



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 276 263**

51 Int. Cl.:  
**G01N 21/53** (2006.01)  
**G01N 21/15** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04425329 .2**  
86 Fecha de presentación : **10.05.2004**  
87 Número de publicación de la solicitud: **1596185**  
87 Fecha de publicación de la solicitud: **16.11.2005**

54 Título: **Sistema y procedimiento de medición de la visibilidad.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.06.2007**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.06.2007**

73 Titular/es: **C.R.F. Società Consortile per Azioni  
Strada Torino, 50  
10043 Orbassano, TO, IT**

72 Inventor/es: **Vivo, Giulio y  
Carrea, Paola**

74 Agente: **Espiell Volart, Eduardo María**

ES 2 276 263 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

Sistema y procedimiento de medición de la visibilidad.

5 La presente invención se refiere a un sistema y procedimiento de medición de la visibilidad.

Más concretamente, la presente invención se refiere a un sistema y procedimiento de medición de la visibilidad a lo largo de una carretera, tal como una calle y/o vía principal, una autopista, o cualquier carretera en general por la que transiten vehículos; la descripción que sigue se refiere a esta aplicación simplemente a título de ejemplo.

10 Como es sabido, la poca visibilidad en las carreteras, especialmente autopistas, debida a la niebla, lluvia u otras condiciones atmosféricas, es hoy una de las principales causas de accidentes de tráfico. Por tanto, es fundamental ser capaces de determinar y medir la visibilidad de la carretera con precisión, para poner sobre aviso con antelación a los usuarios de los vehículos en carretera cuando la visibilidad desciende por debajo de un umbral de seguridad determinado.

15 Se utilizan sistemas de medición de la visibilidad utilizados para fines distintos de la aplicación a carreteras, por ejemplo, aeronáuticos o meteorológicos, y que se basan esencialmente en el principio de emitir un haz de luz en la zona de medición y procesar el haz de luz recibido para determinar distintos parámetros que caracterizan la visibilidad de la zona atravesada por el haz. Los sistemas aeronáuticos o meteorológicos de medición usados actualmente emplean equipos de medición tales como transmisómetros, reflectómetros o sensores de dispersión.

20 Los transmisómetros comprenden un proyector para emitir un haz de luz en una dirección predeterminada; y un fotorreceptor situado a una cierta distancia del proyector y orientado hacia el proyector para recibir y procesar el haz de luz, y proporcionar información referente a la visibilidad dentro del espacio atravesado por el haz de luz.

25 Dicha información se obtiene comparando la intensidad adquirida por el haz de luz durante la medición con la que adquiere un haz de referencia en condiciones normales de visibilidad, por ejemplo, en una atmósfera totalmente clara y transparente.

30 Para mejorar la proporción señal/ruido y reducir el error debido al componente de la luz dispersado por las partículas atmosféricas externas a las atravesadas directamente por el haz, el proyector y fotorreceptor de los transmisómetros del tipo descrito anteriormente deben estar perfectamente alineados y orientados uno en relación con el otro, lo que origina el uso de estructuras de soporte sumamente pesadas y rígidas diseñadas para evitar el mínimo movimiento del proyector y/o fotorreceptor de su respectiva calibración inicial del haz y posiciones de orientación.

35 Además, dado que las medidas realizadas usando transmisómetros de la clase descrita anteriormente son muy sensibles a las fluctuaciones de la intensidad de la luz en el proyector al emitir el haz, los transmisómetros usados actualmente deben estar provistos de circuitos electrónicos complejos para controlar el proyector y mantener una intensidad estable del haz.

40 Los reflectómetros se diferencian de los transmisómetros descritos anteriormente en que el proyector y fotorreceptor están situados uno junto al otro, para que el fotorreceptor capte la intensidad de luz reflejada por las partículas atravesadas por el haz de luz del proyector. El principal inconveniente de los reflectómetros de este tipo es su limitado intervalo, es decir, intervalo de medición, que impide su utilización para medir la visibilidad en grandes áreas.

45 Los sensores de dispersión (dispersión hacia delante y hacia atrás) comprenden un emisor de luz para generar el haz de luz; y un fotorreceptor, que normalmente está colocado enfrente del emisor, sin alinear con la trayectoria del haz, o está colocado cerca del emisor, para medir la luz dispersada por las partículas atravesadas por el haz. Al igual que los reflectómetros, los sensores de dispersión también son de intervalo limitado, que está restringido a la zona en la que se instala el sensor, y por ello impide su utilización para medir la visibilidad en grandes áreas, tales como carreteras.

50 Otro sistema de medición de visibilidad se describe en la solicitud de patente francesa FR2745915, que describe e ilustra un dispositivo que comprende: una fuente de luz; una videocámara separada de la fuente de luz por un espacio en el que se mide la visibilidad; y un módulo procesador conectado a la videocámara y que recibe de ésta una señal que codifica la imagen adquirida. La señal que codifica la imagen generada por la videocámara es digitalizada y procesada por el módulo procesador, el cual asegura la medición de la variación de la intensidad de la luz de la imagen, determinando si la variación de la intensidad de la luz cumple unas determinadas condiciones de baja visibilidad y, si es así, transmitiendo la imagen adquirida y una señal de alarma a una unidad de vídeo de control remoto.

55 El resumen de la patente JP-62069147 describe un procedimiento de medición de la visibilidad en el cual una cámara de estado sólido se conecta a un dispositivo de control, y a un cuerpo de vista que tiene una parte emisora de luz y una parte aproximada de cuerpo negro y un medidor de iluminación. La luz de una fuente de luz es enviada por una lente a la cámara en rayos paralelos y una imagen captada por la cámara se envía al dispositivo. En tal estado, la radiación luminosa de la parte emisora de luz se coloca en cero y se mide la claridad por unidad de área de la parte aproximada de cuerpo negro y la luz de fondo. A continuación, la radiación luminosa la ejerce la parte emisora de luz, se mide la claridad por área unitaria de la parte emisora de luz, y también la claridad por área unitaria de una luz

## ES 2 276 263 T3

externa es derivada por el medidor de iluminación. Estos valores se envían al dispositivo y se calcula la visibilidad de cada objeto utilizando una expresión prescrita.

