



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 301 835**

51 Int. Cl.:
G01S 17/10 (2006.01)
G02B 23/12 (2006.01)
G01S 17/93 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03766603 .9**
86 Fecha de presentación : **05.08.2003**
87 Número de publicación de la solicitud: **1540373**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **15.06.2005**

54 Título: **Método y sistema de formación de imágenes de visión nocturna montado en vehículo.**

30 Prioridad: **05.08.2002 US 400707 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.07.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.07.2008

73 Titular/es: **ELBIT SYSTEMS Ltd.**
Advanced Technology Center, P.O. Box 539
Haifa 31053, IL

72 Inventor/es: **David, Ofer y**
Borenstein, Yehuda

74 Agente: **Justo Vázquez, Jorge Miguel de**

ES 2 301 835 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

Método y sistema de formación de imágenes de visión nocturna montado en vehículo.

5 Campo de la invención

La presente invención está relacionada con el campo de la formación de imágenes nocturnas y con sistemas de presentación en general y, más en particular, con sistemas de formación de imágenes y de presentación, aplicable al uso en vehículos, y con métodos de funcionamiento implementados en tales sistemas.

10 Antecedentes de la invención

15 Cuando se conduce un vehículo por la noche, o en condiciones de poca visibilidad, la iluminación insuficiente generada por las luces delanteras del vehículo y/o de cualquier iluminación ambiental de la carretera casi siempre limita el campo de visibilidad del conductor. Cuando conduce, el conductor necesita un alcance, y por tanto un tiempo, suficiente para identificar un peligro a cierta distancia y para reaccionar consecuentemente. El alcance de la visión que requiere un conductor atento para evitar el peligro puede ser calculado empíricamente. Es costumbre calcular el alcance requerido multiplicando la velocidad de la conducción por el tiempo necesario para el tiempo de reacción combinada de la persona y del vehículo. Este tiempo puede variar desde 6 hasta 10 segundos, para una conducción por autopista, hasta más del doble para un vehículo pesado fuera de la carretera, e incluso hasta diez veces para trenes, barcos o 20 aeronaves aterrizando. Por ejemplo, un conductor que viaja a una velocidad de 120 km/h (es decir, 33 m/s) necesitaría un alcance de visibilidad de aproximadamente 200 - 333 metros.

25 Sin embargo, el sistema de luces de los vehículos, aún cuando las luces delanteras estén fijadas en el estado de luces de alto haz (luces largas), iluminarán generalmente a una distancia que no excede de, aproximadamente, 200 metros, es decir, aproximadamente 6 segundos de conducción a una velocidad de 120 km/h. Sin embargo, debe observarse que el uso de luces de alto haz o luces alternativas de alta potencia, no es habitual ni es permisible para una conducción continua, ya que origina un deslumbramiento (“invidencia”) a otros conductores. La situación es peor cuando las luces delanteras están puestas en su estado de haz bajo (luces cortas), ya que la distancia iluminada no 30 sobrepasa los 100 metros generalmente, es decir, alrededor de solamente 3 segundos de conducción a una velocidad de 120 km/h. La situación es la peor de todas durante la conducción fuera de la carretera, en un ambiente polvoriento, donde la visibilidad está por debajo de 50 metros y el tiempo para detenerse puede ser de 15 - 20 segundos, o en la navegación de un barco dentro de un puerto con niebla, con 50 metros de visibilidad y un tiempo de reacción de 30 - 60 segundos.

35 Esto parece significar que los conductores conducen actualmente bajo unas condiciones de un campo insuficiente de visibilidad o, al menos, en un estado en la frontera del alcance requerido para una visión segura, y están, por tanto, poniéndose en peligro ellos mismos y a los demás. La simple mejora de las luces delanteras del vehículo para aumentar el alcance de su iluminación, puede no ser una solución adecuada, porque debe evitarse el deslumbramiento a otros conductores, y debido también a las limitaciones tecnológicas.

40 Con el estado actual de los acontecimientos, y como resultado natural, los desarrollos en el campo de los equipos de formación de imágenes en aplicaciones aeronáuticas/militares han dado lugar a la idea de introducir e integrar sistemas de formación de imágenes nocturnas en los vehículos, lo que podría aumentar el campo de visibilidad del conductor. Más aún, los sistemas de presentación para las imágenes recibidas desde sistemas de observación en condiciones de visión deficiente o de baja visibilidad, han mejorado también. Ejemplos notables de eso son los sistemas HUD (Presentación en la parte alta) y LCD (Pantalla de Cristal Líquido).

45 Una tecnología, que podría ser integrada y hecha funcionar en vehículos, es la tecnología de formación térmica de imágenes. Una serie de detectores, sensibles a la radiación infrarroja, absorbe la energía calorífica emitida por los cuerpos, y crea una imagen de vídeo de acuerdo con la emisión de calor absorbida. Se describe un ejemplo de la tecnología de formación térmica de imágenes en la patente de Estados Unidos 5.414.439 titulada “Presentación en la parte alta con refuerzo de la visión nocturna”. Esta patente describe la instalación de una cámara de infrarrojos en un vehículo, para observar las condiciones de la carretera utilizando la formación térmica de imágenes. La cámara transmite una señal de vídeo al sistema HUD, el cual presenta la imagen en el parabrisas del vehículo (o cualquier otro 55 combinador óptico) situado frente al operador.

60 El sistema descrito en la patente 5.414.439 está basado en una cámara térmica, que no ofrece una solución para percibir diferencias en colores y sombras de grises (una cámara térmica presenta solamente diferencias de calor y emisividad). El sistema es sensible al calor y, por tanto, no detecta temperatura de los elementos si es igual a la temperatura del fondo de la carretera. En otras palabras, el sistema no ofrece al conductor ninguna ayuda para leer las señales, o indicadores de señales, etc. Ni tampoco la cámara térmica explota el uso exhaustivo de colores reflectantes aplicados a las marcas en la carretera, luces reflectantes de los vehículos, y similares. Más aún, la cámara térmica no presenta la luz visible (funciona en la gama del infrarrojo remoto). Además, como el sistema está basado en una serie de detectores de infrarrojos que funcionan en las longitudes de onda del infrarrojo remoto (8 μm a 14 μm), podría 65 no ser posible instalar el sistema dentro del compartimiento del conductor del vehículo, porque las ventanillas del vehículo no transmiten energía en la longitud de onda del infrarrojo remoto.

Consecuentemente, considerando una instalación en un vehículo con el fin de aumentar el alcance de la visión del conductor, las desventajas de la tecnología de formación térmica de imágenes son marcadamente evidentes. El sistema es engorroso, sensible a diversos estados de la conducción, podría no dar una visión clara de señales “frías” de la carretera, y es relativamente costoso.

5 Otra tecnología, que podría ser integrada aparentemente y ser incorporada en un vehículo, es la tecnología de intensificación de imágenes. Un intensificador intensifica los fotones disponibles en la entrada en unas 50.000 a 100.000 veces, y permite observaciones incluso en un entorno muy oscuro. Sin embargo, la tecnología de la intensificación, es propensa a la “florencia”. El intensificador de imágenes es sensible a los fotones de las longitudes de onda visibles y cercanas al infrarrojo. Consecuentemente, un intensificador de imágenes puede ser objeto de florescencia por fuentes con longitud de onda visible y cercana al infrarrojo que entran en el campo de visión.

15 Por tanto, para la instalación en un vehículo, con el fin de aumentar el campo de visibilidad del conductor, esta tecnología tiene también unas notables desventajas. Un vehículo que se desplaza sobre la carretera encontrará, necesariamente, luz procedente de vehículos que se acercan, precedentes y que adelantan, así como la procedente de las farolas. Estas fuentes emiten luz tanto en el espectro visible como en el cercano al infrarrojo. Estas fuentes podrían originar una saturación del intensificador y una florescencia de la imagen proporcionada.

20 Una tecnología adicional de formación de imágenes que puede ser utilizada para la formación de imágenes nocturnas, es la tecnología de formación de imágenes con puerta de conmutación. Para reducir la influencia de la interferencia en el espacio entre el sistema de formación de imágenes y el objeto, se utiliza la formación de imágenes conmutada, de forma que la energía reflejada desde el objeto iluminado se absorbe solamente en intervalos de tiempo especificados. De esta manera, la imagen presentada puede ser influenciada por la entrada al receptor de formación de imágenes, solamente cuando la energía reflejada desde el objeto iluminado lo alcanza realmente (después de haber cubierto, a la
25 velocidad de la luz, la distancia desde el objeto al receptor de imágenes).

Para la aplicación en una instalación de vehículos que tenga por objetivo aumentar el campo de visibilidad del conductor, la desventaja de añadir una fuente de luz es evidente. Por ejemplo, tal tecnología puede concernir a un sistema que requiera seguridad de radiación (por ejemplo, que cumpla los requisitos de los estándares MPE) y la fuente de luz adicional debe ser de niveles de seguridad para los ojos.

30 La conducción nocturna necesita un aumento del campo de visibilidad del conductor, implementando un sistema que pueda proporcionar al conductor un alcance ampliado de la observación (por ejemplo, hasta 500 metros por delante). Tal sistema puede ser requerido para funcionar en un entorno saturado con fuentes de luz de longitudes de onda visibles y cercanas al infrarrojo (por ejemplo, luces delanteras de otros coches, luces de las farolas, otros sistemas activos de visión nocturna), al tiempo que supere el reto de eliminar el deslumbramiento resultante de tales fuentes de luz, y sin encontrar radiaciones ni otros problemas de seguridad que influyan al sistema.

40 Otras tecnologías que se pueden integrar y hacer funcionar en vehículos se divulgan en la patente de Estados Unidos nº 4.708.473 y en la patente de Estados Unidos nº 3.947.119. La patente de Estados Unidos nº 4.708.473, de Metzdorff y otros colaboradores, titulada “Adquisición de imágenes del alcance” está dirigida a un método para obtener imágenes del alcance. Se transmiten cortos impulsos de luz y se reciben reflexiones de los objetos. El tiempo de recepción se sincroniza de tal manera que se obtienen imágenes parciales correspondientes a las reflexiones de unas distancias particulares. Al combinar las imágenes parciales, se obtiene una imagen compuesta del alcance. La patente de Estados
45 Unidos nº 3.947.119 de Bamberg y otros colaboradores, titulada “Técnica de barrido automático del alcance por sensor activo”, está dirigida a un sistema para explorar una amplia profundidad de campo de interés para ver objetos a todas las distancias en la profundidad del campo. Se ilumina secuencialmente una pluralidad de incrementos del alcance por medio de impulsos de luz, con la energía reflejada desde cada incremento del alcance que es recibido por un amplificador con puerta de conmutación. El tiempo entre los impulsos de iluminación y la conmutación del
50 amplificador de luz se ajustan para variar secuencialmente el alcance observado. Los ajustes de tiempo pueden ser utilizados para conseguir el refuerzo, la supresión o la iluminación uniforme aparente de los incrementos de alcance preseleccionados, de manera que todas las distancias de interés son observadas por el amplificador de luz dentro de un solo periodo de integración.

55 **Sumario de la invención**

La presente invención proporciona un sistema de formación de imágenes, de acuerdo con la reivindicación 1, y un método de formación de imágenes, de acuerdo con la reivindicación 39. Las reivindicaciones dependientes definen modos de realización preferidos y ventajosos de la invención.

65 En particular, se proporciona un sistema de formación de imágenes montado en un vehículo, de acuerdo con algunos modos de realización de la presente invención, para permitir la formación de imágenes nocturnas, así como la formación de imágenes en condiciones de poca visibilidad. El sistema es apto para ser implementado en una amplia variedad de tipos de vehículo, tales como automóviles, camiones, equipos pesados para fuera de la carretera, e incluso en barcos, trenes y aviones (en adelante, vehículo).

ES 2 301 835 T3

5 Tal sistema podría superar los problemas de fluorescencia del entorno, auto-fluorescencia; fluorescencia desde sistemas similares instalados en otros vehículos, y puede cumplir los requisitos de seguridad ocular. Cuando se conduce de noche, un conductor que observa la imagen de la carretera producida por el sistema podría beneficiarse de una imagen de alta calidad y desde un campo de visibilidad considerablemente ampliado, en comparación con el campo de visibilidad que le proporcionan las luces delanteras del vehículo.

10 De acuerdo con un modo de realización de la presente invención, se proporciona un sistema de visión nocturna montado en un vehículo, que puede incluir una fuente de luz en el espectro no visible (por ejemplo, una fuente de láser), con el fin de iluminar, por ejemplo, el entorno enfrente del vehículo. El sistema de visión nocturna puede incluir también una cámara adaptada para la conmutación de imágenes, por ejemplo, una cámara con un intensificador conmutado de imágenes. La cámara puede absorber la energía de las reflexiones desde escenas iluminadas por la fuente de luz. El sistema puede incluir también un aparato de presentación para presentar la imagen producida por las reflexiones absorbidas en la cámara.

15 De acuerdo con otro modo de realización de la presente invención, el sistema proporciona una optimización de la ganancia programable/sensibilidad del sistema (TPG), haciendo máxima la capacidad del sistema para absorber energía de las reflexiones desde el extremo lejano de la profundidad del campo a iluminar (un alcance desde R_0 a R_{max}) y para hacer mínima la capacidad del sistema para absorber energía de las reflexiones desde el extremo cercano de la profundidad del campo a iluminar (un alcance desde R_{min} a R_0).

20 De acuerdo con otro modo de realización de la presente invención, la fuente de luz en el espectro no visible es un generador de láser, que tiene una anchura de impulsos que está relacionada con la profundidad del campo a iluminar.

25 De acuerdo con un modo de realización adicional de la presente invención, la extensión del tiempo en el cual se conecta la cámara ("ON"), (absorbiendo las reflexiones desde los objetos iluminados) se determina de acuerdo con la profundidad del campo a iluminar. La profundidad del campo a iluminar puede ser considerada como el alcance seleccionado desde el cual deben ser absorbidas las reflexiones (R_{min} a R_{max}).

30 El tiempo de apertura de un intensificador de imágenes conmutado (T_{II}), por ejemplo, puede ser calculado por la profundidad del campo cuya iluminación se desea, multiplicado por dos, y dividido por la velocidad de la luz (C). El tiempo en el que el intensificador de campo se conecta ("ON"), después de haber desconectado el láser (T_{off}) puede ser calculado por el alcance mínimo desde el cual no se desean reflexiones a intensificar (R_{min}), multiplicado por dos, y dividido por la velocidad de la luz (C).

35 De acuerdo con un modo de realización de la presente invención, el generador de láser proporciona impulsos sucesivamente más estrechos y, aún así, por medio de la implementación de la tecnología de formación de imágenes por conmutación de puerta, se consiguen las mismas características que con una anchura de impulso mayor.

40 De acuerdo con algunos modos de realización, la presente invención incluye un método para mejorar los rendimientos de un sistema de formación de imágenes de visión nocturna que está basado en la formación de imágenes con puerta de conmutación. Esta mejora se consigue proporcionando una capacidad de intensificación en función del alcance de objetos relevantes desde el sistema, superando así los problemas de deslumbramiento que resultan de las reflexiones "irrelevantes".

45 De acuerdo con un modo de realización de la presente invención, se consigue la provisión de la capacidad de intensificación en función del alcance de objetos relevantes, generando un impulso con una cierta forma o, en otras palabras, un impulso con un cierto diseño desde la fuente de luz del sistema.

50 De acuerdo con un modo de realización de la presente invención, se consigue la provisión de la capacidad de intensificación en función del alcance de objetos relevantes por medio de un cambio dinámico, donde el cambio dinámico se implementa en el nivel de un solo fotograma de la imagen de vídeo, tomada por el sistema. Cambio dinámico como por ejemplo el tiempo de apertura del intensificador de imágenes y/o la anchura del impulso del láser.

55 De acuerdo con otro modo de realización de la presente invención, se consigue la provisión de la capacidad de intensificación en función del alcance de objetos relevantes del sistema, por medio del control del número de exposiciones y del tiempo del láser/intensificador (sobre el nivel de un fotograma de una imagen de vídeo) y/o por el tratamiento de la imagen.

60 De acuerdo con algunos modos de realización, la presente invención incorpora un método para superar el deslumbramiento desde sistemas similares instalados en vehículos que adelantan. Esto se consigue por la aplicación de técnicas estadísticas y/o por técnicas de sincronismo implementadas en los sistemas.

65 De acuerdo con algunos modos de realización, la presente invención incluye un método para cumplir con los requisitos de seguridad contra la radiación, ajustando la intensidad del haz emitido desde la fuente de luz del sistema con la velocidad de cruce del vehículo.

ES 2 301 835 T3

De acuerdo con algunos modos de realización, la presente invención incluye un método para superar la fluorescencia por la oscuridad local en la entrada de la cámara del sistema, implementado por un modulador espacial de la luz (por ejemplo, MMS, LCD, Partículas suspendidas), con o sin intensificador de imágenes (por ejemplo, a través de una cámara CMOS/CCD, y un filtro de paso de banda estrecha adaptado para la longitud de onda de la fuente de luz).

5 En otro modo de realización, la presente invención proporciona un método para superar la fluorescencia utilizando la polarización de la luz.

Breve descripción de los dibujos

10 La presente invención se comprenderá mejor y se apreciará de una manera más completa, a partir de las siguientes descripciones detalladas, tomadas conjuntamente con los dibujos, en los cuales:

El dibujo nº 1 es una ilustración en vista superior de una vista general del sistema de formación de imágenes nocturnas, instalado en un vehículo, de acuerdo con la presente invención.

15 Los dibujos nºs 2 a 4 describen diversas configuraciones de la instalación dentro de un vehículo, de un sistema de formación de imágenes nocturnas, de acuerdo con algunos modos de realización de la presente invención.

20 Los dibujos nºs 5 a 7 describen problemas de deslumbramiento que son superados por el sistema de formación de imágenes nocturnas, de acuerdo con algunos modos de realización de la presente invención.

El dibujo nº 8 describe esquemáticamente un ejemplo de un modo de realización del sistema de formación de imágenes nocturnas, de acuerdo con un modo de realización preferido de la presente invención.

25 Los dibujos nºs 9 - 25 describen diversas técnicas para superar el problema de la fluorescencia, que se tratan con el sistema de formación de imágenes nocturnas, de acuerdo con algunos modos de realización de la presente invención.

El dibujo nº 26 describe una técnica específica para la sincronización automática, de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

30 El dibujo nº 27 ilustra el alcance de seguridad de un rayo láser que sale de un vehículo en movimiento, de acuerdo con algunos modos de realización de la presente invención.

35 El dibujo nº 28 ilustra un método para superar la fluorescencia en el sistema, por el oscurecimiento local de ciertas zona de la cámara, de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

El dibujo nº 29 ilustra un método para superar la fluorescencia en el sistema, utilizando la polarización de la luz, de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

40 Se apreciará que por razones de simplicidad y claridad de la ilustración, los elementos ilustrados en los dibujos no han sido dibujados necesariamente a escala. Por ejemplo, las dimensiones de algunos de los elementos pueden estar exageradas con respecto a los demás elementos, por razones de claridad. Además, donde se considera apropiado, las referencias numéricas pueden repetirse entre los dibujos para indicar elementos correspondientes o análogos en toda la serie de vistas.

45 Descripción detallada de modos de realización preferidos

Se presenta la siguiente descripción para permitir al experto normal en la técnica realizar y utilizar la invención, como se ofrece en el contexto de una aplicación en particular y de sus requisitos. Para los expertos en la técnica, serán evidentes diversas modificaciones a los modos de realización descritos, y los principios generales definidos aquí pueden ser aplicados a otros modos de realización. Por tanto, la presente invención no está limitada a los modos de realización particulares ilustrados y descritos, sino que pretende ser acorde con un alcance más amplio, consistente con los principios y características novedosas divulgados en este documento. En otros ejemplos, no se han descrito en detalle los métodos, procedimientos y componentes bien conocidos, para no ensombrecer la presente invención.

Haciendo referencia al dibujo nº 1, el dibujo constituye una ilustración de una configuración general del sistema 10 de formación de imágenes nocturnas, de acuerdo con un modo de realización de la presente invención, instalado en un vehículo 20. El vehículo puede ser un vehículo que viaja por carretera, un vehículo para fuera de la carretera, o un vehículo que viaje en cualquier otro entorno apropiado. El sistema 10 podría incluir, por ejemplo, una fuente de luz en la longitud de onda, preferiblemente, no visible, tal como en la longitud de onda 30 cercana al infrarrojo. El sistema puede incluir una cámara 40 para formar imágenes de las reflexiones desde la fuente de luz, por ejemplo, en la longitud de onda del infrarrojo. Por ejemplo, la cámara 40 podría ser una cámara CMOS o un sistema de formación de imágenes CCD, etc. El sistema 10 podría incluir el aparato 60 de control para controlar la cámara 40 de vídeo u otros componentes del sistema. La cámara 40 puede adaptarse a imágenes por conmutación de puerta. También podría disponerse el aparato 50 de presentación para presentar las imágenes recibidas en la cámara 40 de vídeo.

ES 2 301 835 T3

La fuente 30 de luz en la longitud de onda 30 no visible (por ejemplo, en la longitud de onda cercana al infrarrojo), puede iluminar una zona seleccionada, por ejemplo, enfrente del vehículo 20, como se indica, por ejemplo, con el alcance 65. Es posible utilizar, por ejemplo, una fuente de luz de banda estrecha, tal como un láser. Otra posibilidad es utilizar una serie de diodos, o una fuente de luz de banda ancha, tal como una serie de LED o incluso una fuente
5 de luz que proporcione una luz visible. La fuente de luz 30 puede estar situada dentro del vehículo (como se ilustra en el dibujo) o fuera del vehículo 20. Alternativamente, la fuente de luz 30 puede estar colocada en cualquier lugar que pueda permitir la transferencia de luz a un alcance seleccionado u objetivo, por ejemplo (no ilustrado en el dibujo) a través de una o más fibras ópticas.

