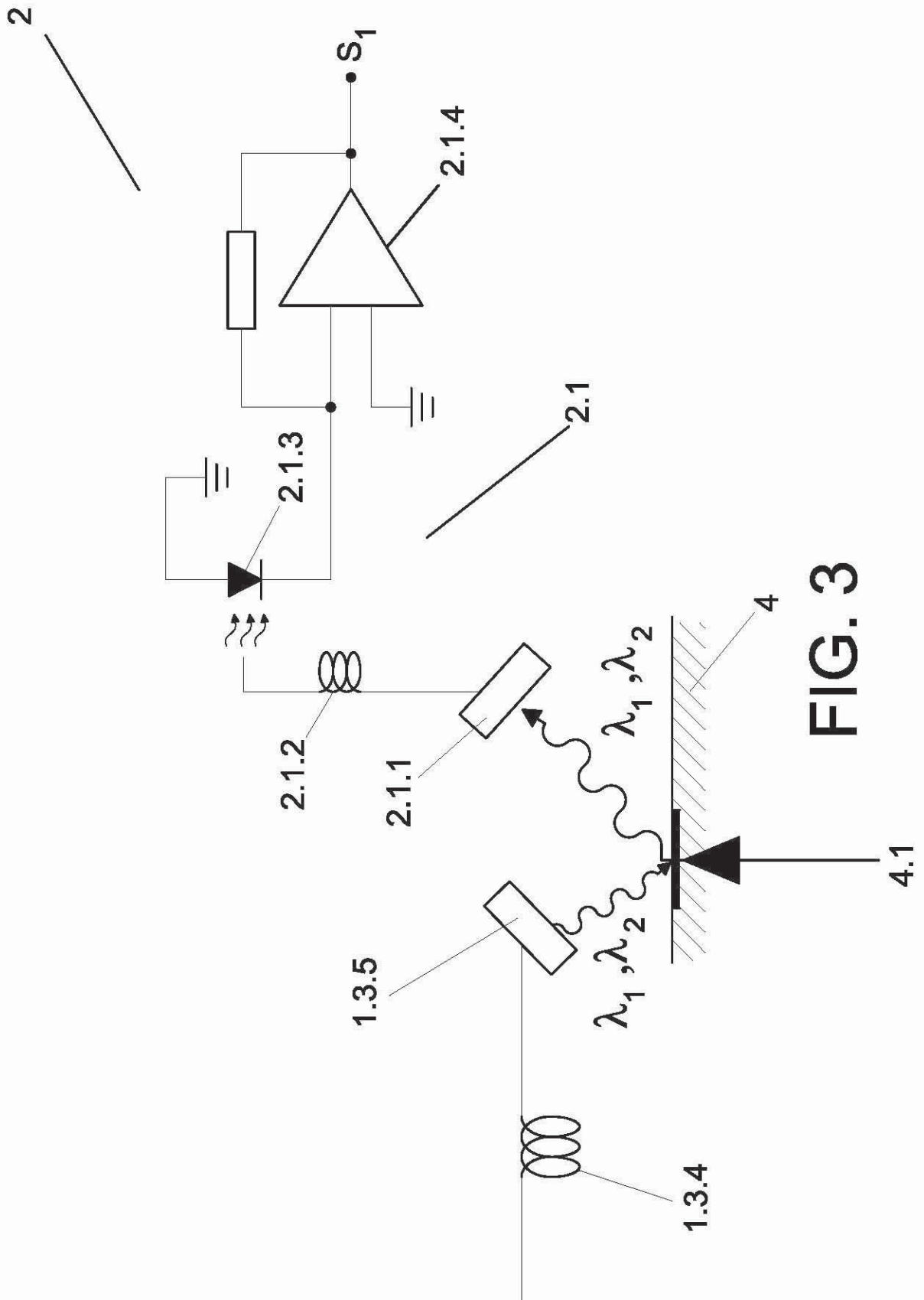


FIG. 3

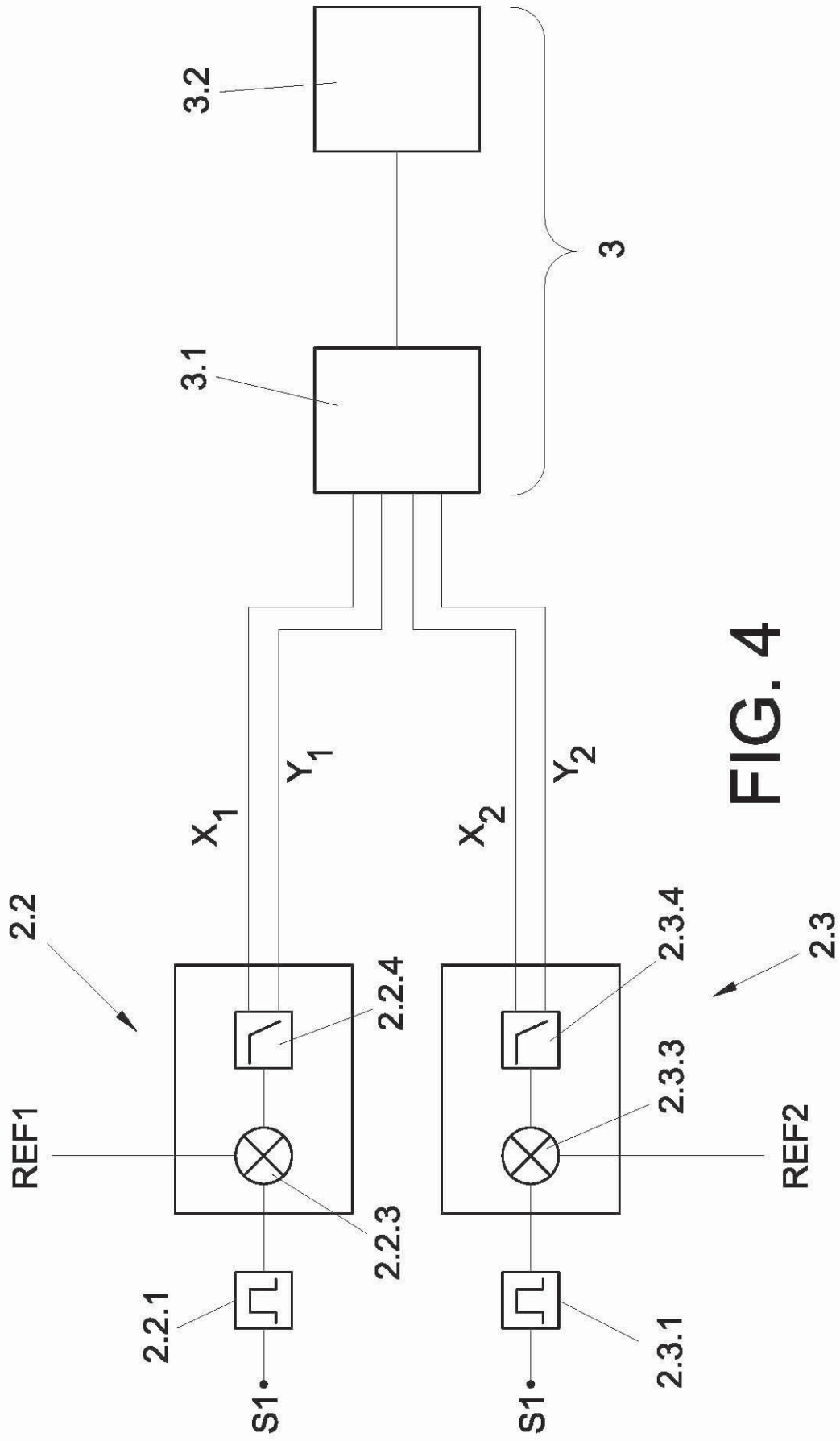


FIG. 4



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201031105

②② Fecha de presentación de la solicitud: 19.07.2010

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **G01N21/17** (2006.01)
G01B11/00 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 2009222238 A1 (GAGNON ROBERT E) 03.09.2009, párrafos [0044-0072]; figuras.	1-13
A	EP 0540343 (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD) 05.05.1993, columna 2, línea 44 – columna 8, línea 23; figuras 1-5.	1-13
A	US 2005172526 A1 (TAYLOR CHARLES L et al.) 11.08.2005, párrafos [0021-0050]; figuras.	1-13
A	EP 0762359 A2 (VAISALA OY) 12.03.1997, todo el documento.	1-13

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones n.º:

Fecha de realización del informe
13.03.2012

Examinador
J. Calvo Herrando

Página
1/4

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

G01N, G01B

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

INVENES, EPODOC, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 13.03.2012

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-13	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-13	SI
	Reivindicaciones	NO

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

Base de la Opinión.-

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

1. Documentos considerados.-

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

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2009222238 A1 (GAGNON ROBERT E)	03.09.2009
D02	EP 0540343 (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD)	05.05.1993
D03	US 2005172526 A1 (TAYLOR CHARLES L et al.)	11.08.2005
D04	EP 0762359 A2 (VAISALA OY)	12.03.1997

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

Se considera como el documento del estado de la técnica anterior más próximo al objeto reivindicado el documento D01.