El resumen de la patente JP-2002014038 describe un aparato de medición del estado de la visibilidad que comprende una cámara de televisión que proyecta un índice, colocada en una posición separada por una distancia prescrita por aire intercalado. El índice comprende dos regiones, cuyas cromaticidades son distintas. Partiendo de la señal de imagen de la cámara de televisión, un procesador encuentra el grado de visibilidad basado en la proporción del grado encontrado al grado de la distancia entre las cromaticidades de las dos regiones del índice, en un estado que sustancialmente no se ve influido por la turbulencia del aire.

El resumen de la patente del documento JP-06308256 describe un procedimiento de detección de niebla y nubosidad en el que la imagen del monitor alrededor de una torre de acero es un área de control, por ejemplo, fotografiada por una cámara CCTV, procesada por un circuito procesador de imagen, en el que se mide el histograma de luminancia, y se calcula la distribución de luminancia. La luminancia en cada punto de la imagen del monitor está dividida en 256 gradaciones, la luminancia está indicada en el eje horizontal, el número de elementos de la imagen está indicado en el eje vertical del histograma de luminancia, la dispersión del histograma de luminancia se obtiene en el intervalo 25-28, y el pico se encuentra en este intervalo. La torre de acero y el fondo son invisibles salvo por una imagen similar a una aguja cercana a la cámara en la imagen del monitor cuando se produce niebla, la dispersión de luminancia se sitúa en el intervalo del valle de 20-25 formado entre dos picos, se puede detectar la existencia de niebla cuando la dispersión de luminancia obtenida se compara con ésta, se elimina o reduce el efecto de la niebla o nubosidad sobre el dispositivo de detección de penetración y se mejora la precisión del monitor.

Es un objetivo de la presente invención proporcionar un sistema diseñado para reunir una mejor y más precisa información de la medición de la visibilidad.

Según la presente invención, se proporciona un procedimiento de medición de la visibilidad y un sistema de medición de la visibilidad, tal como se definen en las reivindicaciones adjuntas.

Una realización no limitativa de la presente invención se describirá a título de ejemplo con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

La Figura 1 muestra, esquemáticamente, el sistema de medición de la visibilidad según las enseñanzas de la presente invención;

La Figura 2 muestra un organigrama de las operaciones de medición de visibilidad realizadas por el sistema;

La Figura 3 muestra un organigrama de las operaciones de procesamiento de imágenes adquiridas realizadas por el sistema;

Las Figuras 4, 5 y 6 muestran tres histogramas relativos a tres imágenes adquiridas por un aparato de adquisición de imagen que forma parte del sistema de la Figura 1.

El número 1 en la Figura 1 indica en su conjunto un sistema de medición para medir la visibilidad en cualquier zona o región o a lo largo de cualquier carretera, al cual se refiere la siguiente descripción simplemente a título de ejemplo.

El sistema de medición 1 comprende sustancialmente un número de fuentes de radiación, es decir, una serie de dispositivos emisores 2, que están situados uno después de otro con las respectivas distancias de separación, a lo largo de la carretera cuya visibilidad se va a medir, y que se encienden, según orden, para emitir respectivos haces de radiación en una dirección determinada; y un aparato de adquisición de imagen 3 situado a una distancia determinada de los dispositivos emisores 2 para encuadrar y así proporcionar una imagen que contenga los dispositivos emisores 2.

En el ejemplo de la Figura 1, cada fuente de radiación, es decir, cada dispositivo emisor 2, está situado a lo largo de la carretera a una respectiva distancia  $D_i$  ( $i$  varía de 1 a  $n$ ) del aparato de adquisición de imagen 3, y se define, por ejemplo, por un fotoemisor para generar el haz de radiación, según orden, en una dirección predeterminada preferentemente orientado hacia el aparato de adquisición de imagen 3.

En el ejemplo mostrado, el haz de radiación de cada dispositivo emisor 2 se define mediante un haz de luz que tiene un espectro de frecuencia, preferentemente aunque no necesariamente, en la región infrarroja (longitud de onda de 800 nm o superior).

Como se deduce de la descripción anterior, el haz de radiación puede tener obviamente un espectro de frecuencia de luz en la región visible (400 a 760 nm) o región ultravioleta (300 nm aproximadamente).

El aparato de adquisición de imagen 3 se puede definir mediante una cámara fotográfica o videocámara o cámara de televisión, o cualquier aparato similar capaz de captar y adquirir una o más imágenes en el mismo espectro de frecuencia de la luz emitida por la fuente de radiación, y de proporcionarla en forma de una señal digital codificada. En el ejemplo de la Figura 1, el aparato de adquisición de imagen 3 se define mediante una cámara de televisión (en

## ES 2 276 263 T3

lo sucesivo indicado por el número 3) orientada para encuadrar los dispositivos emisores 2 a lo largo de la carretera cuya visibilidad se va a medir. En el ejemplo de la Figura 1, la cámara de televisión 3 capta y adquiere imágenes con un espectro de frecuencia preferentemente en la región infrarroja, pero obviamente puede captar y adquirir imágenes con un espectro de frecuencia en la región ultravioleta y/o visible.

Más concretamente, la cámara de televisión 3 comprende sustancialmente un ensamblaje óptico 6 con un tamaño y diseño para cubrir preferentemente los dispositivos emisores 2 alineados a lo largo de la carretera; un sensor 7, preferentemente, aunque no necesariamente, monocromático fotosensible, por ejemplo, un sensor CCD o CMOS para recibir la imagen “infrarroja” adquirida y proyectada por el ensamblaje óptico 6, y proporcionarla en forma de señal; y un circuito procesador 8 para recibir y procesar adecuadamente la señal del sensor fotosensible 7, y a su vez, proporcionar la imagen de los dispositivos emisores 2 en forma digital.