La cámara 40 puede recibir reflexiones de la energía de infrarrojos que se origina en la fuente de luz (si por ejemplo se utiliza una fuente de luz no visible en el sistema), y puede convertir los fotones reflejados y absorbidos de una imagen de vídeo en el Campo de Visión (FOV). Es posible utilizar, por ejemplo, una cámara de vídeo CCD/CMOS con o sin intensificador de imágenes. La cámara 40 puede incluir un intensificador de imágenes, por ejemplo, en el caso en el que esté enlazada directamente la cámara con el aparato 50 de presentación (como se describe a continuación
15 con respecto al dibujo nº 3).

El aparato 50 de presentación puede ser incluido o configurado en una Presentación en la Parte Alta (HUD), que puede presentar, por ejemplo, la imagen recibida desde la cámara 40 de vídeo frente a los ojos del conductor en el campo de visión del conductor. Esto puede permitir al conductor observar simultáneamente la carretera frente a él y la presentación de la formación de imágenes nocturnas, sin tener que alterar la orientación de su cabeza. Alternativamente, es posible aplicar el aparato 50 de presentación como una presentación en la parte inferior, por ejemplo, como una unidad de pantalla de LCD montada cerca del salpicadero del coche o en cualquier otro lugar apropiado. La transmisión de señales al aparato 50 de presentación puede ser efectuada de diversas maneras, por ejemplo conectando una señal de vídeo analógica o digital al aparato 50 de presentación, o mediante un enlace directo de la cámara 40
20 de vídeo con el aparato 50 de presentación. Más aún, con el fin de reforzar la atención del conductor, o la claridad o efectividad de los datos transmitidos, pueden integrarse iconos simbólicos que representan objetos de un campo de visión teórico, en una imagen o vista presentada. Por ejemplo, se pueden añadir iconos a una imagen presentada, que podría incluir, por ejemplo, árboles, postes de las señales, barreras, peatones, etc.

Haciendo referencia a los dibujos nºs 2 a 4, los dibujos describen diversas configuraciones de montaje del sistema 10 de formación de imágenes nocturnas, de acuerdo con un modo de realización de la presente invención, dentro del vehículo 20. El vehículo 20 podría ser un vehículo viajando por carretera, un vehículo por fuera de la carretera, o un vehículo para viajar en otro entorno adecuado (tal como un barco en un puerto, un tren viajando por un ferrocarril o un avión aproximándose a una pista de aterrizaje o deslizándose por una pista). Los dibujos nºs 2 a 4 están
30 relacionados con el sistema 10 descrito con referencia al dibujo nº 1 y, por tanto, se utiliza el mismo número de componentes.

El dibujo nº 2 describe una configuración en la cual el aparato 50 de presentación está en una configuración HUD, que está montada, por ejemplo, en la sección inferior de la ventana 60 del vehículo. La fuente 30 de luz puede estar instalada, por ejemplo, en la sección interna superior del vehículo, cerca del espejo retrovisor 70 del coche. La cámara 40 de vídeo puede estar, por ejemplo, instalada en la sección superior del vehículo (próxima a la fuente de luz 30). Se podrá apreciar por personas con experiencia en la técnica, que la fuente de luz 30 puede estar instalada también en otro lugar del vehículo (por ejemplo, en las luces delanteras, en la rejilla, en los espejos laterales, o en cualquier otro lugar apropiado). Así, en el caso de que la fuente de luz esté incorporada en un lugar oculto, la luz
45 puede transmitirse por una fibra óptica, por ejemplo, al lado frontal del vehículo, donde puede salir el haz (o haces) de luz. La Agrupación 80 de Instrumentos del sistema 10 está situada, en el ejemplo dibujado, por detrás del panel de instrumentos del vehículo. Otras configuraciones (que no están ilustradas) pueden incluir el montaje del sistema 10 como parte de un sistema que mira hacia atrás en los vehículos, camiones etc. (que funcionan mientras se conduce en marcha atrás), o del paquete del sistema 10 dentro de los espejos laterales del vehículo o como una sustitución de tales
50 espejos.

El dibujo nº 3 describe otra configuración del sistema 10, en la que el aparato 50 de presentación está en una configuración HUD. En esta configuración específica, la pantalla 50 está instalada en la sección central de la ventana frontal del vehículo (permitiendo, por tanto, que el pasajero que está sentado al lado del conductor pueda utilizar el sistema). Un intensificador 45 de imágenes, que puede estar incorporado en la cámara, puede montarse cerca del
55 aparato 50 de presentación, que está funcionalmente conectado al aparato 50 de presentación, o puede estar integrado dentro del aparato 50 de presentación. Tal configuración puede obviar la necesidad de una cámara CCD/CMOS como parte del conjunto 40. La presente configuración puede ser aplicada, por ejemplo, a la tecnología de óptica plana basada en la holografía. Tal tecnología está descrita, por ejemplo, en el documento de Solicitud de Patente WO9952002, y permite la transmisión de la imagen desde el intensificador 45 de imágenes a un HUD 50, sin necesidad de una cámara CCD/CMOS. En la configuración actual, el intensificador 45 de imágenes está enlazado directamente con la óptica plana y, utilizando hologramas por ejemplo, transmite una imagen a un lugar seleccionado, por ejemplo frente al campo de visión del conductor. Más aún, se puede utilizar un aparato de pantalla LCD, que puede permitir la presentación de la imagen recibida desde el intensificador 45 de imagen.
65

El dibujo nº 3A describe un ejemplo de un esquema óptico de la configuración antes mencionada de óptica plana basada en la holografía.

ES 2 301 835 T3

El intensificador 45 de imagen puede estar instalado en cualquier lugar de la sección frontal del vehículo. La fuente 30 de luz puede estar montada también en esta configuración, por ejemplo en la sección interna superior del vehículo, cerca del espejo retrovisor 70 del coche. De forma similar, con respecto a esta configuración, se podrá apreciar por las personas expertas en la técnica que es posible también montar la fuente de luz 30 en cualquier otro lugar apropiado dentro o sobre el vehículo (por ejemplo, en las luces delanteras, en la rejilla, en los espejos laterales, o en cualquier otro sitio) y dirigir la luz por medio de una fibra óptica hacia la parte delantera del vehículo, donde puede ser emitido el rayo de luz).

El dibujo nº 4 describe también una configuración en la que el aparato 50 de presentación es del tipo HUD. En esta configuración específica, el aparato 50 de presentación utiliza un filtrado directo de la imagen procedente de la salida del intensificador 45 de imagen hacia la ventana 60 del vehículo, o a la superficie 90 de proyección, por ejemplo mediante un conjunto óptico reflectante 95 o por óptica de proyección, que puede desviar la imagen hacia la ventana 60 del vehículo o hacia la superficie 90 de proyección.

Haciendo referencia a los dibujos nºs 5 - 7, los dibujos ilustran diversos componentes y métodos para evitar el “deslumbramiento” a otros conductores, de acuerdo con algunos modos de realización de la presente invención. Los dibujos conciernen al sistema 10 descrito con referencia al dibujo nº 1 y, por tanto, se utilizan los mismos números para los componentes.

La implementación de un sistema de formación de imágenes nocturnas en la longitud de onda cercana al infrarrojo, para uso en vehículos, requiere superar problemas de fluorescencia en el ambiente, del auto-deslumbramiento, y del deslumbramiento desde sistemas similares de formación de imágenes nocturnas instalados en otros vehículos. La descripción presentada a continuación con respecto al fenómeno del deslumbramiento puede facilitar una comprensión de las técnicas para superar tales problemas, como se especificará a continuación en el marco de la descripción detallada de la invención.

La cámara 40 para la longitud de onda de infrarrojos (cuando se hace referencia a los dibujos nºs 1 - 4) podría entrar en un estado de saturación debido a la existencia de fuentes de luz en el campo de visión del sistema, tal como las luces delanteras (incluyendo las luces delanteras del vehículo 20, en el cual está instalado el sistema 10) y las farolas. La saturación de la cámara podría cegar el sistema de formación de imágenes nocturnas. Estas fuentes de luz emiten energía no solamente en el espectro visible, sino también en la longitud de onda no visible, que podría originar saturación y deslumbramiento. Así, por ejemplo, la bombilla de Tungsteno Halógeno, que se utiliza normalmente como luz delantera del vehículo, emite la mayor parte de su luz en la longitud de onda de infrarrojos. En el dibujo nº 5, por ejemplo, se ilustra la curva de emisión espectral de una luz delantera, donde el eje X indica la longitud de onda de la radiación de las lámparas delanteras, y el eje Y indica la intensidad emitida.

Haciendo referencia al dibujo nº 6, el dibujo ilustra un escenario en el que el vehículo 20, en el cual está instalado el sistema 10 de acuerdo con la presente invención, se desplaza a lo largo del carril 110, donde hay fuentes de luz adicionales, que emiten energía en la longitud de onda cercana al infrarrojo. En el ejemplo ilustrado, las luces traseras de un vehículo 120, que está actualmente desplazándose por delante del vehículo 20, y la luces delanteras de un vehículo 130, que está a punto de pasar frente al vehículo 20, proporcionan fuentes de luz adicionales. En el alcance entre el vehículo 20 y los vehículos deslumbrantes 120 y 130, hay dos objetos 140 y 150, que son absolutamente idénticos en tamaño, y cuyo sistema 10 de visión nocturna intenta detectar y formar imágenes de los mismos.

En el preciso instante de tiempo ilustrado, la distancia entre el objeto 140 y el vehículo 20 es más corta que la distancia entre el objeto 150 y el vehículo 20. Por tanto, en una situación normal, sin implementar ciertas técnicas que constituyen la materia objeto de la presente invención, la intensidad de la radiación, que será reflejada desde el objeto 140 hasta el sistema 10, será mayor que la intensidad de radiación que puede ser reflejada desde el objeto 150 al sistema 10. Esto es debido a que cuanto más cercano está un objeto a la fuente 30 de iluminación (en este caso, el reflector 140), más luz recoge la lente de entrada.

A continuación se ofrece un ejemplo de un cálculo de las intensidades de luz que emanan desde diversos objetos:

ES 2 301 835 T3

$P_{light} := 100$ vatios

Flujo de la fuente de luz

$A1 := 10$ cm²

$A2 := 10$ cm²

AREA del objeto reflectante

$R1 := 50$ m

$R2 := 150$ m

Distancia del objeto reflectante desde la fuente

$r := 0,1$

Reflectancia del objeto

$\theta := 9$ grados

Divergencia de la fuente de luz

$$I_{light} := \frac{P_{Light}}{2 \cdot \pi \cdot (1 - \cos(\theta)) sr}$$

Intensidad de la luz

$$E_{Return1} := \frac{A1}{R1^2} sr \cdot I_{light} \cdot r \cdot \frac{1}{R1^2}$$

$$E_{Return1} = 2.068 \times 10^{-12} \frac{\text{vatios}}{\text{cm}^2}$$

Incidencia desde objeto 1

$$E_{Return2} := \frac{A2}{R2^2} sr \cdot I_{light} \cdot r \cdot \frac{1}{R2^2}$$

$$E_{Return2} = 2.554 \times 10^{-14} \frac{\text{vatios}}{\text{cm}^2}$$

Incidencia desde objeto 1

Haciendo referencia al dibujo n° 7, el dibujo describe una escena similar a la ilustrada en el dibujo n° 6. Suponiendo que hay instalado también un sistema activo 10 (° 10) de formación de imágenes nocturnas en el vehículo 130, que puede ser idéntico al sistema 10 de formación de imágenes nocturnas instalado en el vehículo 20, el movimiento de los vehículos, unos hacia otros, puede exponer la cámara 40 (véase el dibujo n° 1) en uno de los vehículos al haz emitido desde el vehículo que se acerca y viceversa.

Debido al hecho de que la intensidad de la energía emitida es varias veces más alta que la intensidad de la energía reflejada desde el ambiente, la cámara 40 (véase el dibujo n° 1), que está instalada en cada uno de los vehículos 10 y 130, como parte de los sistemas 10 y 10 respectivamente, puede saturarse. La cámara saturada puede no permitir la distinción de la luz reflejada del ambiente. Un fenómeno similar en la cámara 40 puede ser originado también por las luces traseras del vehículo 120. Podría ocurrir también un problema de deslumbramiento cuando el sistema instalado en el vehículo 130 es diferente del sistema 10, pero aún así emite haces de la misma longitud de onda o similar.

Haciendo referencia al dibujo n° 8, el dibujo ilustra un modo de realización del sistema 210 de formación de imágenes de visión nocturna, de acuerdo con la presente invención. El sistema comprende una fuente de luz, tal como un generador 220 de láser (por ejemplo, un láser de diodos); una cámara que incluye, por ejemplo, un intensificador 230 de imágenes con capacidad de conmutación (por ejemplo, un ICCD/ICMOS de conmutación); un filtro 245 de banda estrecha instalado en la entrada del intensificador 230 de luz, y un controlador 240, que controla la transmisión 220 del láser y la conmutación del intensificador 230 de imagen.

Opcionalmente, el sistema 210 incluye también sensores de luz que funcionan en la longitud de onda visible 250, para determinar el nivel de la luz ambiente (por ejemplo, para identificar situaciones de día/noche), un detector 260 de impulsos para detectar la presencia de sistemas activos de formación de imágenes de visión nocturna en el campo observado por el sistema, un interfaz 270 con el canal de datos del ordenador del vehículo, y una unidad 280 de tratamiento de imágenes. La unidad 280 de tratamiento de imágenes puede generar un señal de vídeo que es transmitida al aparato 50 de presentación del sistema (no ilustrado, véanse los dibujos n°s 1-4, conjunto 50). Todo el sistema recibe energía de una fuente 290 de alimentación de energía. La fuente de alimentación de energía 290 recibe, por ejemplo, energía desde el vehículo y convierte los niveles de tensión de entrada en los niveles de tensión requeridos de los conjuntos del sistema especificados anteriormente.

El generador láser 220 puede servir como fuente de luz en la proximidad de la longitud de onda de infrarrojos. El láser puede iluminar la zona enfrente del vehículo, cuya observación se desea durante la conducción. Al iluminar en la longitud de onda cercana al infrarrojo, la imagen producida tiene un alto nivel de contraste, sustancialmente igual al nivel conseguido en la gama visible, lo cual permite leer las señales de la carretera. El rayo láser refuerza la pintura retro-reflectante de la carretera (líneas de carril, líneas de Stop, etc.) y en las señales, así como las luces reflectantes de los coches. Muestra todas las luces visibles de los coches y la carretera.

ES 2 301 835 T3

Con el fin de que el sistema de formación de imágenes de visión nocturna, de acuerdo con un modo de realización de la presente invención se aproximase a la eficiencia máxima, la anchura del impulso láser producido por el generador 220 de láser debe ser calculada como una función del campo de visibilidad requerido por el conductor (véase el ejemplo de cálculo con respecto al dibujo nº 11). El intensificador 230 de imagen con capacidad de conmutación, puede intensificar la luz absorbida, y podría recibir una imagen incluso en un entorno oscuro. El intensificador 230 de imagen puede permitir una conmutación rápida.

El controlador 240 puede controlar la fuente 220 de láser y el intensificador 230 de imagen. La función del controlador puede ser permitir el sincronismo entre el funcionamiento del generador 220 de láser y el funcionamiento del intensificador 230 de imagen. El controlador 240 puede permitir también el control de los diversos parámetros del impulso de láser, por ejemplo, el control del inicio del impulso, el control de la duración de impulso (longitud del impulso), y el control del modo del impulso (por ejemplo, la frecuencia y el borde de subida y/o de bajada o la forma y diseño del impulso). El controlador 240 podría también permitir una rápida apertura y cierre del intensificador 230 de imagen, de acuerdo con las técnicas para eliminar el deslumbramiento, que se especifican más adelante.

El controlador 240 podría recibir indicaciones desde un sensor de luz en el espectro visible 250. El controlador 240 puede relacionarse con uno o más sensores (por ejemplo del tipo de fotosensor). El sensor 250 podría proporcionar indicaciones con respecto al nivel de luz ambiente (por ejemplo, para identificar situaciones de día/noche) para hacer funcionar el sistema 210 de manera consecuente. En el caso de que el sensor 250 identifique una situación nocturna, sería posible continuar utilizando el sensor (o un sensor-detector de impulsos 260 adicional) para detectar sistemas de imágenes nocturnas similares activos en la zona. La detección de sistemas activos puede ser crucial para fines de sincronismo y para eliminar el deslumbramiento mutuo, como se describe más adelante con respecto a las técnicas de prevención de fluorescencia.

El controlador 240 puede recibir datos desde un canal de datos del vehículo, que puede incluir información tal como la velocidad de cruce y la inclinación del volante, que pueden ser utilizadas para determinar el nivel del impulso de láser, con el fin de evitar riesgos de la seguridad (como se describe más adelante con relación a las técnicas de seguridad).

Puede disponerse una unidad 280 de tratamiento de imágenes, permitiendo así al sistema 10 superar problemas de calidad de imagen y fluorescencia por medio de técnicas de tratamiento de imágenes. El intensificador 230 de imagen con capacidad de conmutación puede ser, por ejemplo, una cámara ICCD/ICMOS con conmutación. La señal de vídeo procedente de la cámara CCD/CMOS, podría alcanzar la unidad 280 de tratamiento de imágenes en la cual se efectúa una corrección de la calidad de la imagen y la eliminación de la fluorescencia, como se detalla a continuación. Tras el tratamiento de la imagen la unidad 280 de tratamiento de imágenes puede entregar a la salida una señal de vídeo analógica o digital (por ejemplo RS 170), para fines de presentación.

Puede disponerse un filtro 245 de paso de banda estrecha para permitir selectivamente la transmisión de la luz en el intensificador 230. La transmisión puede tener lugar solamente cuando la luz reflejada es aproximadamente de la longitud de onda del láser 220. El sistema puede transmitir solamente la longitud de onda emitida por el láser 220, o al menos asegurar que la energía reflejada del impulso de láser es sustancialmente más alta que la energía que se aproxima al intensificador 230 desde una fuente que emana desde una fuente activa de luz ambiental. El filtrado de todas las longitudes de onda, con la excepción de una longitud de onda central del láser 220, puede reducir la influencia de tal luz activa ambiental (procedente de fuentes de onda continua o de lámparas de corriente alterna, tal como las luces delanteras del vehículo, las farolas, etc.). Así, la resistencia del sistema 210 a la fluorescencia podría mejorarse cuando se incorpora un filtro 245 de banda estrecha.

Sin embargo, al reducir la influencia de la luz ambiente por el filtro 245 de paso de banda estrecha, cuya longitud de onda central es la longitud de onda del láser 220, podría no ser suficiente. En tal caso, modos adicionales de realización del sistema de formación de imágenes de visión nocturna de acuerdo con la presente invención pueden aplicar técnicas adicionales, con el fin de mejorar la resistencia del sistema a la fluorescencia, como se especifica más adelante.

Como se ha aclarado con respecto a los dibujos nºs 5 a 7, un sistema de formación de imágenes de visión nocturna para vehículos, que permita intensificar la reflexión como una función del alcance desde él, podría reducir el riesgo de deslumbramiento de reflexiones cercanas y, por tanto, aumentar el alcance dinámico del sistema 10. El rendimiento de un sistema de formación de imágenes de visión nocturna puede ser mejorado creando una sensibilidad variable en función del alcance. De esta manera, puede alcanzarse una menor intensificación o menor sensibilidad a las reflexiones procedentes de fuentes cercanas, en oposición a las reflexiones desde fuentes remotas.

Haciendo referencia a los dibujos nºs 9 a 25, los dibujos ilustran técnicas para superar el problema del deslumbramiento, con el cual tiene que enfrentarse el sistema de formación de imágenes nocturnas de acuerdo con la presente invención, además de la capacidad de intensificación, como una función del alcance. La técnica relacionada es aplicable, por ejemplo, en el modo de realización de la presente invención que se ha descrito con respecto al dibujo nº 8 y, por tanto, se prefiere utilizar números de componentes idénticos.

El dibujo nº 9 describe un gráfico de la ganancia programable de sensibilidad o tiempo (TPG) para un alcance dado, donde, a medida que el alcance aumenta, la sensibilidad se eleva.

ES 2 301 835 T3

El dibujo nº 10 describe un ejemplo de una gráfica de sensibilidad deseable para un sistema de formación de imágenes de visión nocturna. Por ejemplo, un requisito razonable para un sistema de formación de imágenes de visión nocturna destinado a un vehículo que circula a altas velocidades (por ejemplo, 120 km/h) es la detección de una figura humana en un campo de alrededor de 300 metros desde el vehículo en el cual está instalado el sistema. Además, la detección de un vehículo debe ser detectada preferiblemente en un campo de alrededor de 450 metros desde el sistema. El nivel de reflexión que puede alcanzar el intensificador 230 de imagen (véase el dibujo nº 8) desde un vehículo, puede ser en cualquier caso sustancialmente más fuerte que la reflexión procedente de una figura humana, porque la zona iluminada es diferente en tamaño y reflectividad y porque puede suponerse que en un vehículo hay fuentes activas de luz que permiten la detección (por ejemplo, las luces delanteras o las luces traseras). Esto indica que no hay necesidad de una alta intensificación con el fin de detectar un vehículo a largo alcance. Bajo estas circunstancias, el gráfico del dibujo nº 10 describe una función en la cual la sensibilidad a un alcance de 300 metros se eleva, y más allá de 300 metros declina gradualmente, hasta una distancia de alrededor de 450 metros. El sistema puede recibir por tanto reflexiones del impulso de luz (es decir, el impulso del láser) solamente cuando estas reflexiones están dentro del alcance de hasta 450 metros aproximadamente. Al mismo tiempo, el sistema puede confiar en la entrada de energía emitida desde fuentes activas de luz con un alcance mayor, tal como las luces delanteras de onda continua, que en cualquier caso se irradian desde los vehículos a una distancia mayor. Además, la dispersión natural de la iluminación de la luz (es decir, la iluminación del láser) puede disminuir la sensibilidad en un alcance lejano.

