

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 796 252**

51 Int. Cl.:

G01C 3/08	(2006.01)
G01C 11/02	(2006.01)
G03B 15/02	(2006.01)
G01S 17/93	(2010.01)
G01S 17/48	(2006.01)
G01S 17/58	(2006.01)
G01S 17/02	(2010.01)
H04N 5/225	(2006.01)
G03B 13/20	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.12.2012 PCT/IB2012/057744**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **11.07.2013 WO13102831**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.12.2012 E 12864658 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2020 EP 2800947**

54 Título: **Generador de imágenes y telémetro combinados**

30 Prioridad:

04.01.2012 IL 21736112
14.06.2012 IL 22043912

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.11.2020

73 Titular/es:

RAFAEL ADVANCED DEFENSE SYSTEMS LTD.
(100.0%)
P.O.Box 2230
31021 Haifa, IL

72 Inventor/es:

LAVI, DOV y
SHAMAY, EZRA

74 Agente/Representante:

VIDAL GONZÁLEZ, Maria Ester

ES 2 796 252 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

Generador de imágenes y telémetro combinados

5 Campo y antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a telémetros y, más particularmente, a un dispositivo que realiza obtención de imágenes y telemetría.

10 Tales dispositivos se conocen en la técnica anterior. Por ejemplo, Solomon y otros, Patente de los Estados Unidos número 7,342,648, enseñan un dispositivo que incluye cuatro láseres que rodean una cámara y que emiten rayos láser paralelos al eje óptico de la cámara. La Figura 1, que se adapta a partir de la Figura 3 del documento US 7,342,648, ilustra el principio de funcionamiento del dispositivo. La cámara capta una reflexión, desde la pared, de un haz de luz que emite el primer láser, en un ángulo de θ_1 , y capta una reflexión, desde la pared, de un haz de luz que emite el segundo láser, en un ángulo de θ_2 . Dada la paralaje d de los láseres en relación con el eje óptico de la cámara, calcular los rangos r_1 y r_2 hasta la pared es una cuestión de trigonometría simple.

Normalmente, la cámara del dispositivo del documento US 7,342,648 es una cámara de video con una frecuencia de cuadro de 30 a 50 Hz. El controlador del dispositivo necesita localizar, en los cuadros, los píxeles que corresponden a las reflexiones de los rayos láser y luego calcular los ángulos correspondientes θ_1 y θ_2 y los rangos correspondientes r_1 y r_2 . La frecuencia de cuadro de 30 a 50 Hz corresponde a una determinación de los rangos r_1 y r_2 como máximo de 15 a 25 veces por segundo porque las reflexiones de los rayos láser se ubican en los cuadros al adquirir dos cuadros sucesivos, uno con los láseres encendidos y el otro con los láseres apagados, y restando un cuadro del otro. Hay aplicaciones en las que los rangos deben calcularse más rápido que de 15 a 25 veces por segundo. Por ejemplo, un helicóptero de reconocimiento teledirigido podría usar el dispositivo del documento US 7,342,648 para captar imágenes de objetivos por debajo de sí mismo en alta resolución mientras determina su altitud en relación con esos objetivos para garantizar que permanezca a una altitud segura por encima de esos objetivos, excepto que en algunos casos determinar la altitud por encima del objetivo debe hacerse con más frecuencia que 25 veces por segundo si el dron desciende por debajo de una altitud segura por encima de sus objetivos.

30 Montar un telémetro en tándem con el dispositivo del documento US 7,342,648 podría no ser una solución aceptable si el helicóptero teledirigido es pequeño y el telémetro adicional agregaría un peso excesivo al helicóptero teledirigido y ocuparía un espacio valioso en el helicóptero teledirigido que se usaría mejor para algún otro propósito. En principio, el dispositivo del documento US 7,342,648 podría modificarse para usar una cámara de video con una frecuencia de cuadro más rápida y usar un procesador más rápido en su controlador, pero sería muy ventajoso poder modificar el dispositivo del documento US 7,342,648 para determinar los rangos más rápido que 25 veces por segundo sin incurrir en el gasto de un procesador más rápido.

40 Resumen de la invención

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un generador de imágenes y un telémetro combinados de acuerdo con la reivindicación 1.

45 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para anticipar una colisión entre un primer cuerpo y un segundo de acuerdo con la reivindicación 11.