En referencia a la Figura 1, el sistema de medición 1 también comprende una unidad central de procesamiento 9 para controlar y coordinar adecuadamente el encendido/apagado de los dispositivos emisores 2 y la adquisición de imagen por parte de la cámara de televisión 3, y para procesar adecuadamente las imágenes adquiridas, tal como se describen en detalle más adelante, para proporcionar información relativa a la visibilidad medida a lo largo de la carretera.

Más concretamente, la unidad central de procesamiento 9 comprende sustancialmente un bloque de control 10 conectado a cada dispositivo emisor 2 para controlar el encendido/apagado del dispositivo emisor 2 y a la cámara de televisión 3 para controlar la adquisición de la imagen que muestra los dispositivos emisores 2.

La unidad central de procesamiento 9 también comprende un bloque procesador 11 para realizar diferentes operaciones de procesamiento en la imagen digital desde la cámara de televisión 3, y para proporcionar información relativa a la visibilidad a lo largo de la carretera.

La Figura 2 muestra un organigrama de las operaciones de medición de la visibilidad realizadas por el sistema 1.

En primer lugar, el sistema 1 realiza un número de operaciones de análisis y segmentación para determinar, dentro de la imagen adquirida por la cámara de televisión 3, las sub-imágenes asociadas con los dispositivos emisores 2. Es decir, en referencia a las Figuras 4, 5 y 6, cada sub-imagen comprende una porción interior que muestra la imagen del dispositivo emisor 2 y un encuadre exterior que muestra la imagen alrededor del dispositivo emisor 2. Por medio de la operación de análisis y segmentación, el sistema de medición 1 es capaz de determinar cada sub-imagen y de limitar ventajosamente el procesamiento de la imagen principal a los píxeles de la imagen adquirida que contienen información pertinente para la medición de la visibilidad.

Después del análisis y la segmentación de las sub-imágenes, el bloque de control 10 apaga cada dispositivo emisor 2 (bloque 110) y activa la cámara de televisión 3, que adquiere una primera imagen que muestra los dispositivos emisores 2 apagados (bloque 120) y proporciona la primera imagen al bloque procesador 11 por el cual es memorizada temporalmente.

Una vez que se adquiere la primera imagen, el bloque de control 10 enciende cada dispositivo emisor 2 (bloque 130) y activa la cámara de televisión 3 para adquirir una segunda imagen que muestra los dispositivos emisores 2 encendidos y que se proporciona al bloque procesador 11 (bloque 140) y es memorizada temporalmente por éste. En este punto, el bloque de control 10 puede encender simultáneamente todos los dispositivos emisores 2 para adquirir una imagen que muestre todos los dispositivos emisores 2 encendidos.

Se debe señalar que el bloque procesador 11 codifica cada imagen en una matriz de píxeles respectiva, cada uno de los cuales se caracteriza por un valor numérico diferenciado que indica un “nivel” de intensidad determinado del haz de radiación en la zona correspondiente al píxel de la imagen adquirida por la cámara de televisión 3. Por ejemplo, se puede codificar la imagen según una escala del nivel de intensidad en el cual el valor diferenciado de cada píxel de la matriz puede oscilar entre un valor numérico máximo y un valor numérico mínimo.

Por motivos de simplicidad, la descripción siguiente utiliza la terminología usada habitualmente en el procesamiento de imágenes adquiridas por cámaras de televisión convencionales (que funcionan en el intervalo visible) y en el que la imagen se codifica según una escala de grises. Más concretamente, el valor diferenciado de cada píxel de la matriz puede oscilar entre un valor numérico máximo (p.ej. 256) y un valor numérico mínimo (generalmente 0) correspondiente a los niveles de claridad “blanco” y “negro” respectivamente. La técnica de codificación de una imagen en forma de número de matriz es conocida y por ello no se describe con más detalle.

En este punto, el bloque procesador 11 procesa la primera y la segunda imagen para obtener información sobre la visibilidad en el volumen de medición entre cada dispositivo emisor 2 y la cámara de televisión 3 (bloque 150). Más específicamente, el bloque procesador 11 calcula una tercera imagen calculando la diferencia entre el valor numérico de cada píxel de la primera matriz de la primera imagen y el valor numérico del píxel correspondiente de la segunda matriz de la segunda imagen, y asignando el número resultante, es decir, el valor diferenciado del nivel de intensidad resultante, a un píxel correspondiente en una tercera matriz relacionada con la tercera imagen. Así la tercera matriz codifica una imagen formada por la “diferencia” entre la primera y la segunda imagen adquiridas por la cámara de televisión 3.

## ES 2 276 263 T3

Una vez que se calcula la tercera imagen, el bloque procesador 11 analiza la tercera matriz (bloque 160) para obtener información sobre la “percepción visual” de cada dispositivo emisor 2 en la tercera imagen, y de acuerdo con esto, medir la visibilidad a lo largo de la carretera o en la zona en la que se instalan los dispositivos emisores 2. Más concretamente, mediante el análisis anterior, el bloque procesador 11 proporciona información relativa a la absorción de energía del haz de radiación provocada por las partículas (p. ej. partículas de vapor u otros elementos entorpecedores) suspendidas en el volumen de medición entre cada dispositivo emisor 2 y la cámara de televisión 3, y a la dispersión hacia delante del haz de radiación provocada por las mismas partículas u otros elementos refractantes.