El gráfico de la sensibilidad, en función del alcance, como se ha mencionado anteriormente, puede ser obtenido por el sistema 10 aplicando varias técnicas (individualmente o en combinaciones posibles).

Haciendo referencia ahora al dibujo nº 11, que se refiere a un gráfico (en el dominio del tiempo) que describe una técnica para obtener la sensibilidad en función del alcance, la del tiempo entre la anchura del impulso láser y el tiempo de apertura de intensificador de imagen. Para cada alcance específico, se obtiene un tiempo de solapamiento diferente entre la apertura del intensificador de imagen y el tiempo de iluminación del láser.

Los ejemplos ignoraban la relación radiación devuelta/atenuación de la luz, por la ley de cuadrados inversos y las condiciones atmosféricas. En el ejemplo antes mencionado la fuente de luz es un generador láser que proporciona un impulso de láser. La anchura del impulso del láser (T_{laser}) puede ser determinado de acuerdo con la profundidad del campo desde el cual se requiere un nivel mínimo de reflexiones ($R_0 - R_{\text{min}}$) dividido por la velocidad de la luz en el medio relevante (C) y multiplicado por dos. R_0 es el alcance desde el cual llegaron, por primera vez, las reflexiones al intensificador de imagen del sistema, mientras está en la posición conectada (ON), donde esas reflexiones son el resultado final de toda la extensión de la anchura del impulso que pasa en su totalidad sobre el objetivo situado en este alcance R_0 . Hasta el alcance R_{min} , las reflexiones que se emiten desde los objetivos dentro de este alcance encontrarán un intensificador de imagen desconectado (OF). El tiempo de desconexión del intensificador de imagen (T_{off}) inmediatamente después de enviar el impulso láser, puede impedir la entrada de reflexiones desde el alcance cercano (impidiendo así el auto-deslumbramiento debido a las reflexiones cercanas). En otras palabras, el tiempo de desconexión puede ser determinado de acuerdo con el alcance desde el cual no se desean reflexiones (R_{min}). El tiempo de desconexión se calcula como este alcance multiplicado por dos y dividido por la velocidad de la luz (C). El tiempo de desconexión puede ser determinado como una función del alcance de la iluminación de las luces delanteras del vehículo (la entrada de reflexiones desde este alcance no es necesario, ya que es observable en cualquier caso por las luces delanteras del vehículo).

El tiempo del estado de apertura del intensificador de imagen (T_{II}), en particular el periodo de tiempo durante el cual recibe reflexiones desde el alcance remoto, puede ser igual a dos veces la profundidad del campo ($R_{\text{max}} - R_{\text{min}}$) dividido por la velocidad de la luz (C) y multiplicado por dos.

Haciendo referencia ahora al dibujo nº 12, que está relacionado con un gráfico (en el dominio del alcance) el cual ilustra la capacidad de observación de acuerdo con el ejemplo, ilustrado en el dibujo nº 11, R_{min} es el alcance ciego. Desde esta zona, que está enfrente del sistema, puede no haber ninguna entrada de reflexiones generadas por el impulso láser. Esto es debido a que el impulso láser propagado (hacia delante) en el aire, pasada subsiguientemente la distancia requerida al formador de imágenes, mientras que el sistema seguía ciego a las reflexiones generadas por el impulso láser que colisionan con cualquier objeto mientras se aproximan a este alcance, habiendo estado el intensificador de imagen en la posición "OFF" (desconectado). Por tanto, R_{min} es el alcance mínimo, desde el cual las reflexiones pueden encontrar al intensificador de imagen en un estado "abierto". Este es el alcance mínimo, en el cual sigue existiendo el impulso láser, mientras que el intensificador de imagen está conmutado a un estado "abierto". R_{max} es el alcance mínimo, desde el cual la sensibilidad sigue estando en un máximo. El elemento 301 es un objeto que se puede encontrar algo por detrás del alcance R_{min} . El cuerpo 302 es un objeto a encontrar más lejos, al final del alcance R_{max} .

Para comprender cómo se consigue la sensibilidad con el valor del alcance, puede ser necesario examinar cómo se reciben las reflexiones desde aquellos objetos que están situados a una distancia entre R_{min} y R_{max} (en el ejemplo ilustrado, 301, y 302).

Haciendo referencia ahora al dibujo nº 13, que muestra un gráfico (en el dominio del alcance) que ilustra un momento específico, en el cual el impulso láser 310 acaba de terminar de traspasar el objeto 301 y continúa avanzando (ahora comienza a traspasar el objeto 302).

ES 2 301 835 T3

Las reflexiones desde el objeto 301 pueden ser recibidas en el momento en que el intensificador de imagen del sistema se conmuta al estado abierto, incluso antes de que toda la anchura 310 del impulso traspase el objeto 301. Por tanto, se dispone de muchísimo tiempo con el fin de recibir reflexiones que puedan ser intensificadas desde el objeto remoto 302, pero solamente se dispone de un tiempo de intensificación limitado para las reflexiones desde el objeto más cercano 301.

Desde el tiempo específico ilustrado en el nº 13, suponiendo que el intensificador de imagen esté conmutado a un estado abierto justamente antes de un corto tiempo en que fue reflejada la energía desde el objeto 301 (siempre que el impulso 310 siga estando sobre él), y la energía se refleje también continuamente desde el objeto 302 (que ahora es traspasado por el impulso 310 que avanza).

Como resultado de esto, la energía total introducida en el intensificador de imagen como resultado de las reflexiones desde el objeto 301 está relacionada con la duración del tiempo en el cual el impulso traspasa un objeto 301, mientras que el intensificador de imagen está en una posición de apertura.

Haciendo referencia al dibujo nº 14, el dibujo muestra un gráfico (en el dominio del alcance) que describe un tiempo específico posterior, un tiempo en el cual el impulso láser 310 habría acabado de completar su paso por el objeto 302 y continúa su propagación de avance.

Desde el instante específico ilustrado en el dibujo nº 14, suponiendo que el intensificador de imagen quedase en estado abierto, las reflexiones desde el objeto 302 (siempre que el impulso 310 esté sobre él) y ya no sea reflejado desde el objeto 301 (pues el impulso 310 ya lo ha traspasado).

Consecuentemente, puede ser posible llegar a un resultado cuantitativo en el cual la intensidad de la reflexión absorbida desde el objeto 302, que ha de encontrarse en el alcance máximo R_{max} , puede ser sustancialmente mayor que la cantidad de reflexión recibida desde el objeto 301. Esto es debido a que la cantidad de reflexión recibida (energía) se determina de acuerdo con un periodo de tiempo durante el cual el intensificador de imagen esté en el estado "ON" (conectado) y el objeto esté reflejando.

En otras palabras, el impulso láser 310 puede quedarse en el objeto 302 durante un tiempo más largo que sobre el objeto 301, en un estado en el cual el intensificador de imagen del sistema introduce reflexiones. Por tanto el intensificador de imagen introduce más energía desde un objeto próximo al alcance máximo R_{max} (302) que desde un objeto cercano al sistema (301).

El dibujo nº 15 es un gráfico de la sensibilidad del sistema en función del alcance. R_0 se define como el alcance óptimo desde el cual la sensibilidad en función del alcance, por ejemplo la ganancia programable en el tiempo (TPG), permanece constante hasta el alcance deseado R_{max} . En otras palabras, R_0 es el alcance óptimo del sistema, desde el cual, por primera vez, las reflexiones llegaron al intensificador de imagen del sistema mientras está en la posición "ON" (conectado), donde aquellas reflexiones son el resultado final de todo el intervalo de la anchura del impulso que pasa en su totalidad, sobre el objetivo situado en este alcance R_0 . R_{min} , R_0 y R_{max} pueden ser calculados consecuentemente:

$$R_{min} = \frac{T_{off} \cdot C}{2}$$

$$R_0 = \frac{T_{II} \cdot C}{2} + R_{min}$$

$$R_{max} = \frac{T_{laser} \cdot C}{2} + R_{min}$$

en donde T_{laser} es la longitud de tiempo del impulso, y T_{off} es el periodo de tiempo en el cual el intensificador de imagen permanece en una posición "off" tras el final de la transmisión de impulsos. Cualquier profesional experto en la técnica apreciará que las ecuaciones antes mencionadas se obtienen simplemente a partir de los cálculos de T_{off} , T_{II} y T_{laser} como se ha mencionado adicionalmente en lo que antecede. Además, los resultados finales, ya sea en la propiedad del tiempo o en los valores del alcance, pueden ser refinados o, en otras palabras, hechos a la medida, y por tanto, el puro cálculo debe ser considerado solamente como la manera recomendada por la presente invención para definir sustancialmente aquellos valores de alcance L en el tiempo. Tal refinamiento o creación a la medida serán descritos a partir de aquí, y podrían considerar por ejemplo, tener en cuenta las condiciones ambientales específicas, la velocidad del vehículo, las características específicas de los distintos objetivos que se espera encontrar en distintos alcances, cambiando la forma de dicho impulso de láser, etc.

ES 2 301 835 T3

- El gráfico ilustrado en el dibujo nº 15 puede no ser un gráfico ideal, porque al impulso láser que se desvanece a lo lejos ilumina los objetos más allá del alcance R_{\max} , aunque puede no haber necesidad de iluminarlos. Además, y lo que es más importante de las técnicas que siguen, el gráfico ilustrado en el dibujo nº 15 puede no ser un gráfico ideal, debido a que la sensibilidad permanece constante entre el alcance óptimo R_0 hasta el alcance deseado R_{\max} .
- 5 Es posible reducir la sensibilidad del sistema para recibir las reflexiones que se originan más allá del alcance R_0 por medio de otras técnicas. Tales técnicas incluyen el cambio del formato o forma del impulso láser, cambiando el tiempo de funcionamiento del intensificador de imagen, y cambiando el periodo de tiempo/anchura del impulso láser. Estas técnicas se describen a continuación.
- 10 Haciendo referencia ahora a los dibujos nºs 16 a 18, en los que se ofrecen gráficos que ilustran una técnica de acuerdo con la cual se genera un impulso láser con cierta forma o diseño. En otras palabras, los dibujos nºs 16 a 18 ilustran la capacidad de cambiar la forma del gradiente del impulso láser, con el fin de conseguir la máxima sensibilidad del sistema en el alcance óptimo requerido R_0 .
- 15 De acuerdo con los escenarios ilustrados por los dibujos nºs 11 - 15, en el caso de que se proporcione un impulso láser conformado o diseñado, incluso puede recibirse por el intensificador de imagen un número menor de fotones que serían reflejados desde el objeto 301 (que está en el corto alcance) y un número mayor de fotones que se reflejan desde el objeto 302 (en el largo alcance). Esto puede ocurrir debido a que el impulso se quedará en el objeto 302 durante un tiempo mayor que en el objeto 301, y/o debido a la forma del impulso láser (es decir, con forma o de diseño) mientras
- 20 que la intensidad del láser al comienzo del impulso es más alta que al final del impulso.
- El dibujo nº 16 es un gráfico del impulso 360 de láser con cierta forma o diseño (en el dominio del tiempo, medido desde el punto de vista de salida del sistema). La duración del tiempo T_1 es el tiempo en el cual el sistema transmite un impulso de láser con la máxima intensidad. La duración del tiempo de T_{wave} es el intervalo de tiempo
- 25 en el cual la intensidad del impulso de láser (intencionadamente) disminuye de una manera conformada o diseñada. T_{off} es el intervalo de tiempo en el cual tanto el intensificador de imagen (véase el componente 230 del dibujo nº 8) y el generador láser (véase ahí en componente 220), están en la posición "OFF" (desconectada). T_{II} es el intervalo de tiempo en el cual el intensificador de imagen está abierto y recibe reflexiones.
- 30 El dibujo nº 17 es un gráfico (en el dominio del alcance) del avance del impulso láser conformado o diseñado. El gráfico describe un punto específico en el tiempo, el momento en el cual un impulso colisiona sobre el objetivo dentro del corto alcance (R_{\min}), pero la reflexión va a tardar un tiempo adicional (T_{off} dividido por dos), con el fin de alcanzar el intensificador de imagen. En ese momento, el intensificador de imagen comienza a recoger fotones de acuerdo con el lugar en el que el impulso láser conformado o diseñado ha de encontrarse en el espacio libre. Los fotones que están
- 35 en el alcance de R_{\min} son fotones que salen al final del impulso y que fueron capaces de pasar al alcance S_1 , al mismo tiempo en el que se abre el intensificador de imagen. Los fotones que están entre el alcance S_1 y el alcance S_2 (en el alcance R_{wave}), son fotones que salieron al comienzo de la caída conformada o diseñada del impulso láser. Los fotones que salieron del generador láser con la intensidad máxima al comienzo del alcance S_3 alcanzado por la iluminación del impulso (y que están viajando en el espacio R_{con}).
- 40 Se podrá apreciar por las personas expertas en la técnica que el alcance R_{\min} depende del periodo de tiempo del T_{off} , el periodo de tiempo desde el final del impulso hasta la apertura del intensificador de imagen. Los fotones que salen al final del impulso y que pueden volver a la cámara tras un periodo de tiempo más corto que T_{off} , pueden no llegar al intensificador de imagen en un estado activo. Por tanto, esos fotones pueden no ser intensificados y puede
- 45 obtenerse un alcance R_{\min} desde el sistema, en un alcance desde el cual las reflexiones del impulso láser pueden no ser intensificadas. Por ejemplo, una determinación de que el tiempo T_{off} puede ser 100 nanosegundos, daría como resultado que el sistema no realizaría la intensificación de las reflexiones procedentes del corto alcance de hasta 15 metros de distancia desde él.
- 50 Además, cualquier persona experta en la técnica comprenderá que puede considerarse como óptima una forma del impulso de "1/R²", al menos en términos de hacer mínimas las reflexiones desde el objeto en un corto alcance, mientras que el intensificador de imagen está en un estado "abierto", y el antes mencionado impulso con forma de "diente de sierra" se desplaza en el dominio de tiempos, mientras que al mismo tiempo ignora la atenuación de la iluminación del láser.
- 55 El dibujo nº 18 es un gráfico de la sensibilidad del sistema/TPG en función del alcance, donde se aplica la técnica del impulso de láser conformado o diseñado (véase y compárese el dibujo nº 15, en el que no se aplicaba la técnica). Consecuentemente, R_{wave} es el alcance desde el cual las reflexiones generadas por el impulso láser conformado o diseñado son recibidas e intensificadas, R_1 es el alcance en el que la intensidad del impulso láser es estable (el gradiente es el resultado de los diferentes instantes de tiempos solapados de paso entre el impulso y el objeto, como se ha explicado anteriormente con respecto a los dibujos nºs 12 a 14).
- 60 Consecuentemente, es posible reducir aún más la sensibilidad del sistema en alcances cortos, como potencialmente causada por las reflexiones que se originan en las distancias cortas, produciendo impulsos láser conformados o diseñados y utilizando los mismos en combinación con el alcance y una técnica de tiempos basada en la anchura de impulsos, para abrir el intensificador de imagen, como se ha descrito anteriormente con referencia a los dibujos nºs 11 a 15.

ES 2 301 835 T3

Cualquier persona experta en la técnica comprenderá que el hecho de que la implementación de la técnica de impulsos conformados o diseñados, permite conseguir una mejora de la sensibilidad del sistema en función del alcance (en comparación con la sensibilidad conseguida por la técnica de puerta de conmutación por sí misma).

5 Haciendo referencia ahora a los dibujos n^{os} 19 a 22, estos gráficos ilustran una técnica de acuerdo con la cual, en el curso de obtención de un fotograma de vídeo, puede cambiarse la anchura de la abertura del intensificador de imagen y/o la anchura del impulso láser. El punto de partida es la comprensión de que limitar el número de impulsos de iluminación sin comprometer la calidad de la imagen, es el resultado deseado con el fin de eliminar o reducir la sensibilidad del sistema a fuentes ambientales. En otras palabras, con el fin de obtener la máxima sensibilidad del sistema en la gama de interés, se utiliza el hecho de que concierne a un sistema basado en un fotograma de vídeo (véase, por ejemplo, en el modo de realización ilustrado en la figura n^o 8, el uso de la ICCD/CMOS 230 conmutada), como una tecnología que posee inherentemente la capacidad de control dentro de un solo nivel del fotograma (véase el controlador 240 del dibujo n^o 8).

15 En sistemas de formación de imágenes de visión nocturna del tipo estudiado anteriormente, la cámara para la longitud de onda de infrarrojos (véase el dibujo n^o 1, componente 40 y el dibujo n^o 8, componente 230) podría ser una cámara de vídeo estándar (por ejemplo, una CCD/CMOS). Tales cámaras funcionan a una frecuencia constante de 50 Hz, 60 Hz, etc. esto significa que cada segundo la cámara toma 25 o 30 fotogramas, etc. Con motivo de proporcionar un ejemplo, supóngase que la cámara funciona a 50 Hz, lo que significa que la duración de un campo individual es de 20 milisegundos. Como se ha señalado anteriormente con respecto al dibujo n^o 11, el alcance de interés para el sistema puede ser de 300 metros, y por tanto la anchura del impulso láser mas la anchura de la apertura del intensificador de imagen suman (por ejemplo) 3 microsegundos. Con el fin de explicar las técnicas, las implicaciones del intervalo de tiempo T_{off} pueden no ser consideradas. Esto puede requerir un tiempo de ciclo de 3 microsegundos sin huecos de tiempo (es decir, tiempos de espera), entre el final de impulso láser y la "apertura" del intensificador de imagen. De acuerdo con el ejemplo antes mencionado, puede ser posible transmitir, en el curso de la toma por la cámara de un Campo individual, hasta 6666 impulsos y para recoger 6666 veces los fotones en el intensificador de imagen.

El dibujo n^o 19 es un gráfico (en el dominio del tiempo) que describe la secuencia de ciclos (L) de impulso y la recogida de los fotones (II). Para un ciclo individual, véase el dibujo n^o 11 (aunque ignorando la implicación del T_{off}). Puede suponerse que cuanto menor sea el número de ciclos requeridos para obtener una imagen de calidad, mayor puede ser la capacidad del sistema para reducir o eliminar las influencias de las fuentes ambientales, ya que al aumentar el número de ciclos, puede aumentar eventualmente la potencial exposición a las fuentes ambientales.

Haciendo referencia ahora al dibujo n^o 20, que está relacionado con un gráfico (en el dominio del tiempo) que ilustra una técnica de acuerdo con la cual se cambia la duración del impulso láser de una manera dinámica en el curso de la obtención del fotograma individual. La anchura total de cada uno de los ciclos permanece constante, aunque la anchura del impulso láser se hace más estrecha, cuanto más avanzan los ciclos en el dominio del tiempo, hasta el último ciclo, en el que, sin embargo, toda la anchura del ciclo es igual al primer ciclo, pero la duración del impulso láser es muy corta, y el tiempo de espera para que se abra el intensificador de imagen (véase en el dibujo n^o 11 el tiempo T_{off}), es muy largo. La velocidad de cambio, al aumentar el tiempo de espera antes de que el intensificador de imagen conmute al estado "ON", es igual al estrechamiento del impulso láser. Por tanto, el alcance desde el sistema, donde la reflexión desde él no se intensifica (debido a que el intensificador de imagen no está activo, véase el dibujo n^o 11 - el alcance R_{min}), puede ser incrementado. Esto significa que el sistema recibe más reflexiones desde la distancia remota y menos desde la distancia corta, y se consigue una sensibilidad deseada para el alcance.

45 Haciendo referencia al dibujo n^o 21 se ofrece un gráfico (en el dominio del tiempo) que describe una técnica de acuerdo con la cual la duración de la apertura del intensificador de imagen cambia de una manera dinámica en el curso de la obtención de un fotograma individual. Además, por esta técnica, la anchura total de cada uno de los ciclos permanece constante, aunque cuanto más corta se hace la duración de la apertura del intensificador de imagen, más ciclos avanzan en el dominio del tiempo, hasta el último ciclo, en el cual, la totalidad de la anchura del ciclo es igual al primer ciclo, pero la duración de la apertura del intensificador de imagen es muy corta y el tiempo de espera para que se abra el intensificador de imagen (véase el dibujo n^o 11, el tiempo T_{off}), es muy largo. La velocidad de cambio, que estrecha el tiempo de apertura del intensificador de imagen al tiempo que mantiene constante la anchura del impulso láser, es la misma a lo largo del fotograma. Así, el alcance del sistema, para el cual la energía reflejada desde él no es intensificada (debido a que el intensificador de imagen no está activo), puede ser incrementado (véase el dibujo n^o 11, el alcance R_{min}). Esto significa que el sistema introduce más reflexiones desde la distancia remota y menos desde la corta distancia y, una vez más, se puede conseguir una sensibilidad deseada para el alcance.

Haciendo referencia ahora al dibujo n^o 22, se ofrece un gráfico (en el dominio del tiempo), que describe una técnica que supera las desventajas materializadas en los métodos descritos anteriormente (por ejemplo, los dibujos n^{os} 20 y 21). Se encontrará una desventaja del método de acuerdo con el dibujo n^o 20, en cuanto que el tiempo de apertura del intensificador de imagen puede permanecer constante y, por tanto, el sistema puede permanecer sensible a la influencia de la luz ambiental en esos periodos de tiempo. Una desventaja del método de acuerdo con el dibujo n^o 21, puede ser que el impulso láser permanezca constante, pero parte de la energía puede no volver al intensificador de imagen, dejando así energía sin utilizar.