Reivindicación independiente R1

El documento D01 describe un dispositivo para medir el espesor de una capa depositada sobre una superficie utilizando medios ópticos. Dicho espesor se determina mediante la utilización de un laser, un detector y aprovechando el índice de refracción del elemento depositado sobre la superficie (escarcha, hielo, agua, etc). La diferencia de este documento con el objeto de la reivindicación R1 es que no existe una segunda fuente de emisión, por lo que no se pueden comparar la radiación reflejada por las dos fuentes para determinar el estado de la superficie.

El documento D02 divulga un sistema óptico de medida capaz de determinar el perfil o el espesor de un objeto. En su segundo modo de realización, este sistema incluye dos fuentes de emisión moduladas a diferentes frecuencias y actuando a la vez pero incidiendo en dos puntos diferentes ya que el espesor de la capa se determina precisamente restando la distancia calculada a partir de la radiación reflejada en ambos puntos. Por tanto, la diferencia con respecto al objeto de la reivindicación R1 sería que los láseres no inciden en el mismo punto, por tanto no se podría establecer una relación entre ambas respuestas para obtener el estado de la superficie.

El documento D03 describe un sistema óptico montado en un vehículo para determinar las propiedades de una superficie. Dicho sistema utiliza dos fuentes de emisión para determinar el espesor de la capa y el índice de refracción de la capa depositada sobre la superficie para determinar de qué tipo de elemento depositado se trata (nieve, hielo, agua, nieve derretida, etc). Sin embargo, este sistema tampoco utiliza las dos fuentes de emisión enfocadas a un mismo punto para establecer una relación entre las radiaciones reflejadas y determinar el estado de la superficie.

El documento D04 divulga un sistema embebido en la carretera que determina las condiciones de la superficie mediante medios ópticos. Este sistema consta de un único medio emisor y dos medios receptores que recogen la radiación reflejada. Estableciendo una relación entre las amplitudes de las señales recibidas por ambos medios receptores se determina el estado de la calzada. Aunque este documento D04 si establece el estado de la calzada mediante la comparación de dos señales, éstas se generan con un único elemento emisor cuya radiación reflejada es captada por dos medios receptores diferentes mientras que en la presente reivindicación R1 las dos señales a relacionar se producen mediante la generación de dos medios emisores diferentes de un haz a distinta longitud de onda y cuya radiación reflejada es captada por un único receptor.

No sería obvio para una persona experta en la materia aplicar las características de los documentos citados y llegar a la invención como se revela en la reivindicación R1. Por lo tanto, el objeto de esta reivindicación cumple los requisitos de novedad, actividad inventiva y aplicación industrial de acuerdo con los Art. 6.1 y 8.1 LP.

Reivindicaciones dependientes R2-R11

Las reivindicaciones R2-R11 son reivindicaciones dependientes de la reivindicación R1. Teniendo en cuenta la argumentación con respecto a la reivindicación R1, la invención de acuerdo con las reivindicaciones R2-R11 cumple los requisitos de novedad, actividad inventiva y aplicación industrial de acuerdo con los Art. 6.1 y 8.1 LP.

Reivindicación independiente R12

Ninguno de los documentos citados en el Informe de Búsqueda Internacional, o cualquier combinación relevante de ellos revela un método de detección de una condición de estado de la superficie de la calzada como el descrito por la reivindicación R12. Por lo tanto, los documentos D01-D04 son sólo documentos que reflejan el estado de la técnica. En consecuencia la invención es nueva y se considera que implica actividad inventiva y que tiene aplicación industrial.

Reivindicación dependiente R13

La reivindicación R13 es dependiente de la reivindicación R12 y como ella también cumple los requisitos de la ley de Patentes con respecto a novedad y actividad inventiva.