Más concretamente, las operaciones de análisis de imagen realizadas por el bloque procesador 11 en la tercera imagen se muestran en el organigrama de la Figura 3, y se basan sustancialmente en el análisis de un histograma de los niveles de intensidad de los píxeles que definen cada sub-imagen para determinar la variación de la visibilidad de la sub-imagen dentro del volumen de medición entre la cámara de televisión 3 y el dispositivo emisor 2 y así determinar las condiciones de visibilidad. En el caso de baja visibilidad, se determina que un valor relacionado con la dispersión hacia delante del haz de radiación establece la causa de la variación de la visibilidad.

Con referencia a la Figura 3, al analizar la tercera imagen (bloque 160 en la Figura 2), el bloque procesador 11 determina un histograma 14 de los píxeles en conjunto que forman cada sub-imagen 15 (bloque 300 en la Figura 3).

Las Figuras 4, 5 y 6 muestran tres ejemplos de histogramas 14 obtenidos al procesar tres sub-imágenes 15, y en los cuales cada valor del eje Y corresponde al número de píxeles de la sub-imagen 15 correspondiente que tiene el mismo valor numérico, es decir, el mismo nivel de gris, y el eje X muestra los niveles de gris. Más concretamente, en los ejemplos mostrados, cada histograma 14 comprende dos picos: un primer pico 16 (en los niveles oscuros de gris alrededor del nivel 0) relativo a los píxeles del encuadre exterior de la sub-imagen (los píxeles oscuros en cada imagen de “diferencia”, es decir, los niveles de gris cercanos a 0, corresponden a las zonas de la sub-imagen cuya claridad no cambia entre la primera y la segunda imagen); y un segundo pico 17 (cercano a los niveles más claros de gris) relativo a los píxeles de la porción central que muestran el dispositivo emisor 2. En el ejemplo mostrado, los niveles altos de gris se deben a una variación brusca de la claridad (encendido del dispositivo emisor 2) entre la primera y la segunda imagen.

Una vez determinado el histograma de la sub-imagen, el bloque procesador 11 determina el cambio  $\Delta L$  del segundo pico 17 del histograma 14 con respecto a una posición de referencia indicada como REF en la Figura 4 e indicando la posición del segundo pico 17 en un histograma de referencia correspondiente a unas condiciones de visibilidad perfectas. La posición de referencia REF del histograma puede determinarse obviamente al calibrar el sistema con visibilidad óptima en el volumen de medición. La Figura 4 muestra un ejemplo de histograma 14 correspondiente a una sub-imagen 15 en unas condiciones de visibilidad óptimas.

Una vez determinado el cambio  $\Delta L$  del segundo pico 17 con respecto al punto de referencia REF, el bloque procesador 11 calcula la variación de la visibilidad  $\Delta V$  en el volumen de medición entre la cámara de televisión 3 y el dispositivo emisor 2 correspondiente a la sub-imagen procesada (bloque 320). En el ejemplo mostrado, la variación de la visibilidad  $\Delta V$  se determina según la ecuación:

$$\Delta V = \alpha * \Delta L$$

en la que  $\alpha$  es la función de transformación entre el dominio del nivel de gris y el dominio de la visibilidad del histograma.

En este punto, el bloque procesador 11 determina si la variación de la visibilidad  $\Delta V$  satisface una relación dada con un umbral de visibilidad predeterminado  $\Delta VR$  (bloque 330). El umbral de visibilidad predeterminado  $\Delta VR$  puede, por ejemplo, ser una condición límite de visibilidad y la relación se puede satisfacer cuando  $\Delta V$  es menor y/o igual al umbral predeterminado  $\Delta VR$ .

En el caso de una respuesta positiva (resultado SÍ del bloque 330), es decir, si se satisface la relación entre la variación de la visibilidad y el umbral de visibilidad predeterminado, el bloque procesador 11 indica unas condiciones de visibilidad suficientes o aceptables (bloque 340) en el volumen de medición entre la cámara de televisión 3 y el dispositivo emisor 2 analizado (condiciones mostradas en la Figura 4). Por el contrario, en el caso de una respuesta negativa (resultado NO del bloque 330), el bloque procesador 11 determina unas condiciones pobres de visibilidad, y realiza una serie de operaciones para discriminar entre unas condiciones en las cuales la baja visibilidad se debe a la presencia de elementos refractantes, tales como niebla y/o vapor, en el volumen de medición, de unas condiciones en las cuales la baja visibilidad se debe a elementos entorpecedores presentes en el volumen de trabajo o depositados por la atmósfera en el ensamblaje óptico 6 de la cámara de televisión 3 o en los elementos ópticos (no mostrados) de los dispositivos emisores 2. Las Figuras 5 y 6 muestran dos histogramas y sub-imágenes respectivas, cada una relativa a unas condiciones pobres de visibilidad.

Dicha discriminación se hace como una función del ancho del segundo pico 17 en el histograma.

## ES 2 276 263 T3

Más concretamente, en este punto (bloque 350), el bloque procesador 11 realiza las siguientes operaciones:

mide el ancho L del segundo pico; y normaliza el ancho L con respecto a la dimensión del área de análisis de la sub-imagen mediante la ecuación siguiente:

5

$$B = L(\mu + 3\sigma) - L(\mu - 3\sigma)$$

10

en la que B es el ancho normalizado,  $\mu$  y  $\sigma$  son la media y la desviación típica respectivamente del segundo pico del histograma, y  $L(x)$  es el nivel de gris determinado en la posición x del histograma. Se debería señalar que el ancho normalizado B está relacionado con la cantidad de refracción hacia delante del haz de radiación.

15

Siguiendo el cálculo anterior, el bloque procesador 11 determina si el ancho normalizado B satisface una relación dada con un valor predeterminado K relacionado con un umbral de refracción predeterminado (bloque 360). La relación se puede satisfacer, por ejemplo, cuando el ancho normalizado B es mayor o igual que el valor predeterminado K.