También en la técnica ilustrada en el dibujo n^o 22, la anchura total de cada uno de los ciclos permanece constante, aunque la duración del impulso láser se hace más corta cuanto más avanzan los ciclos en el dominio del tiempo y,

ES 2 301 835 T3

simultáneamente, el tiempo de espera para la apertura del intensificador de imagen (véase en el dibujo nº 11, el tiempo T_{off}) cambia también de una manera dinámica, el tiempo de espera se hace progresivamente más largo (por ejemplo a una velocidad del doble de la duración del acortamiento del impulso láser). En este método, el tiempo en el cual el intensificador de imagen permanece abierto y, por tanto, susceptible de ser influenciado por la luz emitida por el ambiente, se acorta, explotando así al máximo la energía.

Consecuentemente, puede ser posible reducir la sensibilidad del sistema al deslumbramiento, como resultado de las reflexiones que se originan en alcances cortos. Para adaptar el gráfico de respuesta del sistema al gráfico deseado (véase el dibujo nº 15), se puede requerir un cambio dinámico durante el proceso de obtención de un fotograma individual de vídeo, cambiando progresivamente la anchura de la abertura del intensificador de imagen y/o la anchura del impulso láser y el retardo entre el intensificador de imagen y el láser.

Se podrá apreciar por personas expertas en la técnica, que los métodos antes mencionados de afectar un cambio dinámico en el curso de la captación del fotograma, que la anchura de la abertura del intensificador y/o la anchura del impulso láser pueden ser integradas y combinadas con la aplicación del método de entregar como salida un impulso con forma o, en otras palabras, diseñado, procedente de la fuente de luz del sistema en la gama invisible (un diodo láser, en el ejemplo explicado anteriormente). La aplicación combinada de las técnicas antes descritas puede contribuir eventualmente a conseguir el objetivo de efectuar la correlación entre el gráfico de respuesta real del sistema y el gráfico de sensibilidad deseada.

Haciendo referencia a los dibujos nºs 23 - 25, se ofrecen gráficos que ilustran técnicas de acuerdo con las cuales puede ser posible eliminar la fluorescencia originada desde las fuentes de luz de alta intensidad, mediante el control del número de ciclos o, en otras palabras, exposiciones, en el nivel de fotograma individual. Además o alternativamente, la implementación de las técnicas de tratamiento de imágenes en el sistema puede eliminar la fluorescencia.

Haciendo referencia a los dibujos nºs 23 y 24, se ofrecen los gráficos (en el dominio del tiempo), que muestran la capacidad del controlador del sistema (véase el dibujo nº 8, controlador 240) para reducir de una manera dinámica la velocidad de los ciclos (L) de impulsos y la recogida de los fotones (II).

De acuerdo con el ejemplo mencionado anteriormente (con referencia a los dibujos nºs 10 a 22), en el curso de la captación por la cámara de un Campo individual, puede ser posible transmitir, por ejemplo, hasta 6666 impulsos por campo (o 13332 impulsos por fotograma) y recoger fotones, por ejemplo, 6666 veces en el intensificador de imagen. Sin embargo, también puede ser posible efectuar menos exposiciones en el curso de la obtención del Campo individual (véase el dibujo nº 24, un campo en el curso del cual se efectuaron solamente 100 ciclos de exposición).

Una reducción en el número de exposiciones podría originar un menor número de fotones a recoger en el intensificador de imagen y, por tanto, puede originar el oscurecimiento de toda la imagen, de forma que las zonas con baja reflexión pueden no ser visibles. Por tanto, el número de exposiciones debe controlarse dinámicamente. Es posible controlar el número de exposiciones por diversos métodos, por ejemplo, de acuerdo con el nivel de luz ambiente (una entrada que puede ser obtenida desde un sensor, tal como el sensor 250 en el modo de realización de la presente invención descrito en el dibujo nº 8). Otro método de control es acorde con el nivel de corriente consumida por el intensificador de imagen (información que puede ser obtenida desde la unidad 290 de fuente de alimentación ilustrada en el modo de realización de la presente invención, mostrada en el dibujo nº 8). Otro método más que es aplicable es el tratamiento de imágenes, localizando las zonas en un estado de saturación.

Haciendo referencia ahora al dibujo nº 25, se proporciona un método para el tratamiento de imágenes con un número variable de exposiciones en cada fotograma. Para esta aplicación, se puede utilizar una cámara más rápida que una cámara CCD/CMOS estándar. A modo de ejemplo, se puede suponer que la cámara funcione a 100 Hz, lo que significa que la duración de tiempo del Campo individual puede ser de 10 mseg. (por ejemplo, un fotograma de 20 mseg.).

Esta capacidad de la cámara puede permitir la adquisición de dos fotogramas. En un fotograma se pueden obtener un gran número de exposiciones, y en el otro fotograma se puede obtener un número pequeño de exposiciones. En el ejemplo ilustrado en el dibujo nº 25, puede implementarse el método dinámico que es objeto del dibujo nº 22. En el primer fotograma (2 campos), el sistema podría realizar 1000 ciclos y, en el segundo fotograma (2 campos), podría realizar 50 ciclos. El número de ciclos puede ser determinado, como se ha establecido, por distintos métodos, por ejemplo, de acuerdo con el nivel de luz ambiente, de acuerdo con el estado de saturación del tubo del intensificador de imagen, o de acuerdo con el tratamiento de imágenes, localizando las zonas de saturación.

Tras obtener los dos fotogramas por las técnicas de tratamiento de imágenes (que son aplicables en la unidad 280 de tratamiento de imágenes de un modo de realización de la presente invención, descrita en el dibujo nº 8), puede ser posible crear desde los dos fotogramas, un fotograma combinado. Las zonas oscuras pueden ser combinadas a partir del fotograma con mayor número de exposiciones, y las zonas saturadas pueden ser tomadas del fotograma con menor número de exposiciones.

De acuerdo con el ejemplo ilustrado que se muestra en el dibujo nº 25, puede suponerse que el tamaño de la imagen es 4 píxeles. En el fotograma 1, que se origina a partir de un gran número de ciclos, los píxeles superiores quedan saturados (mientras que los píxeles inferiores retienen un nivel de gris razonable). En el fotograma 2, que se

origina a partir de un pequeño número de exposiciones, el píxel superior izquierdo no se quedó saturado. En la imagen combinada, pueden combinarse los píxeles no saturados del fotograma 1, y los píxeles saturados del fotograma 2. Así, se puede obtener un fotograma combinado, en el que el número de píxeles saturados puede ser menor y la calidad de la imagen puede aumentar.

5

Implementando el método anterior, se puede permitir agrandar el alcance dinámico del sistema y proporcionar una alta calidad de imagen incluso en un entorno saturado. Se podrá apreciar por las personas expertas en la técnica que el tratamiento de imágenes se puede efectuar también implementando otros métodos de tratamiento. Por ejemplo, por medio de una cámara incluso más rápida, puede ser posible comparar más fotogramas.

10

Como se ha señalado anteriormente con respecto al dibujo nº 7, uno de los problemas del deslumbramiento con el cual puede tratar la presente invención es el problema del deslumbramiento por sistemas similares. Generalmente hablando, las soluciones al problema pueden ser clasificadas en dos grupos, soluciones estadísticas, que aplican técnicas estadísticas para disminuir la probabilidad de deslumbramiento mutuo, y soluciones sincrónicas, en las cuales se efectúa la sincronización entre los sistemas para impedir el deslumbramiento.

15

Las posibles soluciones estadísticas para eliminar el deslumbramiento mutuo entre sistemas similares que se cruzan uno con el otro (véase el dibujo nº 7) podrían incluir una reducción del número de exposiciones en el curso de la obtención de imágenes (con una posible compensación por una intensidad mayor del láser o un mayor nivel de intensificación del intensificador de imagen), un cambio aleatorio o predefinido en el sincronismo de los ciclos durante el curso de un fotograma, un cambio de la frecuencia de exposición, o cualquier combinación de estos métodos.

20

Las soluciones sincrónicas para eliminar el deslumbramiento mutuo entre sistemas similares que se cruzan entre sí, permiten tal sincronismo, que no puede crear una situación de deslumbramiento. Una solución puede ser el establecimiento de un canal de comunicaciones entre los sistemas (por ejemplo, en la gama de RF). De esta manera, los sistemas pueden “hablar” el uno al otro. Otra solución es un sincronismo automático.

25

Haciendo referencia ahora al dibujo nº 26, se ofrece un gráfico que ilustra una técnica de sincronismo automático entre dos o más sistemas. El sincronismo puede ser realizado por un sistema que entra, de vez en cuando, en un periodo de “escucha”, en el curso del cual el sistema desiste de la secuencia cíclica de envío de impulsos láser (L) y de la apertura del intensificador de imagen (I). En el curso del periodo de “escucha”, el sistema puede cesar de emitir impulsos láser y recoger impulsos de entrada (si los hay), que proceden del otro sistema. En el caso de que no se reciban impulsos, el primer sistema puede reanudar la actividad al final de su periodo de “escucha”. En el caso de que, en el curso del periodo de “escucha”, se introdujeran impulsos desde otro sistema vecino, el primer sistema podría esperar hasta el final de la secuencia cíclica del otro sistema, y puede reanudar su actividad solamente al final de la secuencia del otro sistema.

30

35

En el ejemplo ilustrado en el dibujo nº 26, el primer sistema, cuya actividad a lo largo del dominio del tiempo está ilustrada en el gráfico superior, puede realizar una secuencia cíclica de 50 exposiciones y puede pasar a un estado de “escucha”. En este método, puede crearse un sincronismo entre un sistema y el otro sistema (véase el gráfico inferior), mientras que aproximadamente el 50% del tiempo de exposición posible del fotograma está asignado a cada sistema.

40

El método de sincronización explicado anteriormente es aplicable, por ejemplo, en un modo de realización de un sistema de formación de imágenes de visión nocturna de acuerdo con la presente invención, que se describe con respecto al dibujo nº 8. En un vehículo en el cual está instalado el sistema, puede ser posible montar, por ejemplo, dos detectores 260 de impulsos, un detector en la parte frontal del vehículo y el segundo detector en la parte trasera del vehículo. Con referencia al dibujo nº 7, puede ser posible identificar si el sistema similar vecino funciona en un vehículo (130 en ese caso) que se desplaza hacia el vehículo (20 en ese caso) o en otro vehículo procedente del vehículo posterior 20. Como no hay peligro de deslumbramiento desde el vehículo procedente desde atrás del sistema, puede no sincronizar con él.

50

El sincronismo también puede ser conseguido mediante una técnica para compartir. Por ejemplo, dedicando parte de tiempo de “escucha” del fotograma a posibles iluminaciones procedentes de otros sistemas. Con el fin de proporcionar imágenes razonables, el sistema podría requerir una parte del fotograma, y por tanto parte del tiempo del fotograma puede ser utilizada para fines de “escucha”. Cuando no se detecta un sistema de iluminación vecino, el controlador del sistema puede decidir aleatoriamente cuándo el generador de láser empezará a iluminar dentro de la extensión de un fotograma. Por otra parte, con la detección, el controlador del sistema puede iniciar la transmisión solamente después de haber terminado la iluminación que se aproxima y en un momento elegido aleatoriamente tras ello.

55

Otra técnica que es aplicable con el fin de eliminar un posible estado en el cual ambos sistemas pueden comenzar a emitir al mismo tiempo, es que cada uno de los sistemas puede cambiar también aleatoriamente sus tiempos de inicio de la transmisión de impulsos en cada fotograma.

60

Se podrá apreciar también por personas expertas en la técnica que, con el método del sincronismo, es posible sincronizar con impulsos que se originen en otros sistemas y que funcionan a velocidades diferentes. Más aún, es posible conseguir el sincronismo por otros métodos, por ejemplo se puede transmitir un impulso de sincronismo por cualquier otro sistema en cualquier periodo de tiempo, y el sistema que los introduce podría adaptarse de acuerdo con el impulso de sincronismo recibido.

65

ES 2 301 835 T3

Podría requerirse un sistema de formación de imágenes nocturnas de acuerdo con la presente invención, para cumplir con requisitos seleccionados de seguridad contra la radiación (por ejemplo, de acuerdo con la norma ANSI Z 136.1 de American Standard). Como el sistema 10 puede ser diseñado para ser instalado en un vehículo móvil, aunque es improbable que una persona esté de pie enfrente de él, es posible cambiar, de acuerdo con la velocidad de cruce, la intensidad de la fuente de luz emitida (por ejemplo, la intensidad del generador 220 de láser descrito en el modo de realización que está ilustrado en el dibujo n° 8). Así, la intensidad de la radiación se pretende que sea cero y completamente segura en una situación en la que el vehículo no se está moviendo. La información concerniente a la velocidad de cruce del vehículo puede proceder del canal de datos del ordenador del vehículo (por ejemplo, del interfaz 270 ilustrado en el modo de realización mostrado en el dibujo n° 8). Además de los datos de velocidad, es posible tener en cuenta el ángulo del volante para adaptar la luz y la intensidad del mismo al ángulo de cruce y a las zonas de interés del conductor.

Además, aún suponiendo que la fuente de luz es un láser considerado como una onda continua, el alcance de seguridad durante el funcionamiento máximo del sistema 10 puede ser calculado, por ejemplo, en alrededor de 4 metros. Para impedir el funcionamiento mientras que alguien esté potencialmente dentro de este alcance de seguridad, la intensidad del láser puede ser adaptada a la velocidad de cruce del vehículo. A velocidades bajas, el láser puede debilitarse y puede cerrarse cuando el vehículo se detiene. Cuando un vehículo está circulando a velocidades altas, no hay problema de cumplir con el alcance de seguridad, ya que la probabilidad de que haya personas frente a un vehículo en movimiento, dentro de este alcance, es bastante ligera.

Como un rayo láser puede salir en forma de cono divergente, el haz no debería encontrar ninguna persona dentro de este alcance. El dibujo n° 27 muestra la improbabilidad de crear un problema de seguridad, ya que en el alcance de seguridad desde el vehículo móvil 410, el rayo láser que sale del vehículo 410 viaja con un ángulo que no se aparta de la anchura del vehículo. Por tanto, es improbable que una persona esté frente a un vehículo móvil a esa distancia.

Un medio opcional adicional de cumplir con los requisitos de seguridad ocular, puede ser la implementación de una fuente de luz alta en el espectro visible, cerca de la fuente láser, una fuente de luz que puede originar que una persona que esté en la proximidad del sistema desvíe su mirada de la fuente de luz invisible.

Se apreciará por las personas expertas en la técnica, que es posible combinar el método de adaptar la velocidad de cruce a la intensidad del láser, con el método de implementación de una fuente de luz deslumbrante adicional en la proximidad del láser.

El dibujo n° 28 describe un método adicional de superar la fluorescencia en el sistema de acuerdo con el dibujo n° 8, mediante el oscurecimiento local de ciertas zonas en la cámara. En la entrada de la ICCD/ICMOS 230 de conmutación, se puede instalar un modulador de luz espacial (obturador de zona) 510. El modulador 510 de luz puede incluir un dispositivo óptico, instalado en la entrada del intensificador de luz, y puede permitir el bloqueo regional de la luz a la entrada al intensificador de luz. Tal dispositivo óptico puede ser un cristal líquido (LC), una pantalla de partículas en suspensión (SPD), un modulador de luz espacial (por ejemplo, un MMS), o cualquier otro dispositivo adecuado. Utilizando el dispositivo óptico, puede ser posible eliminar la penetración de la luz o disminuir la intensidad de la luz, impidiendo así la saturación de la cámara en ciertas zonas.

El dibujo n° 29 describe un método adicional para superar la fluorescencia en el sistema de acuerdo con el dibujo n° 28, utilizando la polarización de la luz. En la entrada de la ICCD/ICMOS 230 conmutada, se puede instalar un medio 610 de polarización (ya sea en combinación o sin obturador 510). El polarizador puede transferir solamente luz de la misma polarización que la luz producida por la fuente 220 de láser. Como las fuentes de deslumbramiento producen principalmente luz no polarizada, la energía que se origina desde las fuentes ambientales de luz puede ser moderada, y la inmunidad del sistema a la fluorescencia puede mejorar.

Un método adicional para superar la fluorescencia en el sistema, de acuerdo con un modo de realización de la presente invención, es la aplicación de una cámara CMOS/CCD con capacidades de obturación. Tal cámara podría no perder energía mientras obtura, permitiendo así la acumulación de energía en sincronismo con el impulso láser, y disponiendo así que la sensibilidad del sistema sea una función del alcance de detección deseado. Esto puede ser similar a un modo de realización descrito con referencia al dibujo n° 8, donde se instala una cámara con intensificador de imagen conmutado.

Se podrá apreciar por las personas expertas en la técnica, que la presente invención no está limitada a lo que se ha ilustrado y descrito particularmente en lo que antecede. En su lugar, el alcance de la presente invención está definido solamente por las reivindicaciones siguientes. Por ejemplo, muchos de los modos de realización anteriores se refieren a un vehículo viajando por carretera. Sin embargo, otros modos de realización pueden estar relacionados con vehículos que viajan fuera de la carretera o en cualquier otro entorno adecuado.

ES 2 301 835 T3

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (10) de formación de imágenes, para montar sobre un vehículo (20), que comprende:

5 una fuente (30) de luz, para proporcionar una energía de luz en forma de impulsos, definiendo dicha energía de luz en forma de impulsos una anchura sustancial T_{laser} del impulso, y

10 una cámara (40) para recibir dicha energía de luz en forma de impulsos, reflejada desde los objetos, pudiendo funcionar dicha cámara con una detección conmutada de dicha energía de luz en forma de impulsos, reflejada desde los objetos situados dentro de la profundidad de campo del que se desea formar imágenes, teniendo dicha profundidad de campo un alcance mínimo R_{min} , comenzando dicha cámara a detectar energía de luz tras un tiempo de retardo, sustancialmente dado por el tiempo que tarda la anchura sustancial del impulso de dicha energía de luz en forma de impulso, en alcanzar dicho alcance mínimo y en volver completando la reflexión a dicha cámara desde dicho alcance mínimo;

15 estando dicho sistema **caracterizado** porque:

20 dicha detección conmutada de dicha energía de luz en forma de impulso, reflejada desde los objetos, define un intervalo de tiempo de conexión (ON), T_{II} , durante el cual dicha cámara recibe reflexiones de los objetos, un intervalo de tiempo de desconexión (OFF), T_{off} , entre dos intervalos de tiempo de conexión contiguos, durante el cual dicha cámara no recibe reflexiones desde los objetos, y un tiempo de sincronización entre dicho intervalo de tiempo de conexión y el tiempo en que dicha energía de luz en forma de impulso se refleja desde los objetos situados dentro de dicha profundidad de campo del que se toman las imágenes;

25 en el que dicho tiempo de sincronización define la cantidad de solapamiento entre dicho intervalo de tiempo de conexión y dicha energía de luz en forma de impulso reflejada desde los objetos, y

30 pudiendo funcionar dicha cámara de manera que crea una sensibilidad en función de un alcance para dicho sistema de formación de imágenes, a través de dicho tiempo de sincronización, de forma tal que dicho solapamiento entre dicha energía de luz en forma de impulso, reflejada desde los objetos, y dicho intervalo de tiempo de conexión, aumenta en función del alcance hasta un alcance óptimo, R_0 , de dicha profundidad de campo del que se toman imágenes, aumentando así la parte de dicha anchura sustancial del impulso de dicha energía de luz en forma de impulso, reflejada desde los objetos situados entre dicho alcance mínimo y dicho alcance óptimo que alcanza dicha cámara durante el intervalo de tiempo de conexión.

35 2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha cámara funciona de manera que crea dicha sensibilidad en función del alcance de dicho sistema de formación de imágenes, a través de dicho tiempo de sincronización, de forma tal que dicho solapamiento entre dicha energía de luz en forma de impulso, reflejada desde los objetos situados más allá de dicho alcance óptimo, y dicho intervalo de tiempo de conexión, se mantiene detectable en función del alcance, hasta un alcance máximo de dicha profundidad de campo del que se toman imágenes, R_{max} , manteniendo así la parte de dicha anchura sustancial del impulso de dicha energía de luz en forma de impulso, reflejada desde los objetos situados entre dicho alcance óptimo y dicho alcance máximo que alcanza dicha cámara durante dicho intervalo de tiempo de conexión.

40 45 3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicha cámara funciona de manera que crea dicha sensibilidad en función del alcance de dicho sistema de formación de imágenes, a través de dicho tiempo de sincronización, de forma tal que dicho solapamiento entre dicha energía de luz en forma de impulso, reflejada desde los objetos situados más allá de dicho alcance óptimo, y dicho intervalo de tiempo de conexión, se mantiene sustancialmente constante en función del alcance, hasta dicho alcance máximo, manteniendo así sustancialmente constante la parte de dicha anchura sustancial del impulso de dicha energía de luz en forma de impulso, reflejada desde los objetos situados entre dicho alcance óptimo y dicho alcance máximo que alcanza dicha cámara durante dicho intervalo de tiempo de conexión.

50 55 4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicha cámara funciona de manera que crea dicha sensibilidad en función del alcance de dicho sistema de formación de imágenes, a través de dicho tiempo de sincronización, de forma tal que dicho solapamiento entre dicha energía de luz en forma de impulso, reflejada desde los objetos situados más allá de dicho alcance óptimo, y dicho intervalo de tiempo de conexión, disminuye en función del alcance, hasta dicho alcance máximo, disminuyendo así la parte de dicha anchura sustancial del impulso de dicha energía de luz en forma de impulso, reflejada desde los objetos situados entre dicho alcance óptimo y dicho alcance máximo que alcanza dicha cámara durante dicho intervalo de tiempo de conexión.

60 5. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha energía de luz en forma de impulso define un diseño del impulso y una forma del impulso.

65 6. El sistema de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende además un controlador acoplado con dicha cámara y dicha fuente de luz, para determinar y cambiar al menos uno de: dicho tiempo de retardo, dicha anchura del impulso, dicha forma del impulso, dicho diseño del impulso, dicho intervalo del tiempo de conexión, dicho intervalo del tiempo de desconexión y dicho tiempo de sincronización.