Un generador de imágenes y telémetro básico combinados de la presente invención incluye un sensor de imágenes, un iluminador y un controlador. El sensor de imágenes, que normalmente es una cámara de video o una cámara de visión infrarroja frontal (FLIR), es para adquirir imágenes de objetos en su campo de visión. El iluminador dirige un haz de luz al menos en parte a través del campo de visión. La luz puede ser visible, infrarroja o ultravioleta, pero normalmente es luz infrarroja. El controlador opera el sensor de imágenes y el iluminador en uno de dos modos. En el primer modo, el sensor de imágenes adquiere imágenes completas que abarcan sustancialmente todo el campo de visión. En el segundo modo, el sensor de imágenes adquiere imágenes parciales que abarcan solo una porción del campo de visión que incluye una reflexión de la luz del iluminador desde uno de los objetos en el campo de visión. El controlador determina, a partir de la ubicación, en cada una de al menos una porción de las imágenes parciales, de una parte, de la imagen parcial que representa la reflexión, un rango correspondiente a ese objeto.

60 Preferentemente, el sensor de imágenes adquiere las imágenes completas a una primera frecuencia de cuadros y adquiere la imagen parcial a una segunda frecuencia de cuadros que es más rápida que la primera frecuencia de cuadros.

Preferentemente, el controlador también determina, a partir de al menos dos de las ubicaciones, una velocidad de aproximación al objeto cuyas reflexiones son el sujeto de las imágenes parciales.

65 Preferentemente, el iluminador se despliega en una relación espacial fija con el sensor de imágenes. En algunas modalidades preferidas, el iluminador dirige su haz de luz sustancialmente paralelo al eje óptico del sensor de imágenes.

En otras modalidades preferidas, el iluminador dirige su haz de luz oblicuamente con relación al eje óptico del sensor de imágenes.

5 En algunas modalidades preferidas, el iluminador usa una fuente de radiación coherente, tal como un láser, para producir su haz de luz. En otras modalidades preferidas, el iluminador usa una fuente de luz incoherente, tal como un diodo emisor de luz (LED), junto con una óptica de colimación, para producir su haz de luz.

10 Preferentemente, en el primer modo de funcionamiento, el controlador determina, desde una ubicación, en cada una de al menos algunas de las imágenes completas, de una parte, de la imagen completa que representa la reflexión, un rango correspondiente a un objeto en el campo de visión del sensor de imágenes. Si ese rango es inferior a un umbral predeterminado, el controlador cambia al segundo modo de funcionamiento y las reflexiones desde ese objeto se convierten en el sujeto de las imágenes parciales.

15 Preferentemente, el sensor de imágenes incluye un filtro de muesca cuya muesca hace pasar un rango de longitudes de onda de la luz desde el iluminador.

20 Preferentemente, el sensor de imágenes incluye una matriz de una pluralidad de elementos fotodetectores. Más preferentemente, la matriz es una matriz rectangular que incluye una pluralidad de filas de los elementos fotodetectores y las imágenes parciales se adquieren usando solo una parte de las filas. Más preferentemente, el iluminador se despliega en una relación espacial fija con el sensor de imágenes para dirigir el haz de luz solo hacia una porción del campo de visión en el que las reflexiones de la luz del iluminador se captan por esa porción de las filas. También más preferentemente, para cada imagen parcial posterior a la primera imagen parcial, la porción de las filas que se usa para adquirir la nueva imagen parcial se selecciona de acuerdo con la parte, de la porción de las filas que se usó para adquirir la imagen parcial anterior, que capta la reflexión.

25 También más preferentemente, el sensor de imágenes incluye dos o más subpluralidades de los elementos fotodetectores. Los elementos fotodetectores de cada subpluralidad son sensibles solo a un rango respectivo de longitudes de onda. Las imágenes parciales se obtienen usando solo algunos o todos los elementos fotodetectores de solo una de las subpluralidades. Por ejemplo, en una de las modalidades preferidas que se discuten a continuación, se usa un filtro Bayer para hacer que los elementos fotodetectores sean sensibles a la luz azul o solo a la luz verde o solo al rojo y alguna luz infrarroja, y las imágenes parciales se obtienen usando solo algunas de las filas de solo los elementos fotodetectores que son sensibles solo al rojo y a alguna luz infrarroja.

30 También más preferentemente, los elementos fotodetectores son sensores de píxeles activos tales como sensores semiconductores complementarios de óxido de metal (CMOS).

Preferentemente, la parte de cada imagen parcial que representa la reflexión incluye una pluralidad de píxeles, y la ubicación de la parte de la imagen parcial que refleja la reflexión es el centroide de esos píxeles.

40 El alcance de la presente invención también incluye un vehículo, tal como un helicóptero, que incluye el generador de imágenes y el telémetro combinados de la presente invención.