20

En caso de una respuesta positiva (resultado Sí del bloque 360), es decir, si el ancho normalizado B es mayor o igual que el valor predeterminado K (ejemplo mostrado en la Figura 6), el bloque procesador 11 indica una visibilidad baja en el volumen de medición debida a la presencia de elementos entorpecedores en el volumen de trabajo, o a elementos entorpecedores depositados o acumulados en el ensamblaje óptico 6 de la cámara de televisión 3 o en los elementos ópticos (no mostrados) de los dispositivos emisores 2.

25

Por el contrario, en caso de una respuesta negativa (resultado NO del bloque 360), es decir, si el ancho normalizado B está por debajo del valor predeterminado K (ejemplo mostrado en la Figura 5), el bloque procesador 11 indica una visibilidad baja en el volumen de medición debida a la presencia de elementos refractantes, tales como vapor, niebla, etc., en el volumen de trabajo.

30

Además de ser extremadamente sencilla de producir empleando dispositivos y equipamiento utilizados normalmente, el sistema 1 tal como se ha descrito anteriormente tiene también la ventaja de determinar con precisión las condiciones de visibilidad a lo largo de la sección de carretera entre cada dispositivo emisor 2 y cámara de televisión 3.

35

Otra ventaja importante del sistema 1 es la de discriminar entre los dos tipos de condiciones que causan baja visibilidad, es decir, las condiciones en las cuales la visibilidad baja se debe a la presencia de elementos entorpecedores, tales como gases o partículas, en el volumen de medición, o a elementos entorpecedores que se acumulan en los componentes ópticos de la cámara de televisión o de los dispositivos emisores, y las condiciones en las cuales la baja visibilidad se debe a la presencia de elementos refractantes, tales como niebla o vapor, en el volumen de medición.

40

Otra ventaja del sistema 1 es la de permitir mediciones de la visibilidad en un gran volumen de trabajo que cubre zonas extensas, tales como secciones largas de carretera.

45

Obviamente, se pueden hacer modificaciones al sistema 1 tal como se describe e ilustra aquí sin alejarse, no obstante, del alcance de la presente invención.

50

En especial, en una variación que no se muestra, el bloque 130 enciende sucesivamente los dispositivos emisores 2, en lugar de simultáneamente, y la segunda imagen correspondiente se adquiere (bloque 140) cuando se enciende cada uno. Las operaciones de seguimiento, para determinar la tercera imagen como una función de cada primera y segunda imagen, y para procesar cada tercera imagen, son obviamente las mismas que se han descrito anteriormente.

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de medición de la visibilidad que comprende:

- 5 proporcionar como mínimo una fuente de radiación (2) configurada para emitir un haz de radiación;  
 proporcionar un aparato de adquisición de imagen (3) a una determinada distancia ( $D_1$ ) de dicha fuente de radiación (2) y orientado para adquirir, según orden, una imagen que contenga dicha fuente de radiación (2);  
 10 apagar (110) dicha fuente de radiación (2) y adquirir (120) una primera imagen de dicha fuente de radiación (2) apagada;  
 15 encender (130) dicha fuente de radiación (2) y adquirir (140) una segunda imagen de dicha fuente de radiación (2) encendida; y  
 procesar (150) dichas primera y segunda imágenes para determinar la visibilidad del volumen de medición entre dicha fuente de radiación (2) y dicho aparato de adquisición de imagen (3);  
 20 estando dicho procedimiento **caracterizado** porque el procesamiento de dichas primera y segunda imágenes comprende:  
 determinar (150) una tercera imagen como diferencia entre dichas primera y segunda imágenes;  
 25 determinar (300) un histograma (14) de los píxeles de dicha tercera imagen;  
 determinar un cambio ( $\Delta L$ ) de un pico (17) de dicho histograma con respecto a una posición de referencia (REF); y  
 30 determinar una variación de la visibilidad ( $\Delta V$ ) en dicho volumen de medición como función de dicho cambio ( $\Delta L$ ).

2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicha variación de la visibilidad ( $\Delta V$ ) se determina según la ecuación siguiente:

$$\Delta V = \alpha * \Delta L$$

35 en la que  $\alpha$  es una función de transformación entre un dominio del nivel de claridad de dicho histograma y un dominio de visibilidad.

3. El procedimiento de la reivindicación 1 ó 2, que comprende además:

- 45 determinar (330) si dicha variación de la visibilidad ( $\Delta V$ ) satisface una relación dada con un umbral de variación predeterminado; y  
 determinar (340, 350, 360, 370, 380) unas condiciones correctas de visibilidad en dicho volumen de medición cuando se satisface dicha relación, y unas condiciones pobres de visibilidad en dicho volumen de medición cuando no se satisface dicha relación.  
 50

4. El procedimiento de la reivindicación 3, que comprende además:

- medir (350) un ancho de dicho pico (17); y  
 55 determinar un estado de visibilidad que provoca dichas condiciones pobres de visibilidad como función del ancho de dicho pico.

5. El procedimiento de la reivindicación 4, en el que la medición de dicho ancho del pico comprende:

- 60 determinar un primer valor relacionado con dicho ancho según la ecuación siguiente:

$$B = L(\mu + 3\sigma) - L(\mu - 3\sigma)$$

65 en la que B es un ancho normalizado,  $\mu$  y  $\sigma$  son la media y la desviación típica respectivamente del pico del histograma, y  $L(x)$  es un nivel de intensidad determinado en una posición x del histograma.

6. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que la determinación de dicho estado de visibilidad comprende:

## ES 2 276 263 T3

determinar si dicho primer valor relacionado con dicho ancho satisface una relación dada con un umbral de referencia predeterminado.

7. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que proporcionar al menos una fuente de radiación comprende:

proporcionar un número de fuentes de radiación (2) a distancias diferentes de dicho aparato de adquisición de imagen (3).

8. El procedimiento de la reivindicación 7, que comprende además:

apagar (110) cada fuente de radiación (2) y adquirir (120) una primera imagen de cada fuente de radiación (2) apagada; y

encender (130) cada fuente de radiación (2) y adquirir (140) una segunda imagen de cada fuente de radiación (2) encendida.