ES 2 301 835 T3

7. El sistema de acuerdo con la reivindicación 6, en el que dicho controlador determina al menos uno de los siguientes: dicho tiempo de retardo, dicha anchura del impulso, dicho intervalo de tiempo de conexión, dicho intervalo de tiempo de desconexión y dicho tiempo de sincronización de acuerdo con al menos una de los siguientes: dicha profundidad de campo, las condiciones ambientales específicas, la velocidad de dicho vehículo y las características específicas de los distintos objetivos que se espera encontrar en dicha profundidad de campo.

8. El sistema de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la determinación de dicho controlador es dinámica.

9. El sistema de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la determinación de dicho controlador varía de manera creciente o decreciente con el tiempo.

10. El sistema de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicha sensibilidad en función del alcance comprende un cambio dinámico de un parámetro seleccionado entre el grupo que consiste en: dicha forma del impulso, dicho diseño del impulso, dicho intervalo de tiempo de conexión, dicho intervalo de tiempo de desconexión, dicha anchura del impulso, dicho tiempo de retardo y dicho tiempo de sincronización.

11. El sistema de acuerdo con la reivindicación 10, en el que dicho controlador determina dicho cambio dinámico de acuerdo con al menos uno de los siguientes: dicha profundidad de campo, dichas condiciones ambientales específicas, dicha velocidad de dicho vehículo y dichas características de los distintos objetivos que se espera encontrar en dicha profundidad de campo.

12. El sistema de acuerdo con la reivindicación 6, en el que dicha anchura del impulso y dicho intervalo de tiempo de conexión están limitados por dicho controlador, para eliminar o reducir la sensibilidad de dicho sistema a las fuentes de luz ambientales.

13. El sistema de acuerdo con la reivindicación 10, en el que:

dicha anchura del impulso, dicho intervalo de tiempo de desconexión y dicho intervalo de tiempo de conexión definen un tiempo de ciclo; y

dicha energía de luz en forma de impulso es enviada con una duración de dicha anchura del impulso, siendo retardada la apertura de dicha cámara en la duración de dicho intervalo de tiempo de desconexión, y siendo recibida la energía de luz en forma de impulso reflejada desde los objetos, con la duración de dicho intervalo de tiempo de conexión.

14. El sistema de acuerdo con la reivindicación 13, en el que dicha anchura del impulso se acorta progresivamente y dicho tiempo de retardo se alarga progresivamente, cuando el tiempo de ciclo no cambia, para aumentar dicha sensibilidad en función del alcance, cuando se acumulan reflexiones de los impulsos para un fotograma individual.

15. El sistema de acuerdo con la reivindicación 13, en el que dicho intervalo de tiempo de conexión se acorta progresivamente y dicho tiempo de retardo se alarga progresivamente, cuando el tiempo de ciclo no cambia, para aumentar dicha sensibilidad en función del alcance, cuando se acumulan reflexiones de los impulsos para un fotograma individual.

16. El sistema de acuerdo con la reivindicación 13, en el que dicha anchura del impulso, dicho intervalo de tiempo de conexión se acorta progresivamente y dicho tiempo de retardo se alarga progresivamente, cuando el tiempo de ciclo no cambia, para aumentar dicha sensibilidad en función del alcance, cuando se acumulan reflexiones de los impulsos para un fotograma individual.

17. El sistema de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dicha forma del impulso comprende una intensidad más alta al comienzo de dicho impulso que al final de dicho impulso, para aumentar dicha sensibilidad en función del alcance.

18. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que:

dicha anchura del impulso comienza en un tiempo de inicio, T_0 ; y

dicho tiempo de retardo está sustancialmente definido de acuerdo con la ecuación siguiente:

$$T_{Laser} + \frac{2 \times R_{min}}{c}$$

65

en la que c es la velocidad de la luz.

ES 2 301 835 T3

19. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha anchura del impulso está sustancialmente definida de acuerdo con la ecuación siguiente:

$$2 \times \left(\frac{R_o - R_{\min}}{c} \right)$$

en la que c es la velocidad de la luz.

20. El sistema de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicho intervalo de tiempo de conexión y dicho intervalo de tiempo de desconexión están sustancialmente definidos de acuerdo con las ecuaciones siguientes:

$$T_{\text{on}} = 2 \times \left(\frac{R_{\max} - R_{\min}}{c} \right)$$

$$T_{\text{off}} = \frac{2 \times R_{\min}}{c}$$

en las que c es la velocidad de la luz.

21. El sistema de acuerdo con la reivindicación 13, que comprende además:

al menos un sensor de luz ambiental, acoplado con dicho controlador;

un detector de impulsos, acoplado con dicho controlador, para detectar impulsos que se emiten desde un sistema similar a dicho sistema, montado sobre un vehículo que se acerca;

un interfaz para un sistema informático de dicho vehículo, acoplado con dicho controlador;

una unidad de tratamiento de imágenes, acoplada con dicha cámara;

un filtro de paso de banda estrecha, acoplado con dicha cámara; y

un aparato de presentación, acoplado con dicha unidad de tratamiento de imágenes, para presentar imágenes construidas desde dicha energía de luz con forma de impulso, recibida por dicha cámara.

22. El sistema de acuerdo con la reivindicación 21, que comprende además:

un polarizador de luz, acoplado con dicha cámara;

un modulador espacial de luz, acoplado con dicha cámara; y

una fuente de luz deslumbrante, colocada cerca de dicha fuente de luz.

23. El sistema de acuerdo con la reivindicación 21, en el que al menos una repetición de dicho tiempo de ciclo forma parte de un fotograma individual de vídeo, y varias de dichas repeticiones forman un número de exposiciones por dicho fotograma de vídeo.

24. El sistema de acuerdo con la reivindicación 23, en el que dicho controlador varía dinámicamente dicho número de exposiciones.

25. El sistema de acuerdo con la reivindicación 23, en el que dicho controlador varía dicho número de exposiciones de acuerdo con un nivel de luz ambiente determinado por dicho al menos un sensor de luz ambiente.

26. El sistema de acuerdo con la reivindicación 23, en el que dicho controlador varía dicho número de exposiciones de acuerdo con un nivel de corriente consumida por dicha cámara.

27. El sistema de acuerdo con la reivindicación 23, en el que el deslumbramiento mutuo entre dicho sistema y un sistema similar que se cruzan entre sí es eliminado mediante soluciones estadísticas seleccionadas entre el grupo que consiste en:

la disminución de dicho número de exposiciones por dicho controlador;

ES 2 301 835 T3

el cambio por dicho controlador del tiempo de dicho tiempo de ciclo durante el curso de dicho fotograma individual de vídeo; y

el cambio por dicho controlador de la frecuencia de dicho número de exposiciones.

5

28. El sistema de acuerdo con la reivindicación 23, en el que el deslumbramiento mutuo entre dicho sistema y un sistema similar que se cruzan entre sí es eliminado mediante soluciones sincrónicas seleccionadas entre el grupo que consiste en:

10 establecer un canal de comunicaciones entre dicho sistema y dicho sistema similar;

15 permitir que cada uno de dicho sistema y dicho sistema similar pasen a modos de escucha de vez en cuando, en los cuales no se emite dicha energía de luz en forma de impulso durante un periodo de escucha, tras cuyo periodo ni dicho sistema ni dicho sistema similar reanudan la emisión de dicha energía de luz en forma de impulso, si no se recogieron impulsos durante dicho periodo de escucha, y tras cuyo periodo dicho sistema y dicho sistema similar esperan hasta el final de una secuencia cíclica de energía de luz en forma de impulsos antes de reanudar la emisión de dicha energía de luz en forma de impulso, si se recogieron impulsos durante dicho periodo de escucha; y

20 hacer que dichos sistemas cambien el tiempo de transmisión de inicio del impulso en dichos fotogramas individuales de vídeo.

29. El sistema de acuerdo con la reivindicación 21, en el que dicho procesador de imágenes comprende medios para localizar zonas en dicha cámara en estado de saturación.

25 30. El sistema de acuerdo con la reivindicación 23, en el que dicho procesador de imágenes comprende medios para tratar un número de exposiciones variable.

31. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha cámara recibe varios impulsos de dicha energía de luz en forma de impulso, reflejada desde los objetos durante dicho intervalo de tiempo de conexión.

30

32. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha energía de luz en forma de impulso es luz no visible, y dicha luz recibida en dicha cámara es luz no visible.

35 33. El sistema de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la intensidad de dichos impulsos de la energía de luz se ajusta de acuerdo con dicha velocidad de dicho vehículo, para aumentar la seguridad contra la radiación.

34. El sistema de acuerdo con la reivindicación 33, en el que se propaga la anchura de un cono divergente de dicha energía de luz en forma de impulso, con un ángulo que no se desvía de la anchura de dicho vehículo.

40 35. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha fuente de luz se selecciona en el grupo que consiste en: un generador láser, una agrupación de diodos, una agrupación de LED y una fuente de luz visible.

45 36. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha cámara se selecciona entre el grupo que consiste en cámaras CMOS, cámaras CCD, una cámara que tiene un intensificador de imagen conmutado y una cámara con capacidades de obturación.

37. El sistema de acuerdo con la reivindicación 21, en el que dicho aparato de presentación se selecciona entre el grupo que consiste en: un aparato de presentación por la parte superior (HUD), un aparato de presentación LCD y un aparato de óptica plana basado en holografía.

50

38. El sistema de acuerdo con la reivindicación 22, en el que dicha modulación espacial de luz se selecciona en la lista que consiste en: un obturador de zona, un cristal líquido y una pantalla de partículas suspendidas.

55 39. Un método de formación de imágenes para un sistema montado sobre un vehículo, comprendiendo el método los procedimientos de:

emitir un impulso de luz sobre una zona objetivo, definiendo dicho impulso de luz una anchura sustancial del impulso, T_{laser} ,

60 recibir al menos una imagen desde dicho impulso de luz reflejada desde los objeto situados dentro de una profundidad de campo del que se toman las imágenes, teniendo dicha profundidad de campo un alcance mínimo, R_{min} ,

65 conmutar la detección de dicha al menos una imagen recibida por una cámara conmutada; donde dicho procedimiento de conmutación comienza a detectar dicho impulso de luz tras un retardo de tiempo que viene dado, sustancialmente, por el tiempo que tarda la anchura sustancial del impulso de dicho impulso de luz, en alcanzar dicho alcance mínimo y completar la reflexión de vuelta a dicha cámara, desde dicho alcance mínimo, e

intensificar dicha al menos una imagen recibida;

ES 2 301 835 T3

estando dicho método **caracterizado** porque:

dicho procedimiento de conmutación define un intervalo de tiempo de conexión, T_{II} , durante el cual se reciben reflexiones desde los objetos por dicha cámara, un intervalo de tiempo de desconexión, T_{off} , entre dos intervalos de tiempo de conexión contiguos, durante el cual no se reciben reflexiones de los objetos por dicha cámara, y un tiempo de sincronización entre dicho intervalo de tiempo de conexión y el tiempo en que dicho impulso de luz se refleja desde los objetos localizados dentro de dicha profundidad de campo del que se toman imágenes; donde dicho tiempo de sincronización define la cantidad de solapamiento entre dicho intervalo de tiempo de conexión y dicho impulso de luz reflejado desde los objetos, y

dicho procedimiento de conmutación se utiliza para crear una sensibilidad en función del alcance de dicho sistema montado sobre el vehículo, a través de dicho tiempo de sincronización, de forma que dicho solapamiento entre dicho impulso de luz reflejado desde los objetos y dicho intervalo de tiempo de conexión aumenta en función del alcance hasta un alcance óptimo, R_0 , de dicha profundidad de campo del que se toman imágenes, aumentando así la parte de dicha anchura sustancial del impulso de dicho impulso de luz reflejado desde los objetos situados entre dicho alcance mínimo y dicho alcance óptimo, que alcanza dicha cámara durante dicho intervalo de tiempo de conexión.

40. El método de acuerdo con la reivindicación 39, en el que dicho procedimiento de conmutación se utiliza para crear dicha sensibilidad en función del alcance para dicho sistema montado en un vehículo, por medio de dicho tiempo de sincronización, de forma que dicho solapamiento entre dicho impulso de luz reflejado desde los objetos situados más allá de dicho alcance óptimo y dicho intervalo de tiempo de conexión, se mantiene detectable en función del alcance hasta un alcance máximo, R_{max} , de dicha profundidad de campo del que se toman las imágenes, manteniendo así la parte de dicha anchura sustancial del impulso de dicho impulso de luz, reflejada desde los objetos situados entre dicho alcance óptimo y dicho alcance máximo que alcanza dicha cámara, durante dicho intervalo de tiempo de conexión.

41. El método de acuerdo con la reivindicación 40, en el que dicho procedimiento de conmutación se utiliza para crear dicha sensibilidad en función del alcance para dicho sistema montado en un vehículo, por medio del tiempo de sincronización, de forma que dicho solapamiento entre dicho impulso de luz reflejado desde los objetos situados más allá de dicho alcance óptimo y dicho intervalo de tiempo de conexión, se mantiene sustancialmente constante en función del alcance, hasta dicho alcance máximo, manteniendo así sustancialmente constante la parte de dicha anchura sustancial del impulso, de dicho impulso de luz reflejada desde los objetos situados entre dicho alcance óptimo y dicho alcance máximo, que alcanza dicha cámara durante dicho intervalo de tiempo de conexión.

42. El método de acuerdo con la reivindicación 40, en el que dicho procedimiento de conmutación se utiliza para crear dicha sensibilidad en función del alcance para dicho sistema montado en un vehículo, por medio del tiempo de sincronización, de forma que dicho solapamiento entre dicho impulso de luz reflejado desde los objetos situados más allá de dicho alcance óptimo y dicho intervalo de tiempo de conexión, disminuye en función del alcance, hasta dicho alcance máximo, disminuyendo así la parte de dicha anchura sustancial del impulso, de dicho impulso de luz reflejada desde los objetos situados entre dicho alcance óptimo y dicho alcance máximo, que alcanza dicha cámara durante dicho intervalo de tiempo de conexión.

43. El método de acuerdo con la reivindicación 39, en el que dicho impulso de luz define un diseño de impulso y una forma del impulso.

44. El método de acuerdo con la reivindicación 43, que comprende además el procedimiento de determinar al menos uno entre dicho tiempo de retardo, dicha anchura del impulso, dicho intervalo de tiempo de conexión, dicho intervalo de tiempo de desconexión y dicho tiempo de sincronización, de acuerdo con al menos uno de los siguientes: dicha profundidad de campo, las condiciones ambientales específicas, la velocidad de dicho vehículo y las características específicas de diferentes objetivos que se espera encontrar en dicha profundidad de campo.

45. El método de acuerdo con la reivindicación 44, en el que dicho procedimiento de determinación es dinámico.

46. El método de acuerdo con la reivindicación 44, en el que dicho procedimiento de determinación, de acuerdo con dicha profundidad de campo, comprende la variación de dicha sensibilidad de una manera creciente o decreciente con el tiempo.

47. El método de acuerdo con la reivindicación 43, en el que dicha sensibilidad en función del alcance comprende el procedimiento de cambiar dinámicamente al menos un parámetro seleccionado entre el grupo que consiste en dicho diseño del impulso, dicha forma del impulso, dicho intervalo de tiempo de conexión, dicho intervalo de tiempo de desconexión, dicha anchura del impulso, dicho tiempo de retardo y dicho tiempo de sincronización.

48. El método de acuerdo con la reivindicación 47, en el que dicho procedimiento de cambio dinámico comprende el cambio de acuerdo con al menos unos entre: dicha profundidad de campo, las condiciones ambientales específicas, la velocidad de dicho vehículo y las características de diferentes objetivos que se espera encontrar en dicha profundidad de campo.

ES 2 301 835 T3

49. El método de acuerdo con la reivindicación 44, en el que dicha anchura del impulso y dicho intervalo del tiempo de conexión están limitados para eliminar o reducir dicha sensibilidad a las fuentes de luz ambientales.

50. El método de acuerdo con la reivindicación 47, en el que dicho procedimiento de cambio dinámico comprende los sub-procedimientos de enviar dicha impulso de luz con la duración de dicha anchura del impulso, retrasando la apertura de dicha cámara con la duración de dicho intervalo de tiempo de desconexión, y recibir dicho impulso de luz reflejada desde los objetos, con la duración de dicho intervalo de tiempo de conexión, donde dicha anchura del impulso, dicho intervalo de tiempo de desconexión y dicho intervalo de tiempo de conexión definen un tiempo de ciclo de dicha conmutación.

51. El método de acuerdo con la reivindicación 50, en el que dicho procedimiento de cambio dinámico comprende el acortamiento de dicha anchura del impulso progresivamente y el alargamiento de dicho tiempo de retardo progresivamente, al tiempo que se retiene sin cambios dicho tiempo del ciclo, para aumentar dicha sensibilidad en función del alcance, cuando se acumulan reflexiones de impulsos para un fotograma individual.

52. El método de acuerdo con la reivindicación 50, en el que dicho procedimiento de cambio dinámico comprende el acortamiento de dicho intervalo de tiempo de conexión y el alargamiento de dicho tiempo de retardo progresivamente, al tiempo que se retiene sin cambios dicho tiempo del ciclo, para aumentar dicha sensibilidad en función del alcance, cuando se acumulan reflexiones de impulsos para un fotograma individual.

53. El método de acuerdo con la reivindicación 50, en el que dicho procedimiento de cambio dinámico comprende el acortamiento de dicha anchura del impulso y de dicho intervalo de tiempo de conexión progresivamente, alargando dicho retardo de tiempo progresivamente, al tiempo que se retiene sin cambios dicho tiempo del ciclo, para aumentar dicha sensibilidad en función del alcance, cuando se acumulan reflexiones de impulsos para un fotograma individual.

54. El método de acuerdo con la reivindicación 43, en el que dicha forma del impulso comprende una intensidad más alta al comienzo de dicho impulso que al final de dicho impulso, para aumentar dicha sensibilidad en función del alcance.

55. El método de acuerdo con la reivindicación 39, en el que

dicho procedimiento de emisión de dicho impulso de luz comienza en el tiempo de inicio (T_0); y

dicho tiempo de retardo se calcula sustancialmente de acuerdo con la ecuación siguiente:

$$T_{\text{Laser}} + \frac{2 \times R_{\text{min}}}{c}$$

en la que c es la velocidad de la luz.

56. El método de acuerdo con la reivindicación 39, en el que dicha anchura del impulso se calcula sustancialmente de acuerdo con ecuación siguiente:

$$2 \times \left(\frac{R_o - R_{\text{min}}}{c} \right)$$

en la que c es la velocidad de la luz.

57. El método de acuerdo con la reivindicación 40, en el que dicho intervalo de tiempo de conexión y dicho intervalo de tiempo de desconexión se calculan, sustancialmente, de acuerdo con las ecuaciones siguientes:

$$T_{\text{II}} = 2 \times \left(\frac{R_{\text{max}} - R_{\text{min}}}{c} \right)$$

$$T_{\text{off}} = \frac{2 \times R_{\text{min}}}{c}$$

en las que c es la velocidad de la luz.

ES 2 301 835 T3

58. El método de acuerdo con la reivindicación 50, en el que al menos una repetición de dicho tiempo de ciclo forma parte de un fotograma de vídeo individual, y varias de esas repeticiones forman un número de exposiciones para dicho fotograma de vídeo.

5 59. El método de acuerdo con la reivindicación 58, que comprende además el procedimiento de variar dinámicamente dicho número de exposiciones.

10 60. El método de acuerdo con la reivindicación 59, en el que dicho procedimiento de variación comprende el ajuste de dicho número de exposiciones, de acuerdo con un nivel de luz ambiental detectada.

61. El método de acuerdo con la reivindicación 59, en el que dicho procedimiento de variación comprende el ajuste de dicho número de exposiciones, de acuerdo con un nivel de corriente consumida por un intensificador de imagen utilizado para dicho procedimiento de intensificación.

15 62. El método de acuerdo con la reivindicación 58, que comprende además el procedimiento de eliminar el deslumbramiento mutuo entre dicho sistema y un sistema similar que se cruzan entre sí, mediante soluciones estadísticas seleccionadas entre el grupo que consiste en:

20 disminuir dicho número de exposiciones;

un cambio en dicho tiempo de dicho tiempo de ciclo, durante el curso de dicho fotograma individual de vídeo; y

un cambio en frecuencia de dicho número de exposiciones.

25 63. El método de acuerdo con la reivindicación 58, que comprende además el procedimiento de eliminar el deslumbramiento mutuo entre dicho sistema y un sistema similar que se cruzan entre sí, mediante soluciones sincrónicas seleccionadas entre el grupo que consiste en:

30 establecer un canal de comunicaciones entre dicho sistema y dicho sistema similar;

35 permitir que cada uno de dicho sistema y dicho sistema similar pasen a modos de escucha de vez en cuando, en los cuales no se emite dicha energía de luz en forma de impulso durante un periodo de escucha, tras cuyo periodo ninguno de los sistemas, el sistema en cuestión y el sistema similar reanudan la emisión de dicho impulso de luz, si no se recogen impulsos durante dicho periodo de escucha; y tras dicho periodo, dicho sistema y dicho sistema similar esperan hasta el final de una secuencia cíclica de dichos impulsos luz, antes de reanudar la emisión de dicho impulso de luz, si se recogieron impulsos durante dicho periodo de escucha; y

40 hacer que dichos sistemas cambien el tiempo de transmisión de inicio del impulso en dichos fotogramas individuales de vídeo.

64. El método de acuerdo con la reivindicación 58, que comprende además el procedimiento del tratamiento de imágenes mediante la localización de zonas en dicha cámara en un estado de saturación.

45 65. El método de acuerdo con la reivindicación 58, que comprende además el procedimiento del tratamiento de imágenes de un número variable de exposiciones.