45 Un método básico de la presente invención es un método para anticipar una colisión entre un primer cuerpo y un segundo cuerpo. Por ejemplo, en las modalidades preferidas que se analizan a continuación, el primer cuerpo es un helicóptero teledirigido y el segundo cuerpo es el terreno sobre el cual vuela el helicóptero teledirigido. El primer cuerpo se equipa con un sensor de imágenes. El sensor de imágenes adquiere imágenes parciales sucesivas que abarcan solo una parte del campo de visión del sensor de imágenes que incluye al menos parte del segundo cuerpo. Al mismo tiempo, un haz de luz se dirige al menos a una parte del segundo cuerpo. Se calculan dos o más primeros rangos desde el primer cuerpo hasta el segundo cuerpo, en base, al menos en parte, a ubicaciones respectivas, en las imágenes parciales, de partes de las imágenes parciales que reflejan las reflexiones de la luz de al menos una porción iluminada del segundo cuerpo. En base a los primeros rangos calculados, por ejemplo, en base a los valores y las tasas de cambio de los primeros rangos, se decide si es inminente una colisión entre los dos cuerpos. Preferentemente, si una colisión es inminente, el primer cuerpo se asegura para minimizar el daño que la colisión causará al primer cuerpo.

50 Preferentemente, antes de que se adquieran las imágenes parciales, se determina un segundo rango desde el primer cuerpo hasta el segundo cuerpo. La adquisición de las primeras imágenes se inicia si el segundo rango está por debajo de un umbral predeterminado. Más preferentemente, la determinación del segundo rango incluye el uso del sensor de imágenes para adquirir imágenes completas sucesivas que abarcan sustancialmente todo el campo de visión mientras se dirige el haz de luz al menos en parte a través del campo de visión de manera sincronizada con la adquisición de las imágenes completas para apoyar el cálculo del segundo rango. El cálculo del segundo rango se basa al menos en parte en la ubicación en una de las imágenes completas de una parte de esa imagen completa que representa una reflexión de la luz del segundo cuerpo. Más preferentemente, las imágenes completas se adquieren a una frecuencia de cuadro que es más lenta que la frecuencia de cuadro a la que se obtienen las imágenes parciales.

65

También más preferentemente, durante la adquisición de las imágenes completas, el haz de luz se dirige solo de manera intermitente, *es decir, con* menos frecuencia que cualquier otro cuadro, a través del campo de visión del sensor de imágenes. En otras palabras, la segunda distancia no se calcula para cada par de imágenes completas.

5 Preferentemente, el direccionamiento del haz de luz en al menos una porción del segundo cuerpo se sincroniza con la adquisición de las imágenes parciales, en lugar de, *por ejemplo*, iluminar continuamente la porción del segundo cuerpo.

Breve descripción de los dibujos

10 En el presente documento se describen diferentes modalidades, solo a manera de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en donde:

La Figura 1 ilustra el funcionamiento del dispositivo de la técnica anterior del documento US 7,342,648;
 15 Las Figuras 2A y 2B son diagramas de bloques de alto nivel de dos generadores de imágenes/telómetros de la presente invención;
 Las Figuras 2C y 2D ilustran la sensibilidad angular del generador de imágenes/telómetro de la Figura 2A;
 La Figura 3 es un diagrama esquemático de alto nivel de un sensor de imágenes;
 Las Figuras 4A y 4B ilustran la definición del campo de visión del sensor de imágenes de la Figura 3;
 La Figura 5 ilustra el funcionamiento del generador de imágenes/telómetro de la Figura 2B;
 20 La Figura 6 ilustra un helicóptero teledirigido de la presente invención;
 La Figura 7 ilustra una variante del sensor de imágenes de la Figura 3 que se basa en una cámara de video de color estándar;
 La Figura 8 ilustra un filtro Bayer.

25 Descripción de las modalidades preferidas

Los principios y el funcionamiento de un generador de imágenes y telómetro combinados de acuerdo con la presente invención pueden entenderse mejor con referencia a los dibujos y la descripción adjunta.

30 Haciendo referencia nuevamente a los dibujos, las Figuras 2A y 2B son diagramas de bloques de alto nivel de dos generadores de imágenes/telómetros combinados **10A** y **10B** de la presente invención. Ambos generadores de imágenes/telómetros combinados **10A** y **10B** incluyen un sensor de imágenes **12**, un iluminador **14** y un controlador **16**. El sensor de imágenes **12** normalmente es una cámara, tal como una cámara de video, para captar imágenes en la porción visible del espectro electromagnético, o una cámara infrarroja frontal (FLIR), para captar imágenes en la porción infrarroja del espectro electromagnético, *por ejemplo*, en el infrarrojo cercano y el infrarrojo medio (longitudes de onda entre 0,8 micras y 12 micras) pero preferentemente en longitudes de onda entre tres micras y cinco micras. El iluminador **14** normalmente es un láser, pero también podría ser un diodo emisor de luz con óptica de colimación. El sensor de imágenes **12** adquiere imágenes dentro de un campo de visión cónico o piramidal cuyos límites se indican por líneas discontinuas **18**. El iluminador **14** proporciona un haz de luz colimado **20** que se cruza con el campo de visión del sensor de imágenes **12**. El controlador **16** coordina el funcionamiento del sensor de imágenes **12** y el iluminador **14** como se describe a continuación para determinar el rango desde el generador de imágenes/telómetro combinado **10A** o **10B** hasta un objeto dentro del campo de visión del sensor de imágenes **12**. En el generador de imágenes/telómetro combinado **10A**, el iluminador **14** se fija en su lugar en relación con el sensor de imágenes **12**, de modo que el haz de luz **20** es paralelo al eje óptico **22** del sensor de imágenes **12**. En el generador de imágenes/telómetro combinado **10B**, el iluminador **14** se fija en su lugar en relación con el sensor de imágenes **12** de modo que el haz de luz **20** cruza el campo de visión del sensor de imágenes **12** oblicuamente en relación con el eje óptico **22** del sensor de imágenes **12**.