9. El procedimiento de la reivindicación 8, en el que el apagado de cada fuente de radiación comprende:

apagar (110) todas las fuentes de radiación (2) simultáneamente; y

en el que el encendido de cada fuente de radiación comprende:

encender (130) todas las fuentes de radiación (2) simultáneamente.

10. Un sistema de medición de la visibilidad (1) que comprende:

al menos una fuente de radiación (2) configurada para emitir un haz de radiación;

un aparato de adquisición de imagen (3) provisto a una distancia dada ( $D_i$ ) de dicha fuente de radiación (2) y orientado y para adquirir, según orden, una imagen que contenga dicha fuente de radiación (2);

medios de control (10) configurados para controlar dicha fuente de radiación (2) y dicho aparato de adquisición de imagen (3) para apagar dicha fuente de radiación (2) y adquirir una primera imagen de dicha fuente de radiación (2) apagada, y para encender dicha fuente de radiación (2) y adquirir una segunda imagen de dicha fuente de radiación (2) encendida; y

medios de procesamiento (11) configurados para procesar dichas primera y segunda imágenes para determinar la visibilidad del volumen de medición entre dicha fuente de radiación (2) y dicho aparato de adquisición de imagen (3);

estando dicho sistema de medición de la visibilidad (1) **caracterizado** porque dichos medios de procesamiento (11) están configurados para:

determinar (150) una tercera imagen como diferencia entre dichas primera y segunda imágenes;

determinar (300) un histograma (14) de los píxeles de dicha tercera imagen; y

determinar un cambio ( $\Delta L$ ) de un pico (17) de dicho histograma con respecto a una posición de referencia (REF); y

determinar una variación de la visibilidad ( $\Delta V$ ) en dicho volumen de medición como función de dicho cambio ( $\Delta L$ ).

11. El sistema de la reivindicación 10, en el que dicha variación de la visibilidad ( $\Delta V$ ) se determina según la ecuación siguiente:

$$\Delta V = \alpha * \Delta L$$

en la que  $\alpha$  es una función de transformación entre un dominio del nivel de claridad de dicho histograma y un dominio de visibilidad.

12. El sistema de la reivindicación 10 u 11, en el que dichos medios de procesamiento (11) están además configurados para:

determinar (330) si dicha variación de la visibilidad ( $\Delta V$ ) satisface una relación dada con un umbral de variación predeterminado; y

## ES 2 276 263 T3

determinar (340, 350, 360, 370, 380) unas condiciones correctas de visibilidad en dicho volumen de medición cuando se satisface dicha relación, y unas condiciones pobres de visibilidad en dicho volumen de medición cuando no se satisface dicha relación.

5 13. El sistema de la reivindicación 12, en el que dichos medios de procesamiento (11) están además configurados para:

medir un ancho de dicho pico (17); y

10 determinar un estado de visibilidad que causa dichas condiciones pobres de visibilidad como función del ancho de dicho pico.

14. El sistema de la reivindicación 13, en el que dichos medios de procesamiento (11) están además configurados para:

15 determinar un primer valor relacionado con dicho ancho según la ecuación siguiente:

$$B = L(\mu + 3\sigma) - L(\mu - 3\sigma)$$

20 en la que B es un ancho normalizado,  $\mu$  y  $\sigma$  son la media y la desviación típica, respectivamente, del pico del histograma, y L(x) es un nivel de intensidad determinado en una posición x del histograma.

25 15. El sistema de la reivindicación 14, en el que dichos medios de procesamiento (11) están además configurados para:

determinar si dicho primer valor relacionado con dicho ancho satisface una relación dada con un umbral de referencia predeterminado.

30 16. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones precedentes 10 a 15, que comprende además:

un número de fuentes de radiación (2) provistas a distancias diferentes de dicho aparato de adquisición de imagen (3).

35 17. El sistema de la reivindicación 16, en el que dichos medios de control (10) están además configurados para controlar dichas fuentes de radiación (2) y dicho aparato de adquisición de imagen (3) para:

40 apagar (110) cada fuente de radiación (2) y adquirir (120) una primera imagen de cada fuente de radiación (2) apagada; y

encender (130) cada fuente de radiación (2) y adquirir (140) una segunda imagen de cada fuente de radiación (2) encendida.

45 18. El sistema de la reivindicación 17, en el que dichos medios de control (10) están además configurados para controlar dichas fuentes de radiación (2) y dicho aparato de adquisición de imagen (3) para:

apagar (110) todas las fuentes de radiación (2) simultáneamente; y

50 encender (130) todas las fuentes de radiación (2) simultáneamente.