66. El método de acuerdo con la reivindicación 65, en el que dicho procedimiento del tratamiento de imágenes comprende los procedimientos de:

50 tomar al menos dos fotogramas de vídeo, uno con un número de exposiciones alto, el otro con un número de exposiciones bajo, mediante el tratamiento de imágenes de un número de exposiciones variable;

determinar los números de exposiciones para dichos al menos dos fotogramas de vídeo; y

55 combinar cuadros para formar un solo fotograma de vídeo, combinando zonas oscuras de los fotogramas con un número alto de exposiciones, y zonas saturadas de los fotogramas con un número de exposiciones bajo.

67. El método de acuerdo con la reivindicación 39, que comprende además el procedimiento de recibir varios impulsos de dicho impulso de luz reflejada desde los objetos, durante dicho intervalo de tiempo de conexión.

60 68. El método de acuerdo con la reivindicación 39, en el que dicho procedimiento de emisión de impulsos de luz comprende la emisión de luz no visible, y dicho procedimiento de recibir al menos una imagen por dicha cámara conmutada comprende la recepción de luz no visible, en dicha cámara conmutada.

65 69. El método de acuerdo con la reivindicación 44, que comprende además el procedimiento de ajustar la intensidad de dicho impulso de luz, de acuerdo con la velocidad de dicho vehículo, para controlar la seguridad de la radiación.

ES 2 301 835 T3

70. El método de acuerdo con la reivindicación 69, que comprende además el procedimiento de propagar la anchura de un cono divergente de dicho impulso de luz, con un ángulo que no se desvía de la anchura de dicho vehículo.

5 71. El método de acuerdo con la reivindicación 69, que comprende además el procedimiento de colocar una fuente de luz deslumbrante cerca de la fuente de luz que emite dicho impulso de luz.

10 72. El método de acuerdo con la reivindicación 39, que comprende además el procedimiento de presentar dicha al menos una imagen en un aparato de presentación, para presentar imágenes construidas a partir de dicho impulso de luz recibido por dicha cámara.

15 73. El método de acuerdo con la reivindicación 39, que comprende además el procedimiento de determinar la luz ambiente en dicha zona objetivo.

74. El método de acuerdo con la reivindicación 39, que comprende además el procedimiento de determinar si hay presentes otros impulsos de luz en dicha zona objetivo.

20 75. El método de acuerdo con la reivindicación 39, que comprende además el procedimiento de filtrar longitudes de onda recibidas de las reflexiones, utilizando un filtro de paso de banda estrecha.

76. El método de acuerdo con la reivindicación 39, que comprende además el procedimiento de superar la fluorescencia desde otros impulsos de luz, mediante el oscurecimiento local de la entrada del intensificador de imagen utilizado para dicho procedimiento de intensificación.

25 77. El método de acuerdo con la reivindicación 39, que comprende además el procedimiento de superar la fluorescencia desde otros impulsos de luz, mediante la polarización de la luz que entra en el intensificador de imagen utilizado para dicho procedimiento de intensificación.

30

35

40

45

50

55

60

65

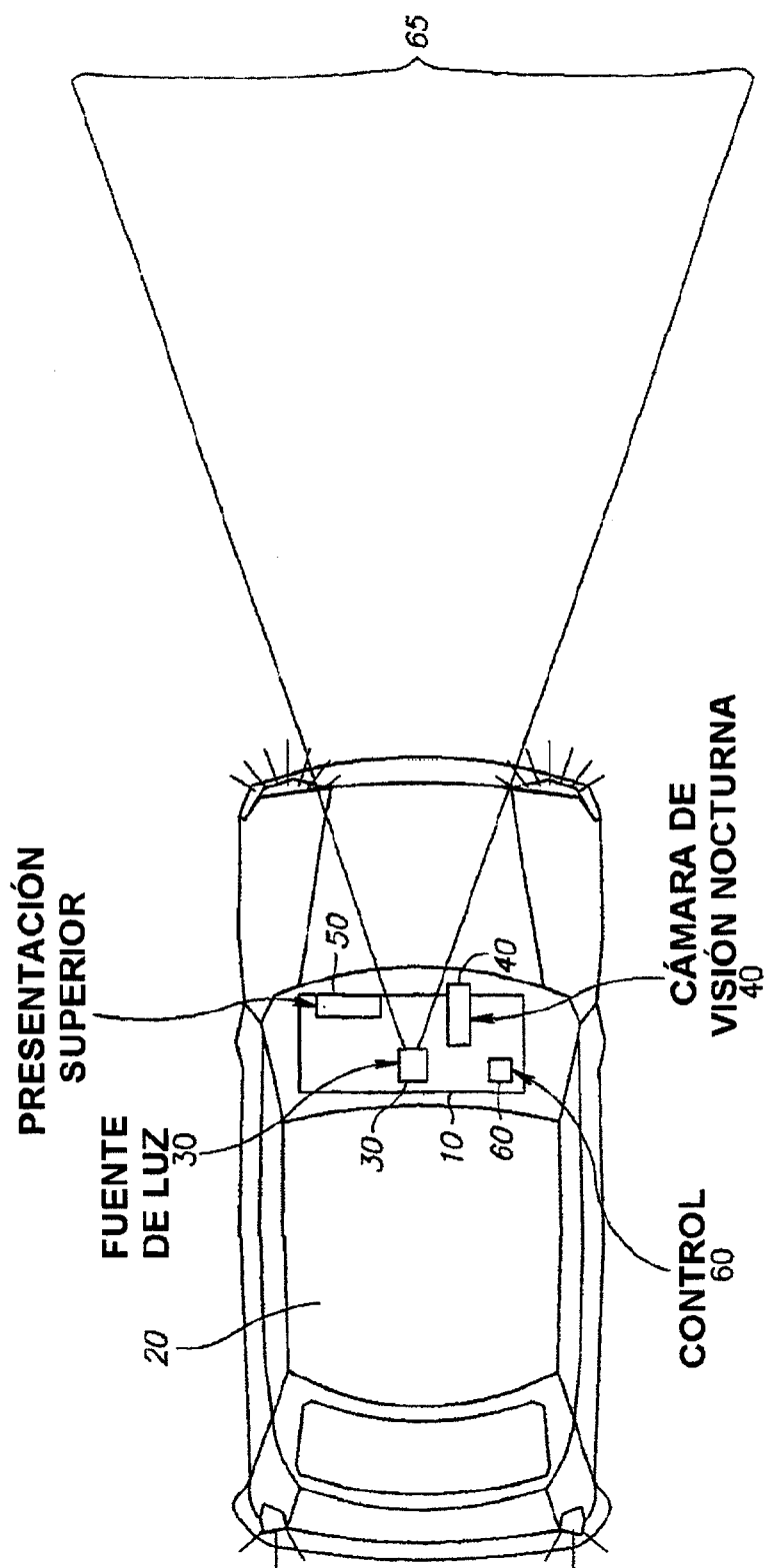


FIG.1

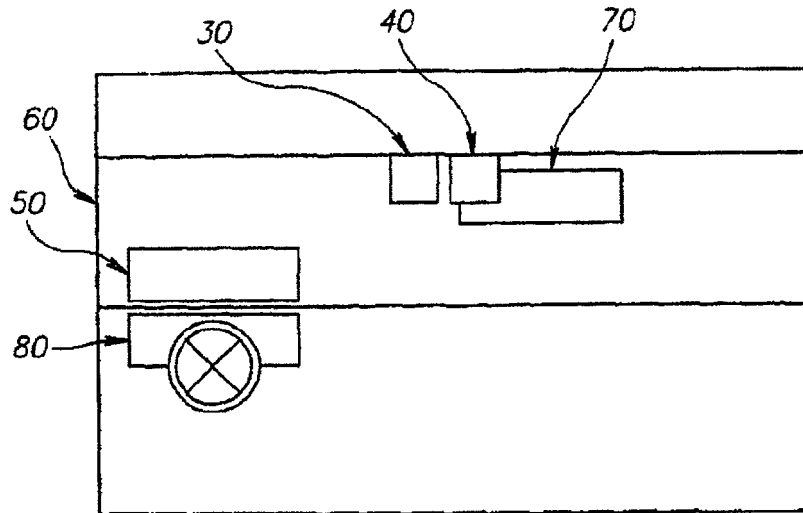


FIG. 2

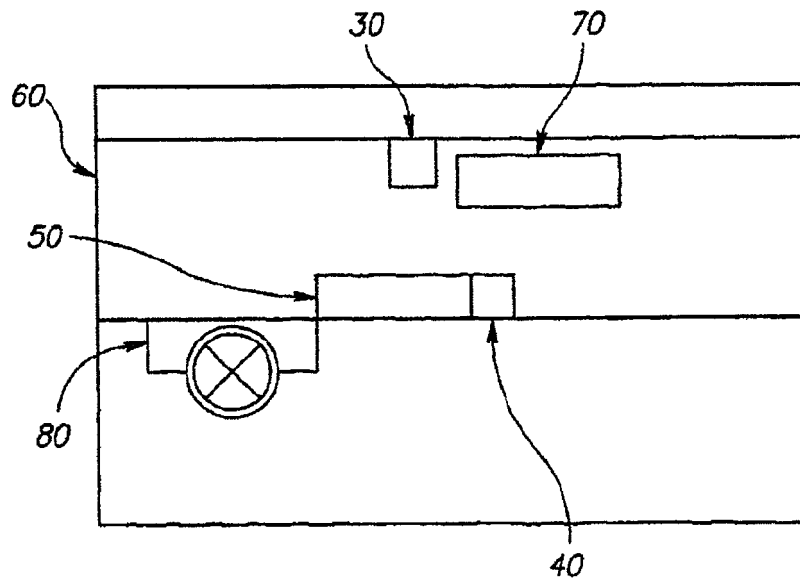


FIG. 3

**RAYOS DE LUZ ATRAPADOS DENTRO
DE LA PLACA POR REFLEXIÓN INTERNA TOTAL**

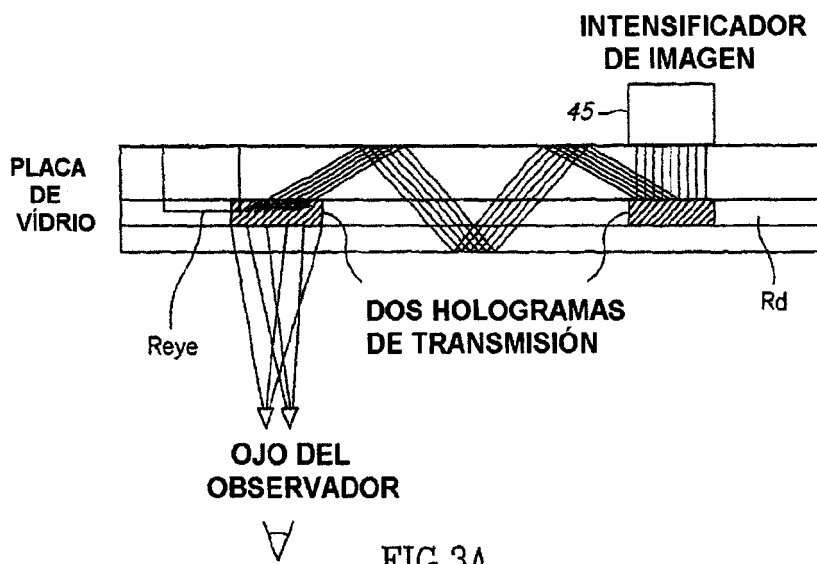


FIG.3A

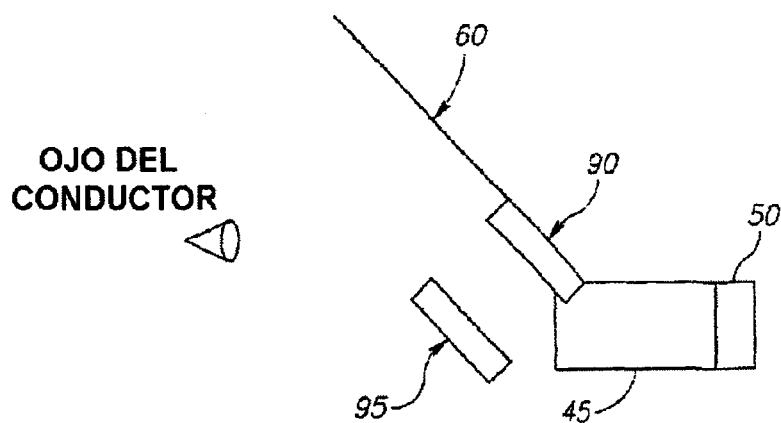


FIG.4

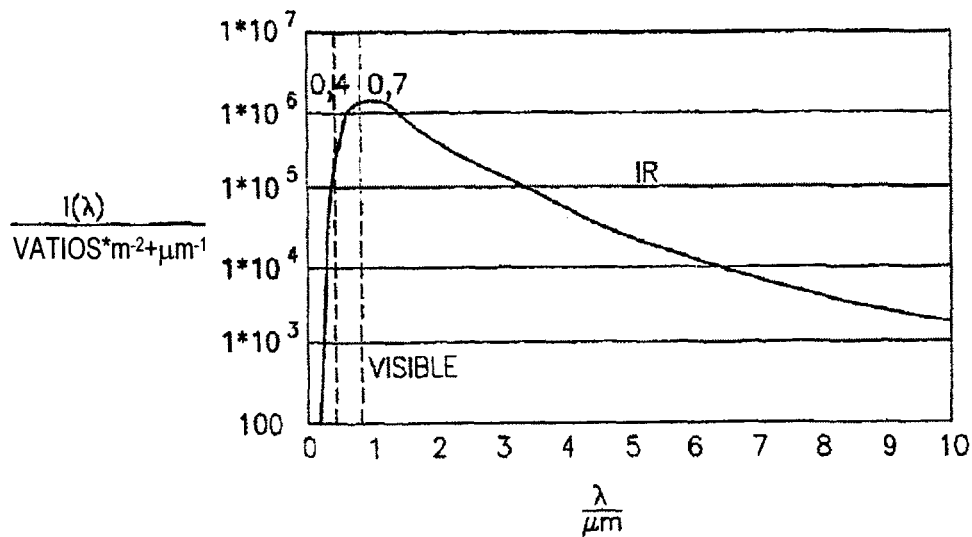


FIG.5

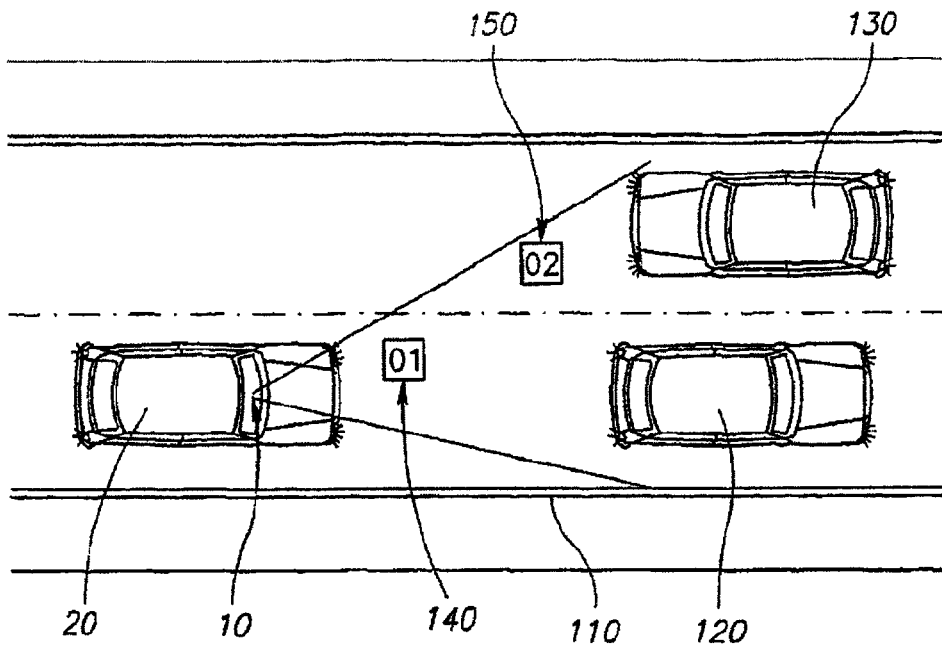


FIG. 6

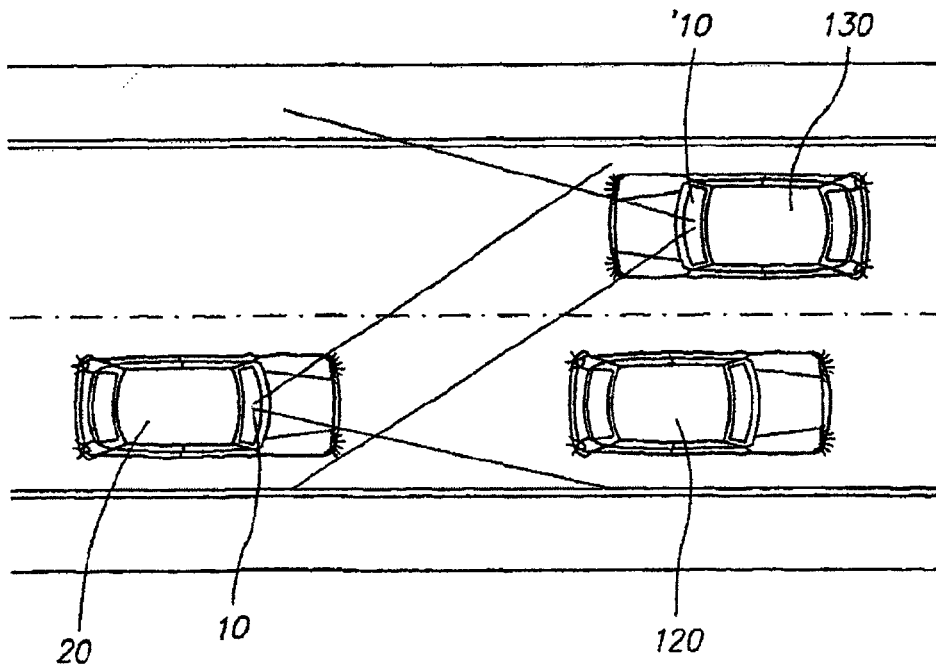


FIG. 7

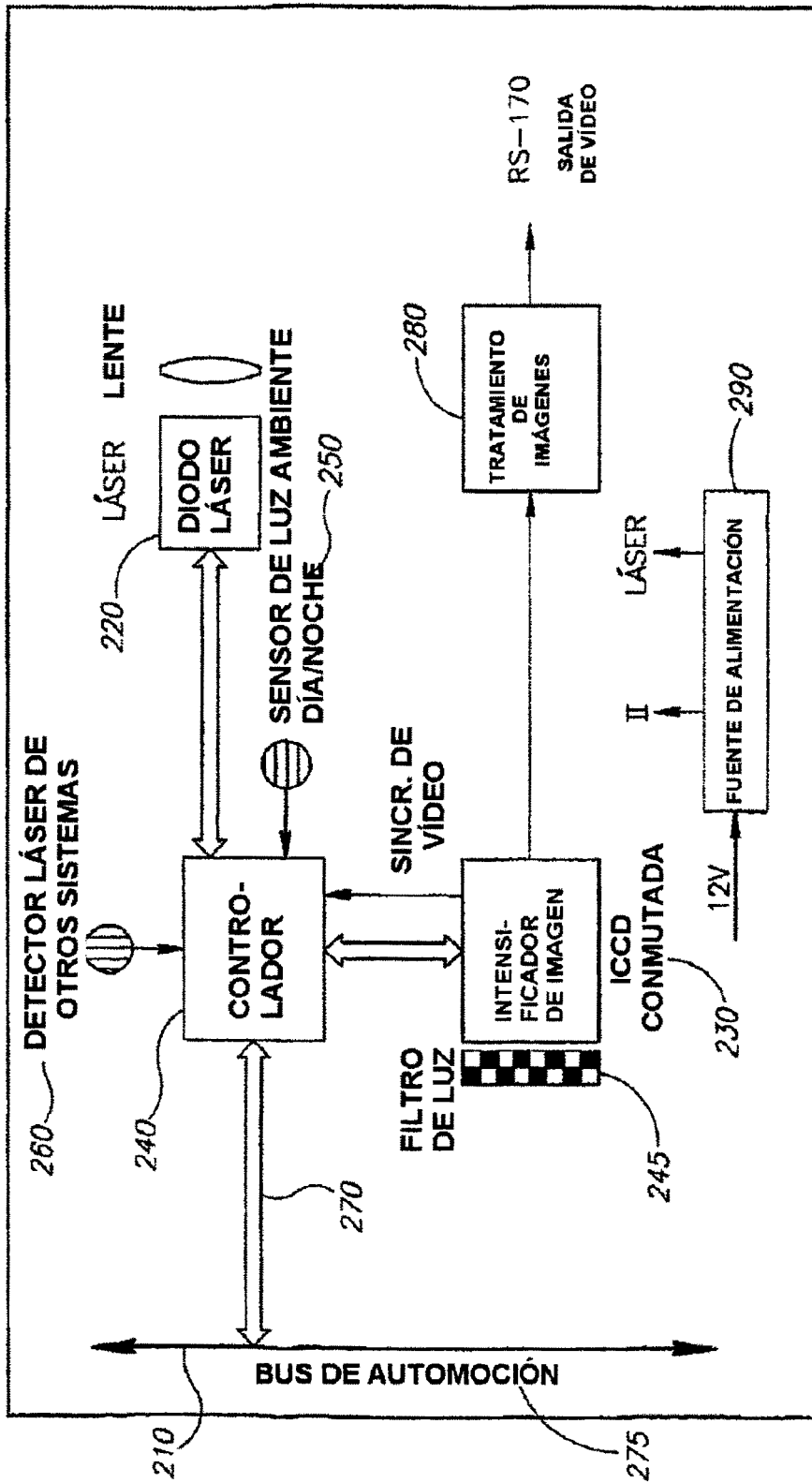


FIG. 8

Sensibilidad con la distancia

SENSIBILIDAD / GANANCIA PROGRAMABLE
EN EL TIEMPO DEL LÁSER (TPG)