Las Figuras 2C y 2D ilustran la geometría de la sensibilidad angular del generador de imágenes/telómetro combinado **10A**, con los ejes ópticos paralelos del sensor de imágenes **12** y el iluminador **14** separados por una distancia D . "FP" denota el punto focal del sensor de imágenes **12**.

En la Figura 2C, una reflexión de un objeto en un rango r desde el generador de imágenes/telómetro combinado **10A** se capta en un ángulo θ cuya relación con r y D es $\cot(\theta)=r/D$. La sensibilidad angular del generador de imágenes/telómetro combinado **10A** aumenta al disminuir r (siempre que el objeto permanezca en el campo de visión del sensor de imágenes **12**) porque la magnitud de la pendiente de la función $\text{arccot}(x)$ aumenta de manera monótona a medida que x se aproxima a cero desde encima.

La Figura 2D ilustra cómo la sensibilidad del generador de imágenes/telómetro **10A** a un cambio en el rango de r_2 a r_1 aumenta con el aumento de D . El ángulo $\Delta\theta$ que se delimita por las reflexiones de r_1 y r_2 es $\arctan(r_2/D)-\arctan(r_1/D)$, cuya derivada con respecto a D es $(r_2^2-r_1^2)/[(D^2+r_2^2)(D^2+r_1^2)]$ que es estrictamente positiva.

La Figura 3 es un diagrama esquemático de alto nivel del sensor de imágenes **12**. El sensor de imágenes **12** incluye una matriz rectangular **26** de elementos fotodetectores, la óptica **24**, que se representa en la Figura 3 por una lente convexa, que enfoca la luz desde el campo de visión del sensor de imágenes **12** en la matriz **26**, y la electrónica de control **26** que usa la matriz **26** para adquirir imágenes del campo de visión del sensor de imágenes **12**. El eje óptico **22** es el eje óptico de la óptica **24**. Los elementos fotodetectores son preferentemente sensores de píxeles activos tales como detectores de

semiconductores complementarios de óxido de metal (CMOS) pero también podrían ser otros tipos de fotodetectores, por ejemplo, detectores acoplados a carga (CCD) o fotodiodos.

Las Figuras 4A y 4B ilustran que el campo de visión del sensor de imágenes **12** se define por la óptica **24** y la matriz **26** en combinación. En la Figura 4A, el círculo **30A** indica la porción de la matriz **26** en la que se enfoca la luz de la óptica **24**. El campo de visión del sensor de imágenes **12** es entonces un tronco cónico, que se extiende indefinidamente hacia afuera desde la porción de la matriz **26** que se limita por el círculo **30A**, cuyo eje de simetría es el eje óptico **22**. En la Figura 4B, la luz de la óptica **24** se enfoca en un plano que incluye la matriz **26** y se extiende más allá de la matriz **26**. El campo de visión del sensor de imágenes **12** es entonces un tronco piramidal, que se extiende indefinidamente hacia afuera desde toda la matriz **26**, cuyo eje de simetría es el eje óptico **22**.