55

60

65

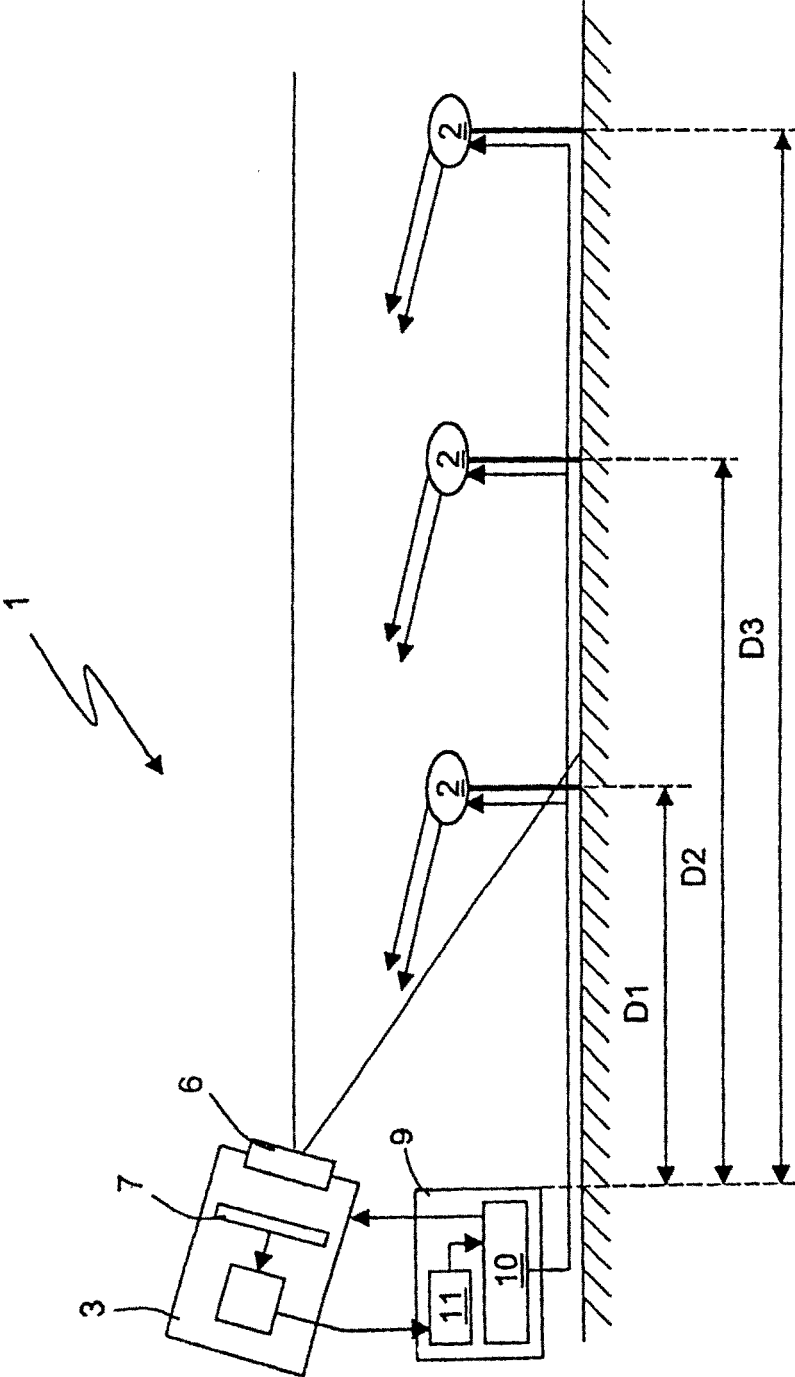


Fig.1

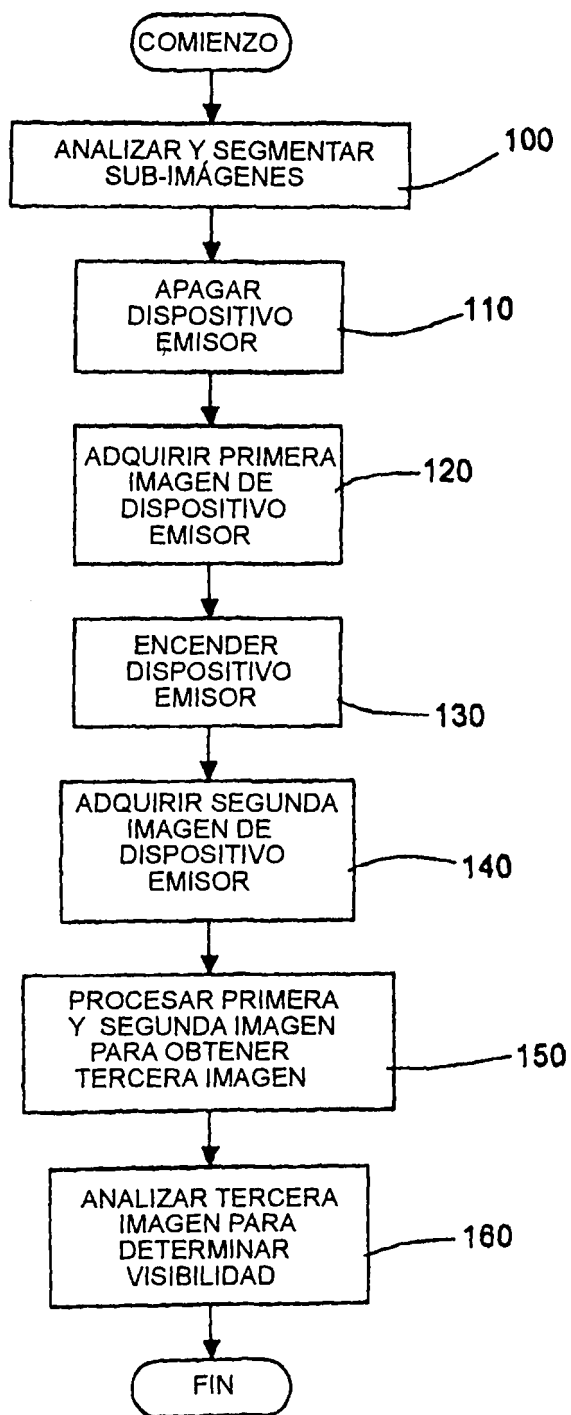


Fig.2

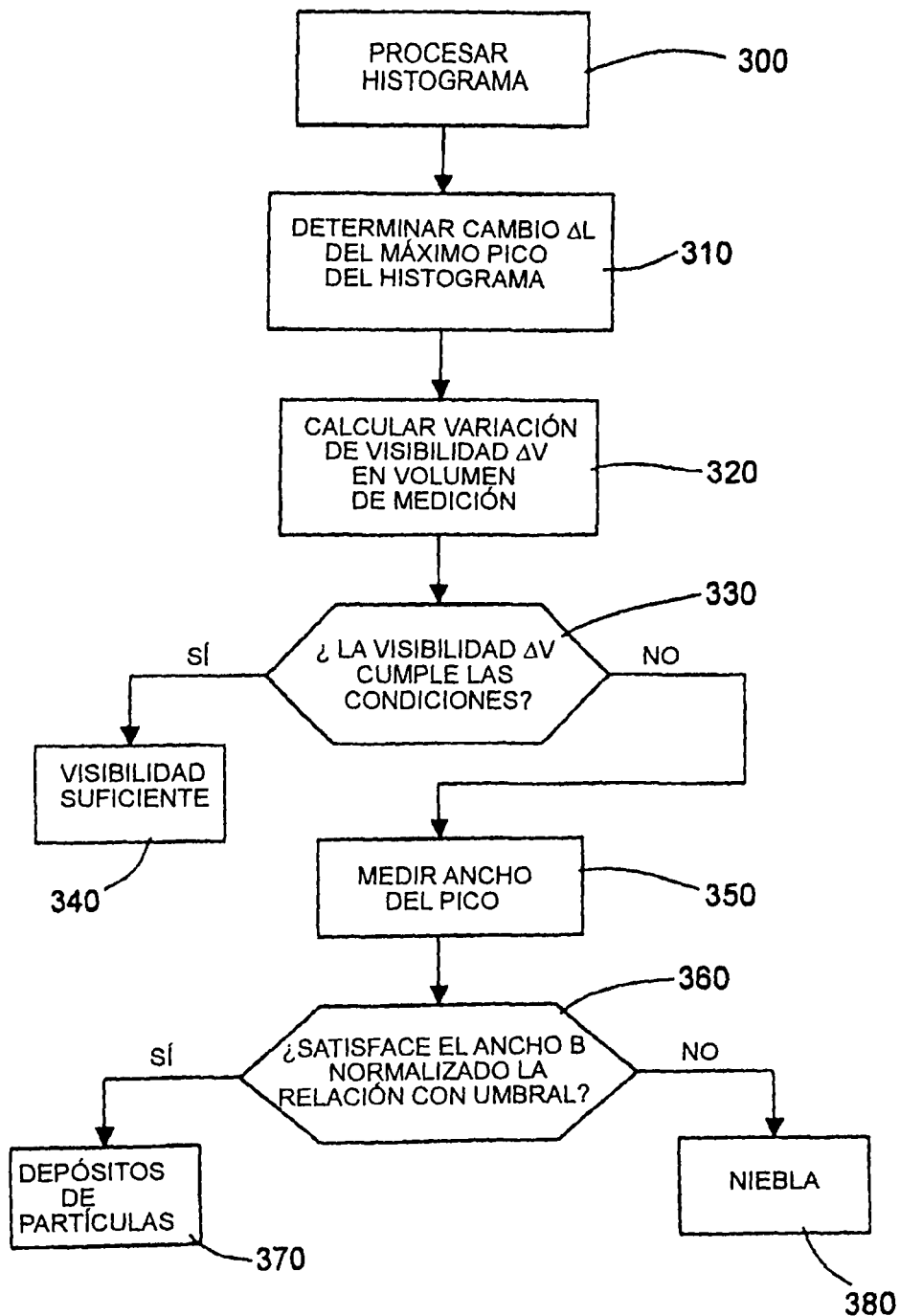