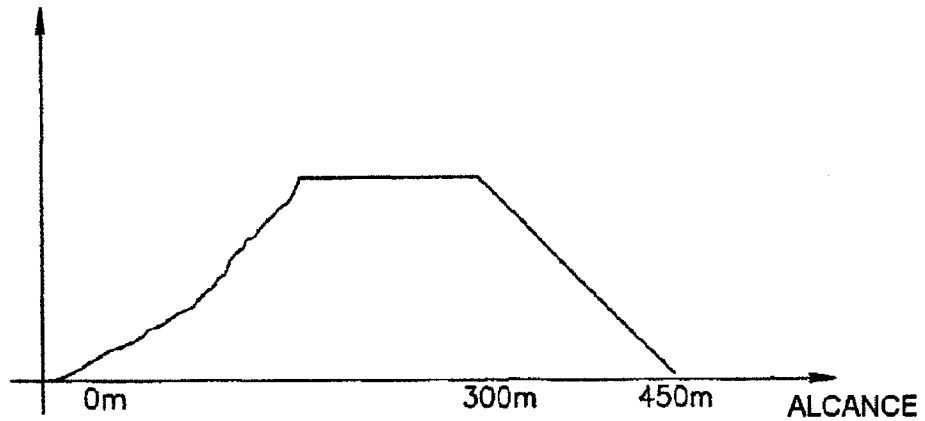


FIG.9

Sensibilidad con la distancia

SENSIBILIDAD / GANANCIA PROGRAMABLE
EN EL TIEMPO DEL LÁSER (TPG)