El generador de imágenes/telómetro **10A** funciona como un telómetro sustancialmente como se describe anteriormente para el dispositivo del documento US 7,342,648. El funcionamiento del generador de imágenes/telómetro **10B** como un telómetro es similar y ahora se describirá con referencia a la Figura 5. La luz **20** del iluminador **14** se refleja desde un objeto **36** en el campo de visión del sensor de imágenes **12**. La luz reflejada, que se representa en la Figura 5 como un rayo reflejado **38**, se enfoca por la óptica **24** en un punto **34** en la matriz **26**. El desplazamiento Δ del punto **34** a lo largo de la matriz **26** desde el eje óptico **22** es una función monótona de donde a lo largo del haz de luz **20** se encuentra el punto de reflexión e indica el rango r desde un punto arbitrario en el generador de imágenes/telómetro hasta el objeto **36**. Esta función puede obtenerse de antemano rastreando rayos desde varios puntos en la matriz **26** a través de la óptica **24** hasta el haz de luz **20**, o calibrando el generador de imágenes/telómetro **10B** en relación con los objetos **36** que se ubican en rangos conocidos r desde el generador de imágenes/telómetro **10B**. Tenga en cuenta que el generador de imágenes/telómetro **10A** es un caso especial del generador de imágenes/telómetro **10B**, siendo el caso especial del haz de luz **20** paralelo al eje óptico **22**. El controlador **16** identifica, en un cuadro que adquiere el sensor de imágenes **12**, el píxel que representa la luz reflejada identifica el elemento fotodetector en el punto **34** que corresponde a ese píxel, y calcula o busca en una tabla el rango correspondiente r . Puede demostrarse que la sensibilidad angular del generador de imágenes/telómetro **10B**, en función del rango r , es similar a la sensibilidad angular del generador de imágenes/telómetro **10A**.

En la práctica, debido a efectos tales como el ancho finito del haz de luz **20**, la luz que se refleja desde el objeto **36** se enfoca en varios de los elementos fotodetectores de la matriz **26**. El punto **34** se determina a partir del centroide de los píxeles del cuadro que representa la luz reflejada **38**.

Una ventaja del generador de imágenes/telómetro **10B** sobre el generador de imágenes/telómetro **10A** es que el generador de imágenes/telómetro **10B** aprovecha más el ancho de la matriz **26** que el generador de imágenes/telómetro **10A** para captar las reflexiones del haz de luz **20**. En el generador de imágenes/telómetro **10A**, las reflexiones del haz de luz **20** se enfocan solo en el lado de la matriz de fotodetectores **26** adyacente al iluminador **14**. En el generador de imágenes/telómetro **10B**, las reflexiones del haz de luz **20** se enfocan en ambos lados de la matriz de fotodetectores **26**. Se deduce que la estimación del rango r mediante el generador de imágenes/telómetro **10B** es inherentemente más precisa que la estimación del rango r mediante el generador de imágenes/telómetro **10A**. Si el haz de luz **20** es paralelo al límite opuesto **18** del campo de visión del sensor de imágenes **12**, entonces el generador de imágenes/telómetro **10B** aprovecha todo el ancho de la matriz de fotodetectores **26**. El generador de imágenes/telómetro **10B** también es inherentemente capaz de medir rangos r más cercanos que el generador de imágenes/telómetro **10A**. De hecho, la precisión del generador de imágenes/telómetro **10B** en rangos cortos r puede aumentarse haciendo que la oblicuidad del iluminador **14** en relación con el eje óptico **22** sea tan grande que el haz de luz **20** cruce todo el campo de visión del sensor de imágenes **12**, a expensas de perder la capacidad de medir rangos r largos.

La Figura 6 muestra un helicóptero de reconocimiento teledirigido **40** que se equipa con un generador de imágenes/telómetro **10A** o **10B**. En funcionamiento normal, el generador de imágenes/telómetro **10A** o **10B** se usa para adquirir imágenes del terreno sobre el cual vuela el helicóptero **40**. En este modo de funcionamiento "normal", el generador de imágenes/telómetro **10A** o **10B** adquiere imágenes del campo de visión completo del sensor de imágenes **12**, bajo el control del controlador **16**, a la frecuencia de cuadro normal del sensor de imágenes **12**, por ejemplo, 30 a 50 Hz. Ocasionalmente, el controlador **16** activa el iluminador **14** durante la duración de un cuadro. El controlador **16** registra la imagen completa de ese cuadro con la imagen completa del cuadro anterior y luego resta esa imagen de la imagen anterior para obtener una imagen de diferencia. La característica más destacada en la imagen de diferencia son los píxeles que representan la luz **38** que se refleja desde el terreno. El controlador **16** identifica estos píxeles y calcula la altitud r del helicóptero **40** sobre el terreno como se describió anteriormente. El iluminador **14** se activa solo ocasionalmente en caso de que se sospeche que el objetivo del reconocimiento tenga un sensor para detectar el haz de luz **20** e inicie una acción defensiva o evasiva.

En modalidades alternativas del método de la presente invención, se usa un dispositivo de navegación tal como un receptor GPS además o en lugar del generador de imágenes/telómetro **10A** o **10B** en modo "normal" para medir la altitud del helicóptero **40** sobre el terreno.