Fig.3

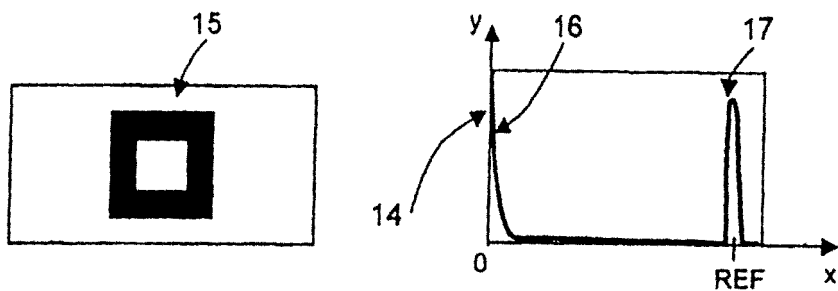


Fig.4

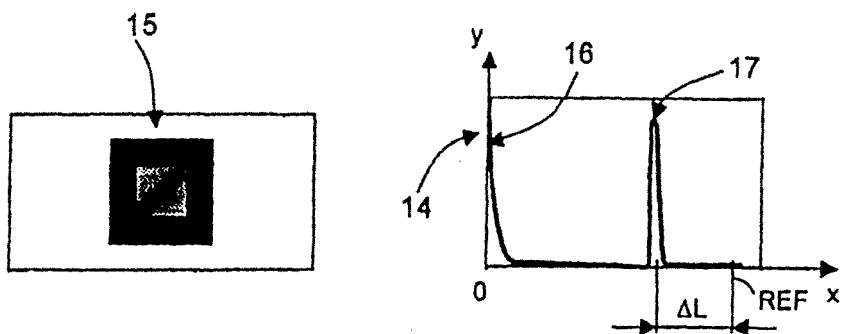


Fig.5

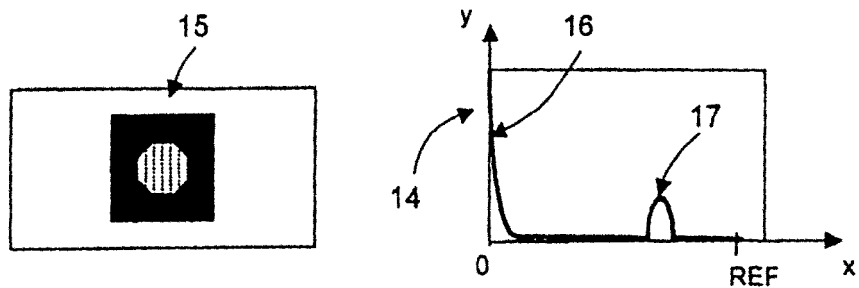


Fig.6