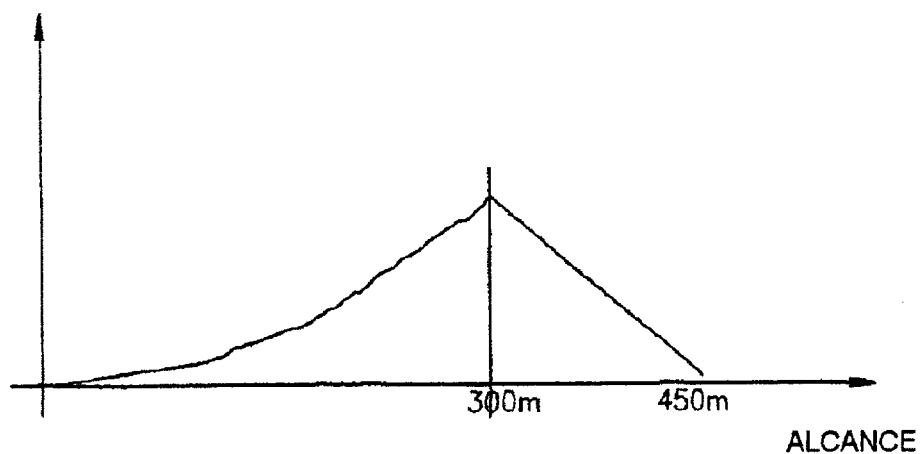


FIG.10

Sensibilidad con la distancia - Tiempos

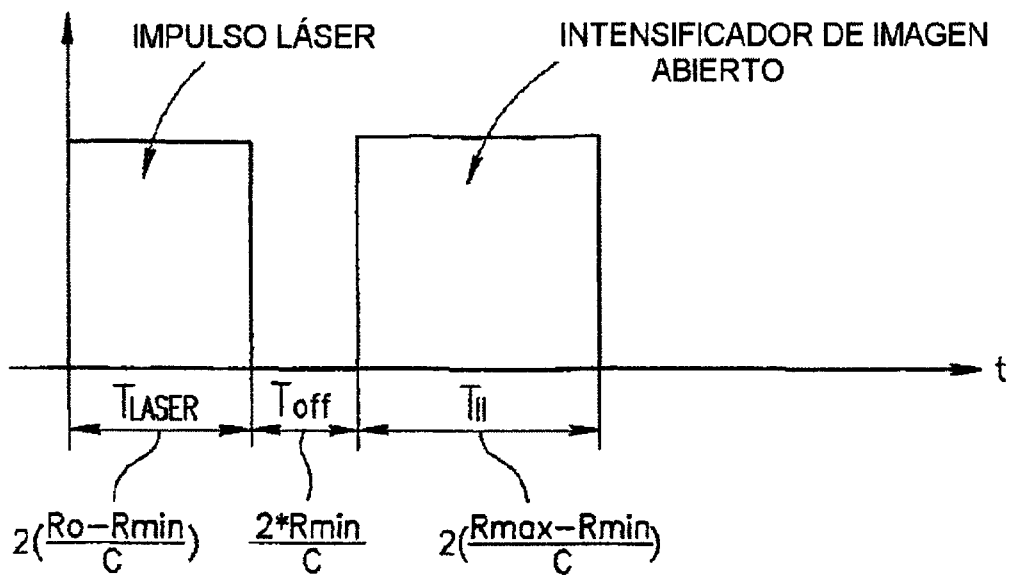


FIG.11

Sensibilidad con la distancia - Tiempos

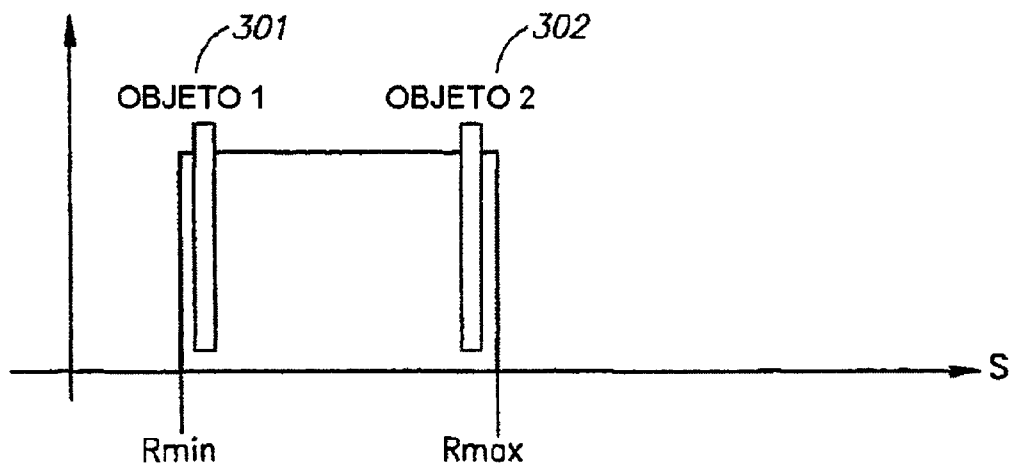


FIG.12

Sensibilidad con la distancia - Tiempos

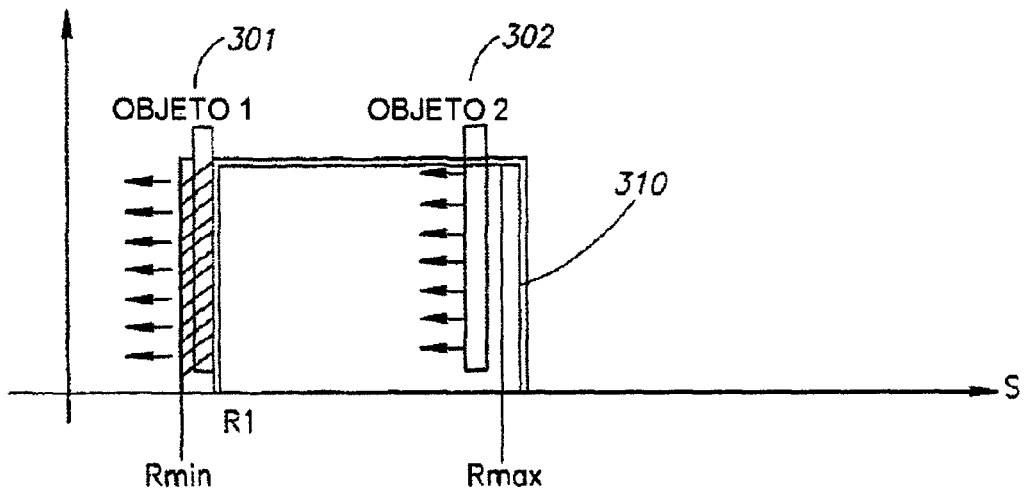


FIG.13

Sensibilidad con la distancia - Tiempos

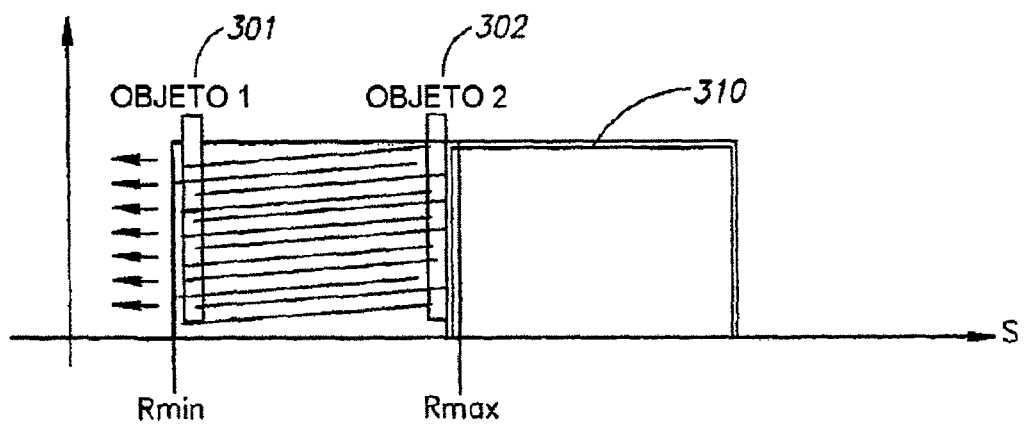


FIG.14

Sensibilidad con la distancia - Tiempos

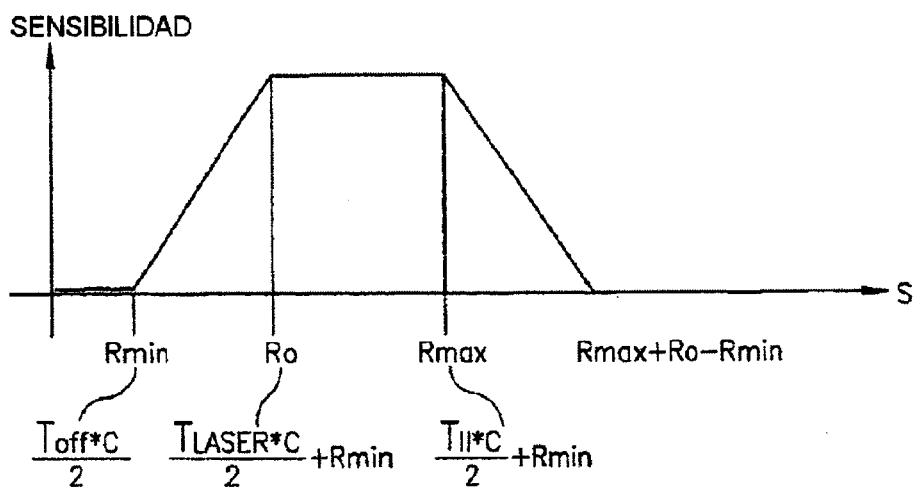


FIG.15

Sensibilidad con la distancia - Forma del láser

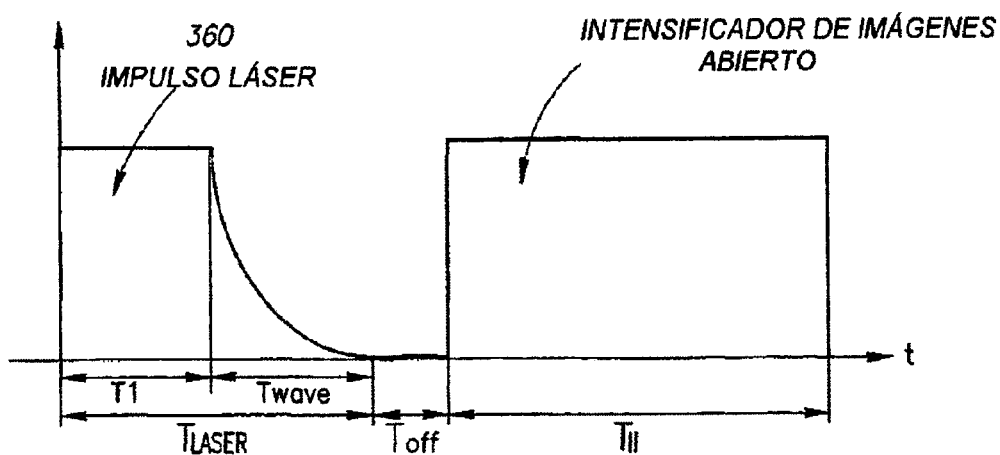


FIG.16

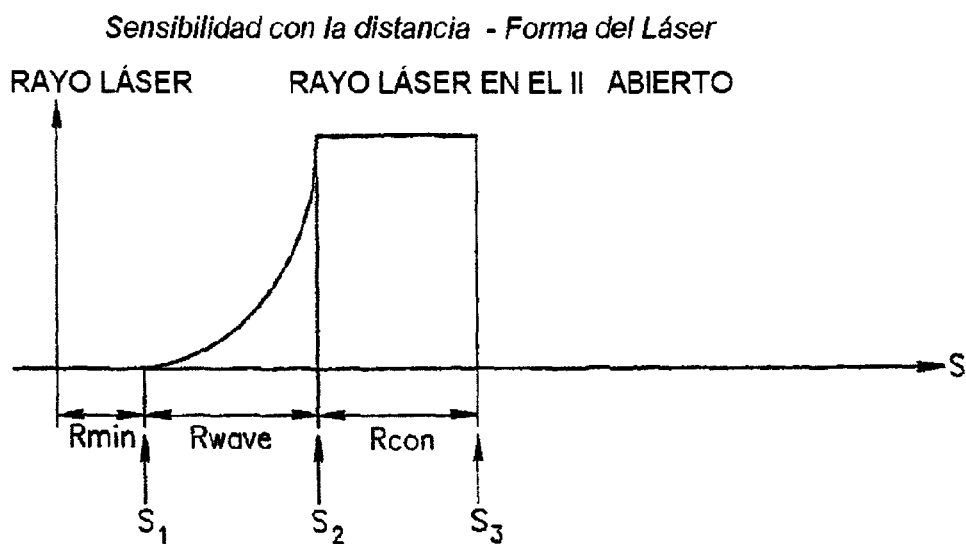


FIG.17

Sensibilidad con la distancia - Forma del Láser

**SENSIBILIDAD / GANANCIA PROGRAMABLE
EN EL TIEMPO DEL LÁSER (TPG)**

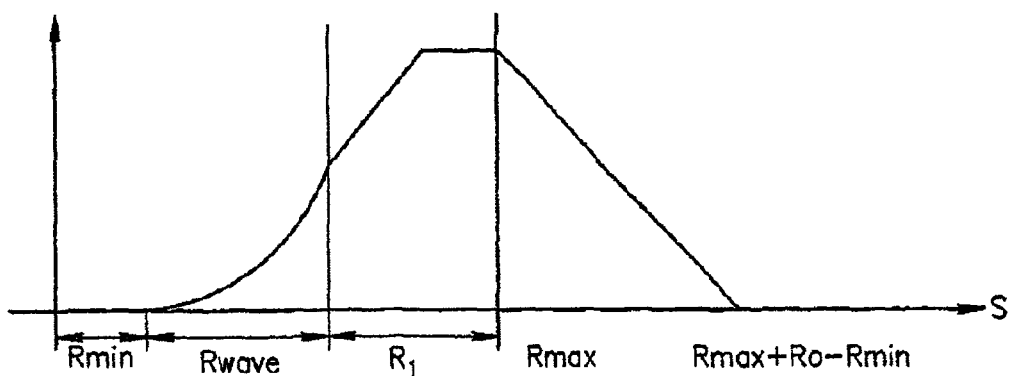


FIG.18

Sensibilidad con la distancia - Control de tiempos

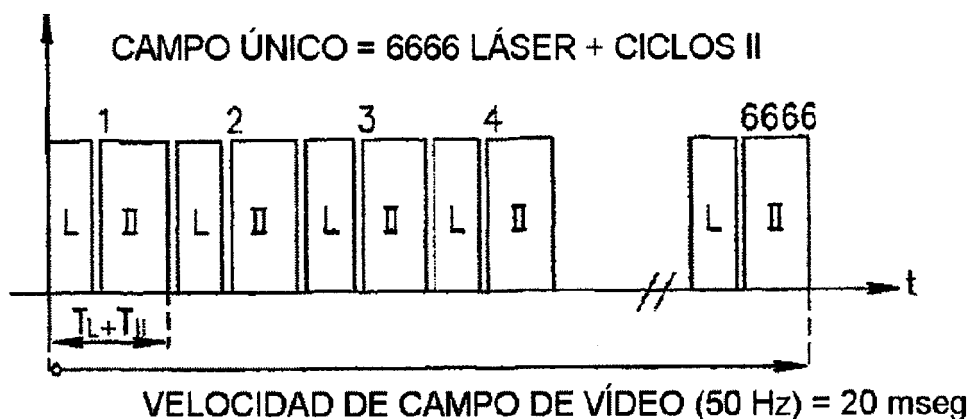


FIG.19

Sensibilidad con la distancia - Control de tiempos

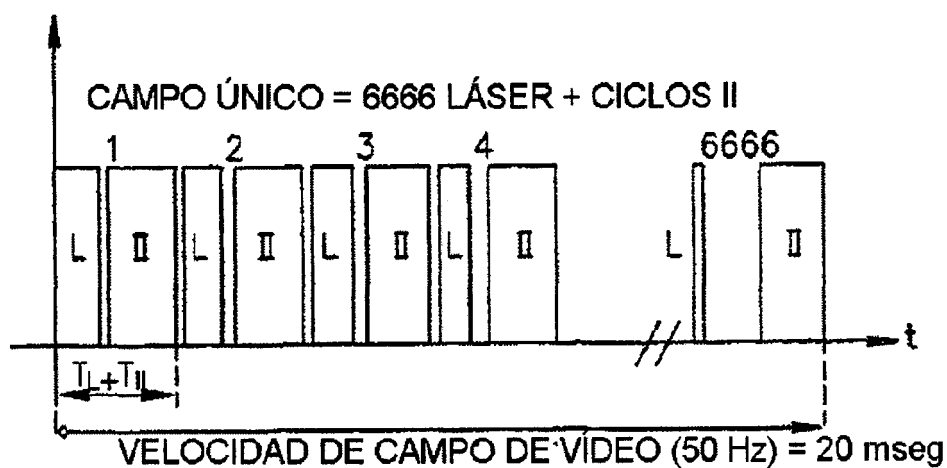


FIG.20

Sensibilidad con la distancia - Control de tiempos

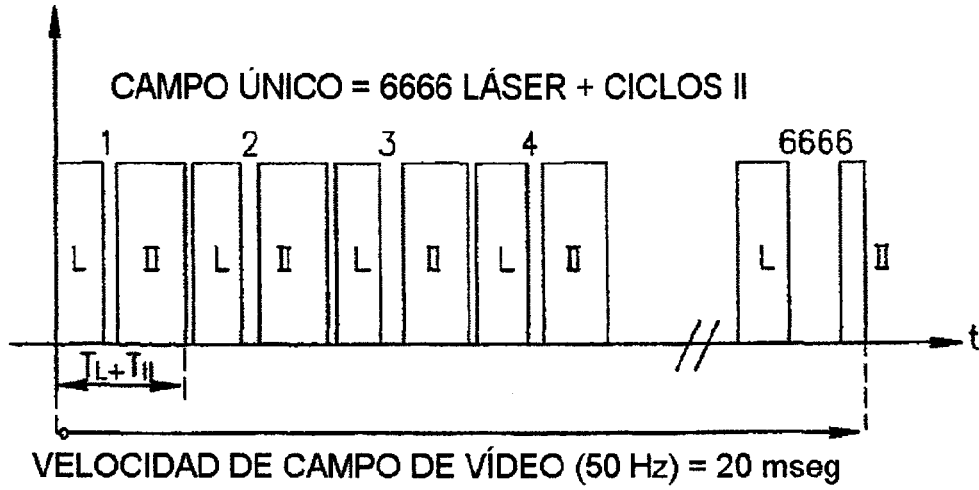


FIG.21

Sensibilidad con la distancia - Control de tiempos

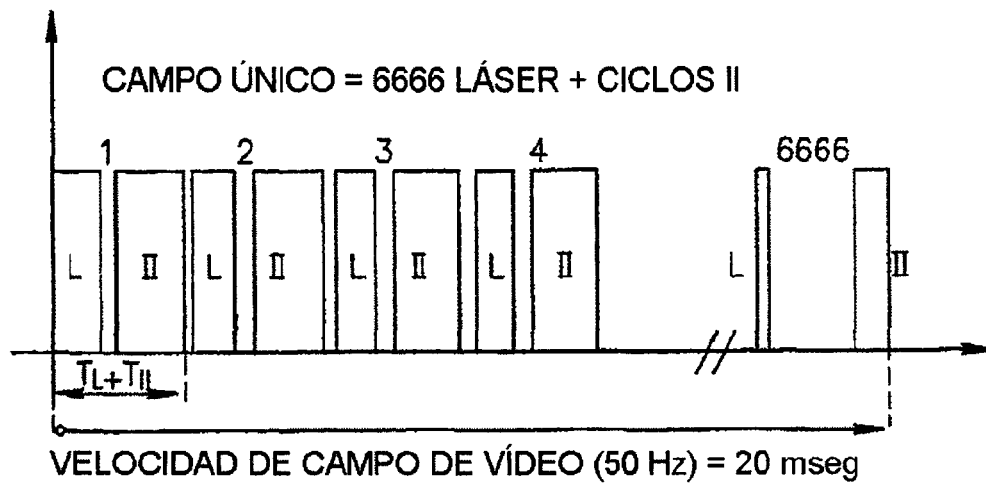


FIG.22

Sensibilidad con la distancia - Control de tiempos

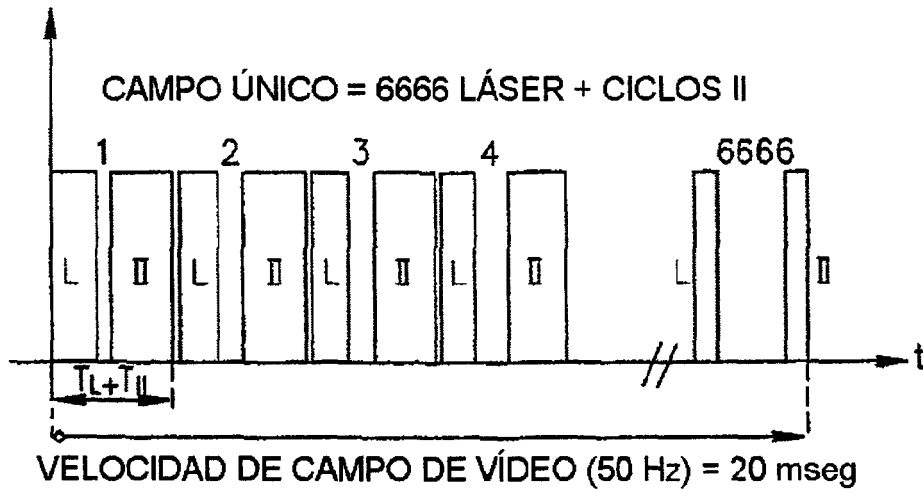


FIG.23

Sensibilidad con la distancia - Control de tiempos

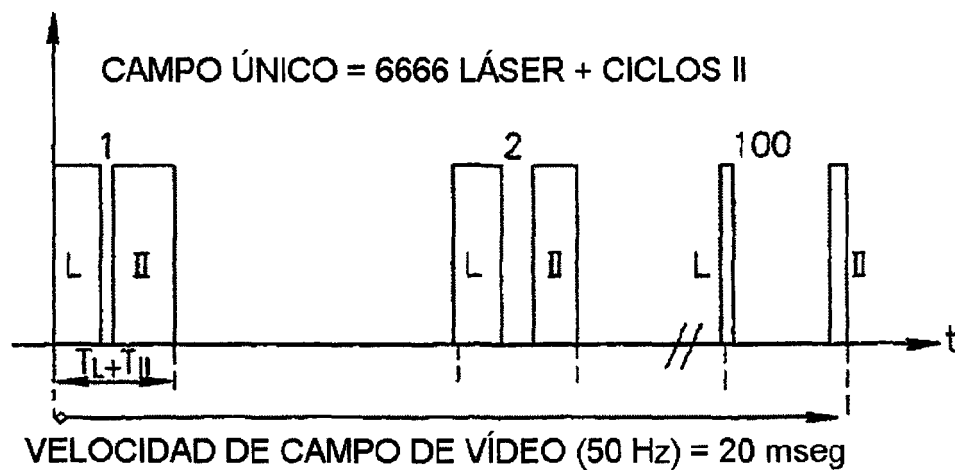


FIG.24

Exposición de dos fotogramas

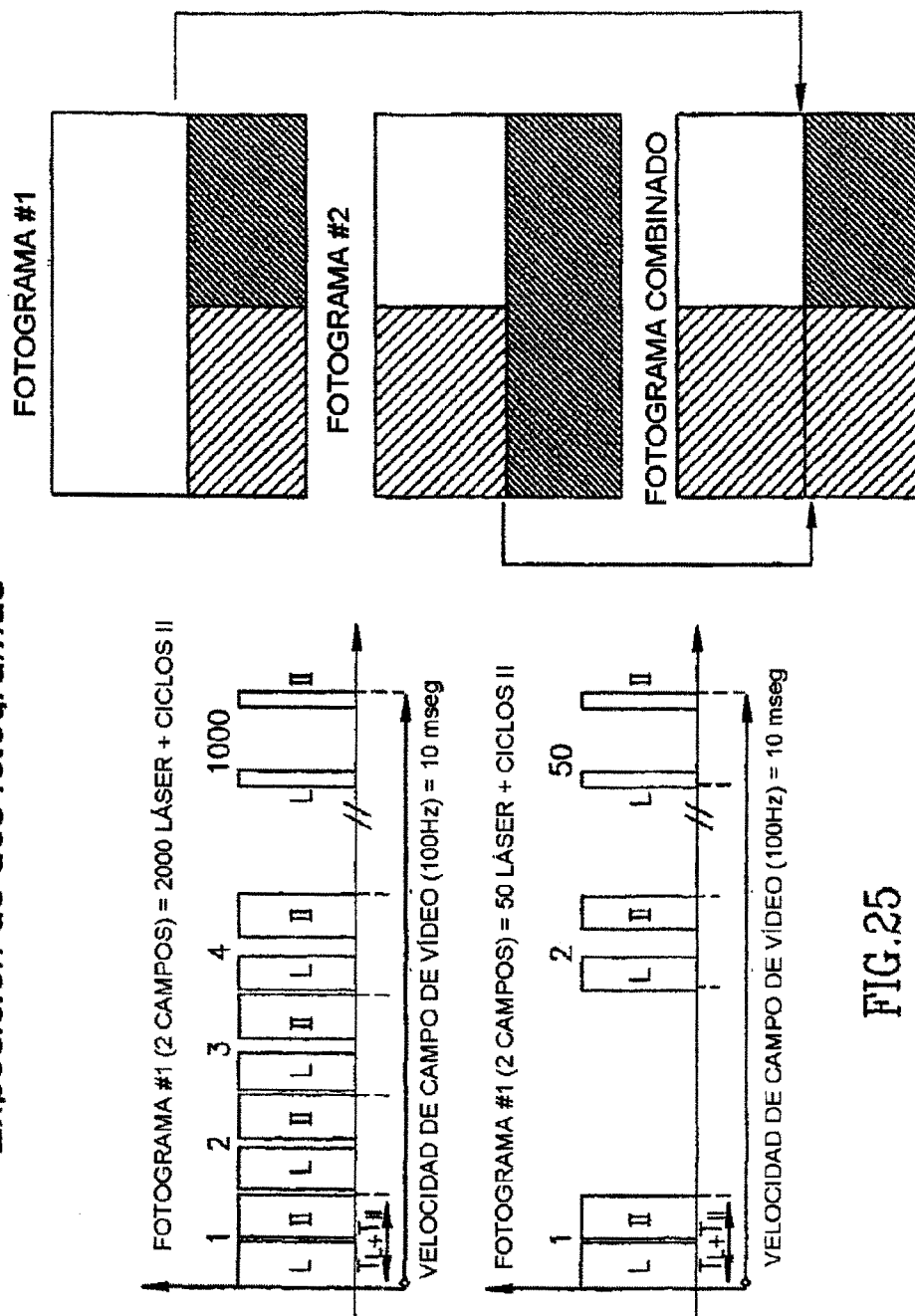


FIG.25

Sincronización del sistema

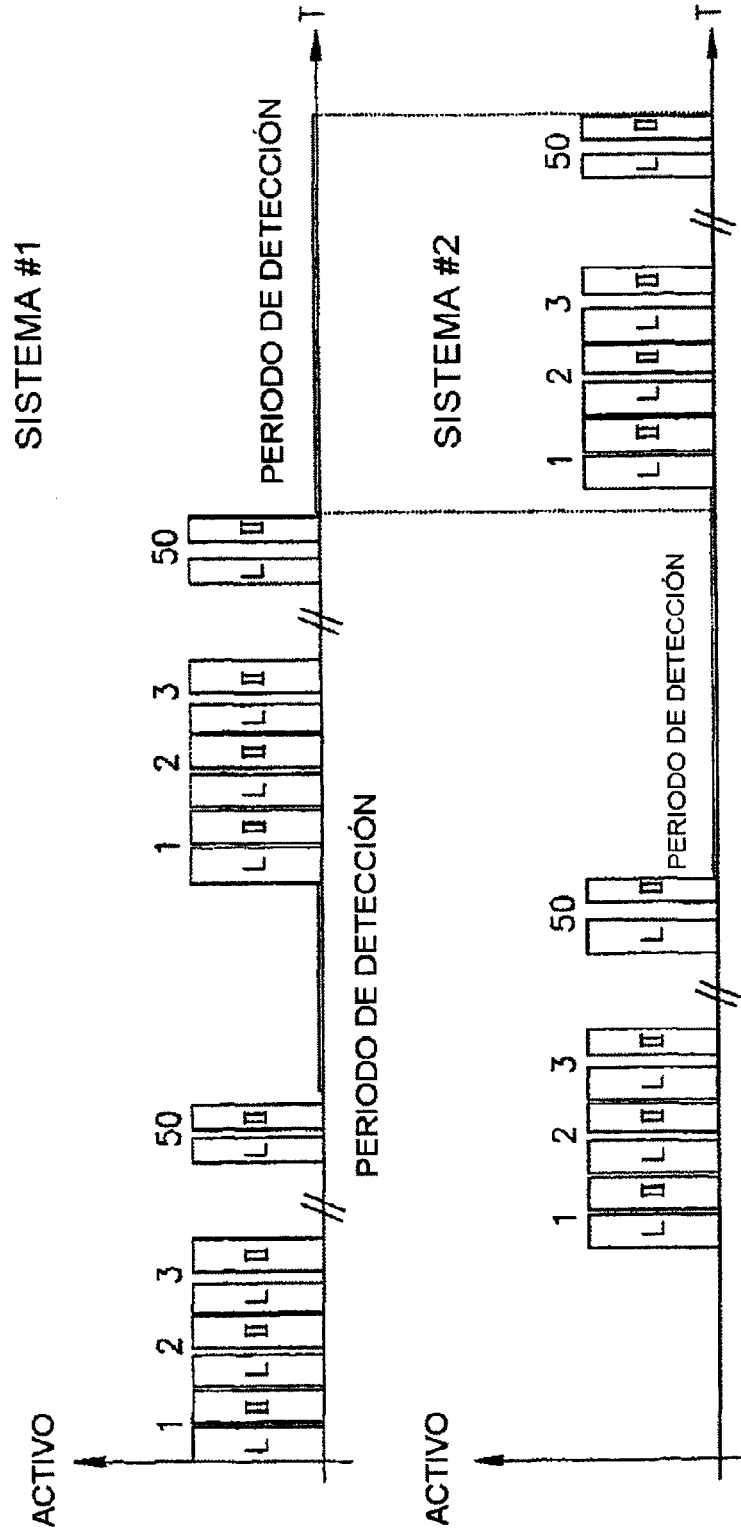


FIG.26

SEGURIDAD OCULAR

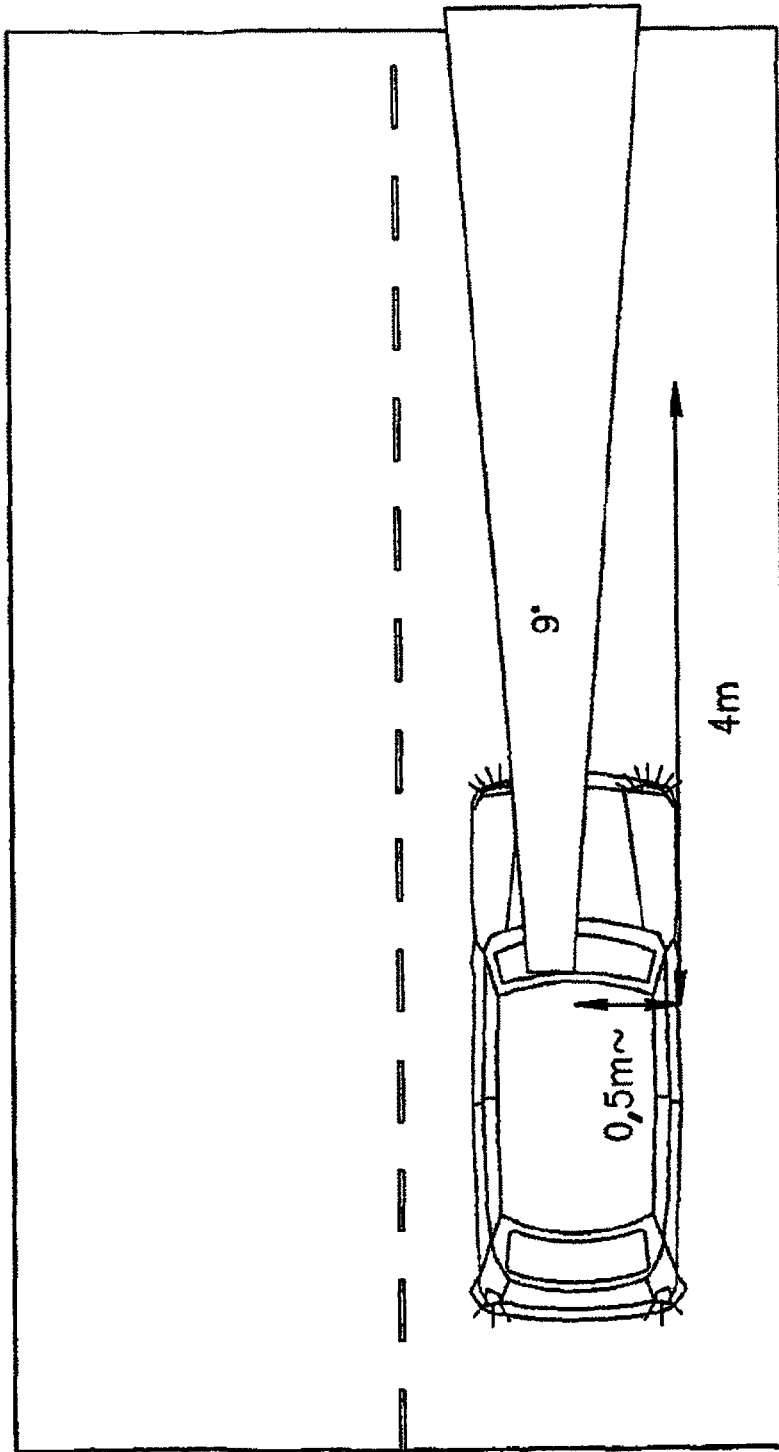


FIG.27

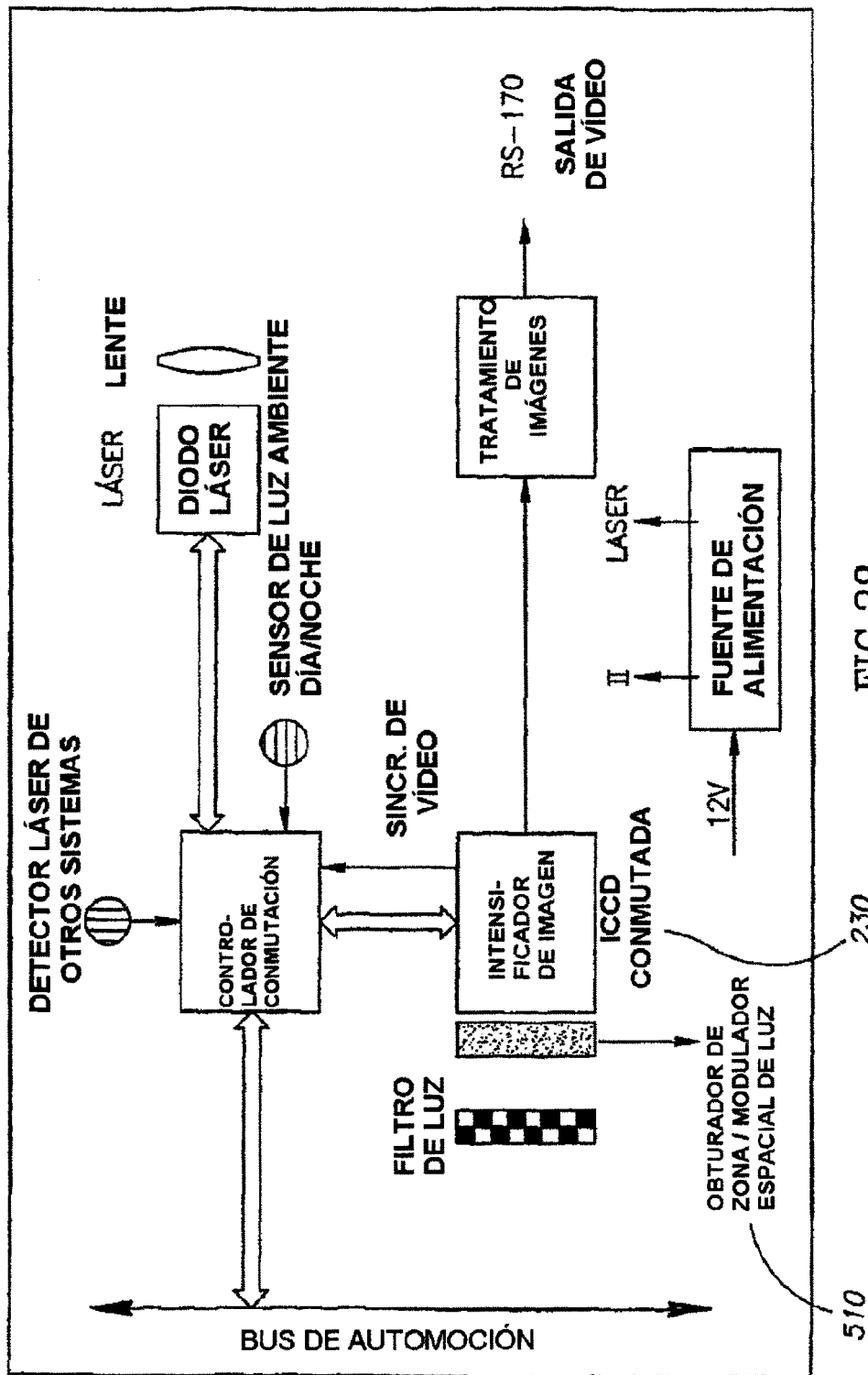


FIG. 28

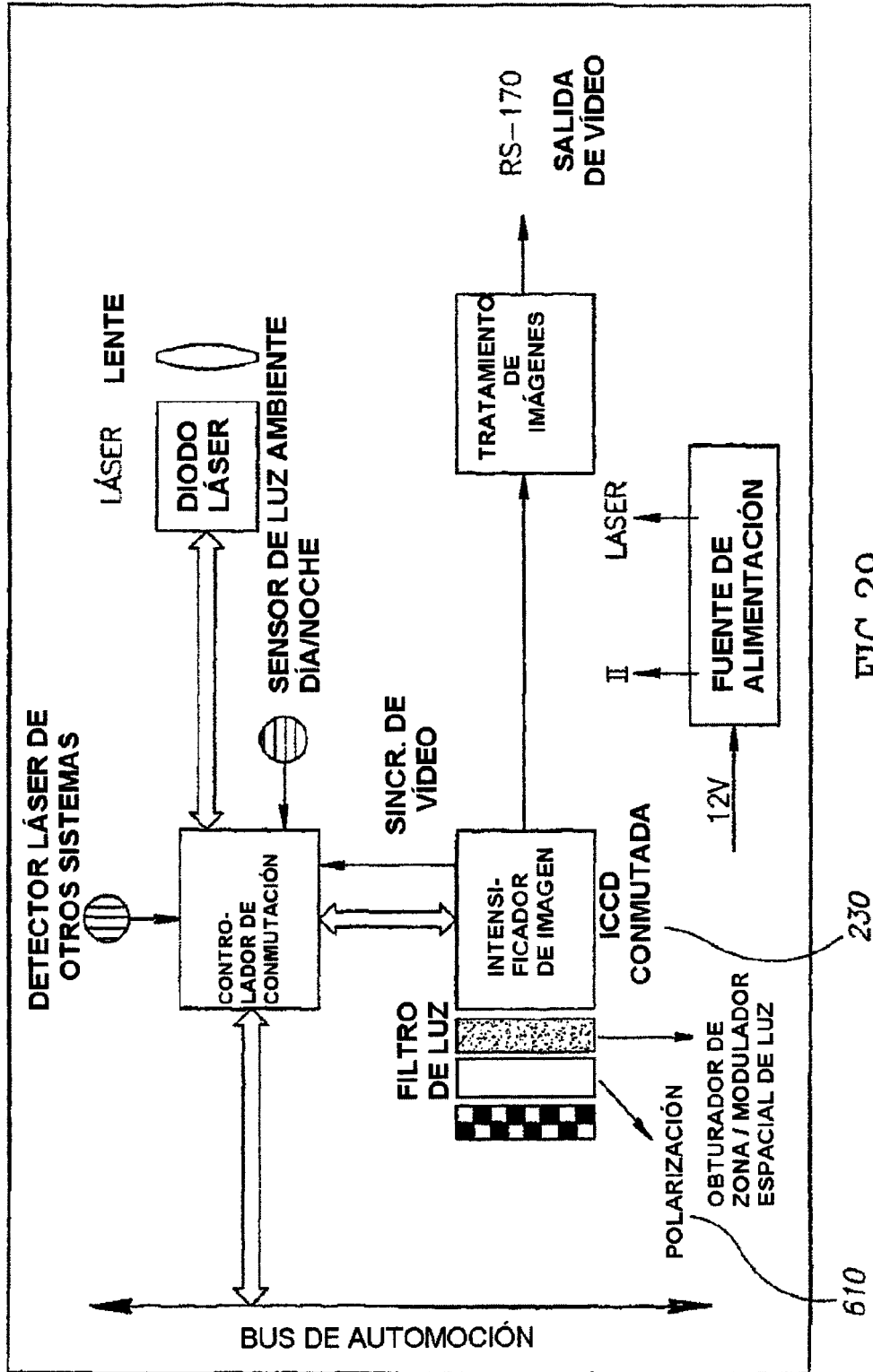


FIG. 29