Si, durante el modo de funcionamiento "normal", el controlador **16** determina que la altitud del helicóptero **40** sobre el terreno objetivo es peligrosamente baja, el controlador **16** cambia al modo "emergencia". El hecho de que el helicóptero **40** esté peligrosamente bajo puede indicar la falla del sistema de propulsión del helicóptero **40**, por lo que es inminente un

choque en el terreno objetivo. En el modo de "emergencia", el controlador **16** aumenta la frecuencia de cuadro del sensor de imágenes **12** a, *por ejemplo*, 250 Hz y ordena al sensor de imágenes **12** que adquiera imágenes parciales que incluyen solo píxeles de solo una porción de los elementos fotodetectores de la matriz de fotodetectores **26**, específicamente, las filas que incluyen los últimos elementos fotodetectores para representar la luz reflejada **38** durante el modo "normal" más un pequeño número de filas de respaldo en caso de que el punto **34** se haya movido desde la última medición de altitud. Alternativamente, después de que se hayan adquirido varias imágenes parciales, el cambio con el tiempo, de qué porción de las filas de la matriz de fotodetectores **26** representa la luz reflejada **38**, de una imagen parcial a la siguiente, se usa para decidir qué filas (además, por seguridad, una pequeña cantidad de filas de respaldo) se usarán para adquirir la siguiente imagen parcial. El cambio inicial con el tiempo en la matriz **26** del cual los fotodetectores representan la luz reflejada **38** también podría deducirse del cambio con el tiempo del cual los fotodetectores representan la luz reflejada **38** hacia el final del modo de funcionamiento "normal". En principio, el modo de "emergencia" podría efectuarse usando solo una fila de fotodetectores para adquirir cada imagen parcial, pero este no es un modo preferido de la presente invención. El hecho de que solo una parte de los elementos fotodetectores de la matriz **26** se interroguen en modo "emergencia" permite que el controlador **16** se base en el mismo procesador que procesa imágenes completas en modo "normal" a pesar de la mayor frecuencia de cuadros del modo "emergencia". En el modo "emergencia", el controlador **16** activa el iluminador **14** durante la duración de cada dos cuadros, para tomar la diferencia de cada par de imágenes parciales y así calcular la altitud del helicóptero **40** a la mitad de la frecuencia de cuadros de emergencia y la tasa de cambio de la altitud del helicóptero **40** a una cuarta parte de la frecuencia de cuadros de emergencia. Si, en base a la altitud calculada y la velocidad de descenso calculada, el controlador **16** decide que un choque es inminente, el controlador **16** inicia una acción defensiva para asegurar el helicóptero **42** contra daños por impacto. Por ejemplo, el helicóptero **40** podría equiparse con un sistema de protección de airbag **42**, similar a los sistemas de protección de airbag que se describen en la Patente de los Estados Unidos número 5,992,794 de Rotman y otros, y en la Publicación de Solicitud de Patente de los Estados Unidos número 2010/0181421 a Albagli y otros, como se ilustra en la Figura 6.

Como se señaló anteriormente, la funcionalidad del generador de imágenes/telómetro **10A** o **10B** para detectar y hacer frente a situaciones de emergencia como se describió anteriormente también podría implementarse usando un generador de imágenes convencional y un telómetro convencional separado. La ventaja de un generador de imágenes/telómetro de la presente invención es que combina ambas funcionalidades en el mismo dispositivo, lo cual es importante, *por ejemplo*, en un pequeño helicóptero teledirigido **40** en el que el espacio y el peso son muy importantes.

La Figura 7 es una vista esquemática lateral de una variante del sensor de imágenes **12** que se basa en una cámara de video de color estándar y que se destina a usarse junto con un iluminador **14** que es un láser infrarrojo. En una cámara de video de este tipo, la matriz de elementos fotodetectores **12** se cubre por un filtro **44**, tal como un filtro Bayer, que solo pasa luz verde a la mitad de los elementos fotodetectores, solo luz azul a un cuarto de los elementos fotodetectores, y solo luz roja e infrarroja al cuarto restante de los elementos fotodetectores. La Figura 8 muestra cómo se disponen los subfiltros **48** de un filtro Bayer estándar. Los subfiltros **48** con etiqueta "B" solo pasan luz azul. Los subfiltros **48** con etiqueta "G" solo pasan luz verde. Los subfiltros **48** con etiqueta R solo pasan luz roja e infrarroja. En una cámara de video de color estándar, se monta un filtro Bayer **44** de modo que haya una correspondencia 1:1 entre los subfiltros **48** y los elementos fotodetectores de la matriz **12** y cada subfiltro **48** filtra solo la luz que se enfoca a su respectivo elemento fotodetector.

Una cámara de video de color estándar también incluye otro filtro, que se asocia con la óptica **24**, para filtrar la radiación infrarroja. El sensor de imágenes **12** de la Figura 7 incluye un filtro similar **46** que filtra la mayoría de la radiación infrarroja, pero tiene una muesca para pasar una banda estrecha de longitudes de onda infrarrojas, específicamente, la banda de longitudes de onda en el rayo láser infrarrojo **20** del iluminador asociado **14**. En un generador de imágenes/telómetro **10A** o **10B** que incluye un sensor de imágenes **12** de este tipo y un iluminador **14** de este tipo, el controlador **16** realiza telemetría basándose únicamente en los píxeles que representan la luz roja e infrarroja.

Si bien la invención se ha descrito con respecto a un número limitado de modalidades, se apreciará que pueden hacerse muchas variaciones, modificaciones y otras aplicaciones de la invención. Por lo tanto, la invención reivindicada como se menciona en las reivindicaciones que siguen no se limita a las modalidades descritas en el presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Un vehículo (40) que comprende un generador de imágenes y un telémetro combinados (10A, 10B) que se montan en el vehículo, el generador de imágenes y el telémetro combinados que comprenden:
- 5 (a) un sensor de imágenes (12) para adquirir imágenes de objetos en un campo de visión (18);
 (b) un iluminador (14) para dirigir un haz de luz (20) al menos en parte a través de dicho campo de visión; y
 (c) un controlador (16) para operar dicho sensor de imágenes (12) y dicho iluminador (14) en un primer modo en el que dicho sensor de imágenes adquiere imágenes completas que abarcan sustancialmente todo dicho campo de visión,
- 10 **caracterizado porque** dicho controlador (16) se configura además para determinar un primer rango desde el vehículo (40) a uno de dichos objetos, y para cambiar, si dicho primer rango es inferior a un umbral predeterminado, para operar dicho sensor de imágenes (12) y dicho iluminador (14) en un segundo modo en el que dicho sensor de imágenes (12) adquiere imágenes parciales que abarcan solo una porción de dicho campo de visión que incluye una reflexión de dicho haz de luz (20) desde dicho un objeto, y para determinar desde una ubicación, en cada una de al menos una porción de dichas imágenes parciales, de una parte de dicha cada imagen parcial que representa dicha reflexión, un rango correspondiente hasta dicho un objeto;
- 15 en donde dicho sensor de imágenes (12) adquiere dichas imágenes completas en dicho primer modo a una primera frecuencia de cuadros y adquiere dichas imágenes parciales en dicho segundo modo a una segunda frecuencia de cuadros que es más rápida que dicha primera frecuencia de cuadros.
2. El vehículo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho controlador (16) también determina, a partir de al menos dos de dichas ubicaciones, una velocidad de aproximación a dicho un objeto.
- 25 3. El vehículo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho iluminador (14) se despliega en una relación espacial fija con dicho sensor de imágenes (12).
4. El vehículo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho iluminador (14) incluye una fuente de luz coherente.
- 30 5. El vehículo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho iluminador (14) incluye una fuente de luz incoherente y una óptica para colimar dicha luz incoherente para producir dicho haz de luz.
6. El vehículo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde, mientras opera dicho sensor de imágenes (12) y dicho iluminador (14) en dicho primer modo, dicho controlador (16) determina dicho primer rango desde una ubicación, en cada una de al menos una porción de dichas imágenes completas, de una parte de dicha imagen completa que representa dicha reflexión.
- 35 7. El vehículo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho sensor de imágenes (12) incluye un filtro de muesca (46) que pasa una banda estrecha de longitudes de onda de dicha luz.
8. El vehículo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho sensor de imágenes (12) incluye una matriz (26) de una pluralidad de elementos fotodetectores.
- 45 9. El vehículo de acuerdo con la reivindicación 8, en donde dicha matriz (26) incluye una pluralidad de filas y en donde dichas imágenes parciales se adquieren mediante el uso de una menor cantidad de dichas filas que las que se usan para adquirir dichas imágenes completas.
10. El buscador de vehículo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha parte de dicha imagen parcial que representa dicha reflexión incluye una pluralidad de píxeles y en donde dicha ubicación es un centroide de dicha pluralidad de píxeles.
- 50 11. Un método para anticipar una colisión entre un vehículo (40) y un segundo cuerpo, que comprende las etapas de:
- 55 (a) equipar el vehículo con un sensor de imágenes (12) que tiene un campo de visión (18) y un iluminador (14);
 (b) adquirir, usando dicho sensor de imágenes (12), imágenes completas sucesivas que abarcan sustancialmente todo dicho campo de visión;
 (c) determinar un primer rango desde el vehículo (40) hasta el segundo cuerpo;
- 60 **caracterizado por** la etapa adicional de:
 (d) si dicho primer rango está por debajo de un umbral predeterminado:
- 65 (i) adquirir, usando dicho sensor de imágenes (12), imágenes parciales sucesivas que abarcan solo una porción, de dicho campo de visión, que incluye al menos una porción del segundo cuerpo mientras se dirige un haz de luz (20) desde el iluminador (14) a dicha al menos porción del segundo cuerpo,

(ii) calcular una pluralidad de mediciones de rango, desde el vehículo hasta el segundo cuerpo, que se basan al menos en parte en las ubicaciones respectivas dentro de cada una de una pluralidad de dichas imágenes parciales, de una parte, de cada imagen parcial que representa una reflexión de dicho haz de luz (20) desde al menos dicha porción del segundo cuerpo, y

5 (iii) decidir, en base a dichas mediciones de rango, si es inminente una colisión entre el vehículo y el segundo cuerpo;

10 en donde dichas imágenes completas se adquieren a una primera frecuencia de cuadros y en donde dichas imágenes parciales se adquieren a una segunda frecuencia de cuadros que es más rápida que dicha primera frecuencia de cuadros.

12. El método de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende además la etapa de:

(e) si se determina que dicha colisión es inminente, asegurar el vehículo para minimizar el daño al vehículo que causa dicha colisión.

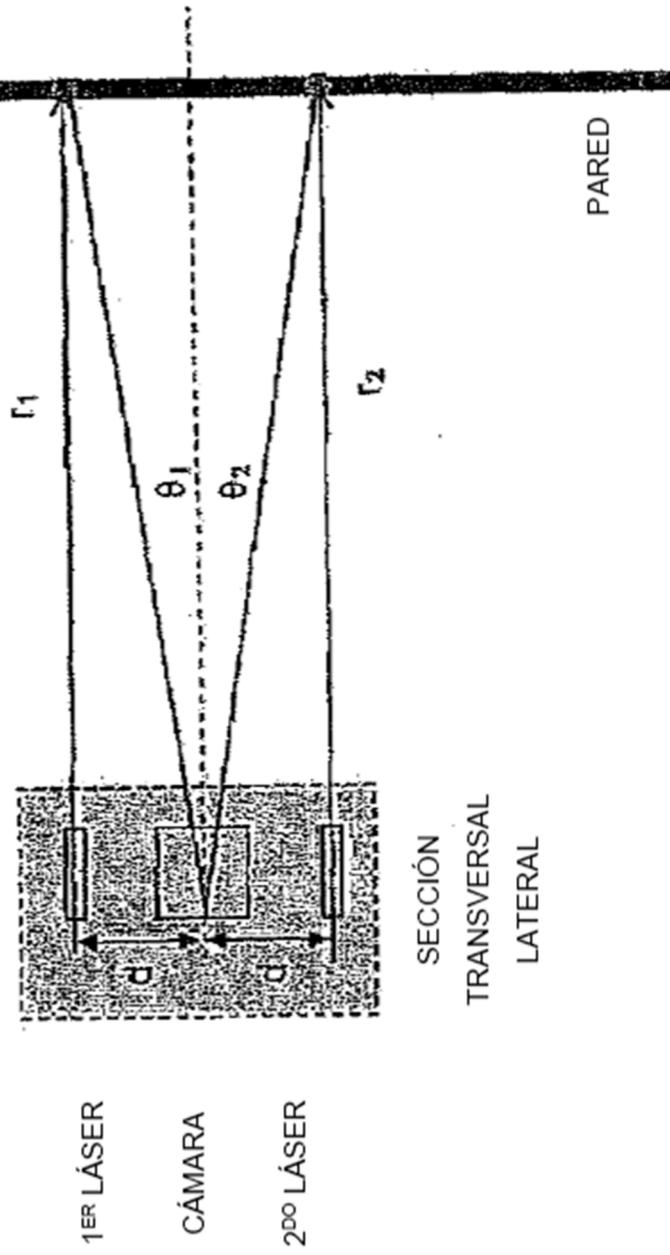
15 13. El método de acuerdo con la reivindicación 11, en donde dicha determinación de dicho primer rango incluye dicha adquisición de dichas imágenes completas sucesivas, mientras se dirige dicho haz de luz al menos en parte a través de dicho campo de visión de una manera sincronizada con dicha adquisición de dichas imágenes completas para apoyar el cálculo de dicho primer rango en base, al menos en parte, a una ubicación dentro de una de dichas imágenes completas de una parte de dicha imagen completa que representa una reflexión de dicha luz desde el

20 segundo cuerpo.

14. El método de acuerdo con la reivindicación 11, en donde dicho direccionamiento de dicho haz de luz en al menos dicha porción del segundo cuerpo durante dicha adquisición de dichas imágenes parciales se sincroniza con dicha adquisición de dichas imágenes parciales.

25

FIGURA 1
(Técnica anterior)



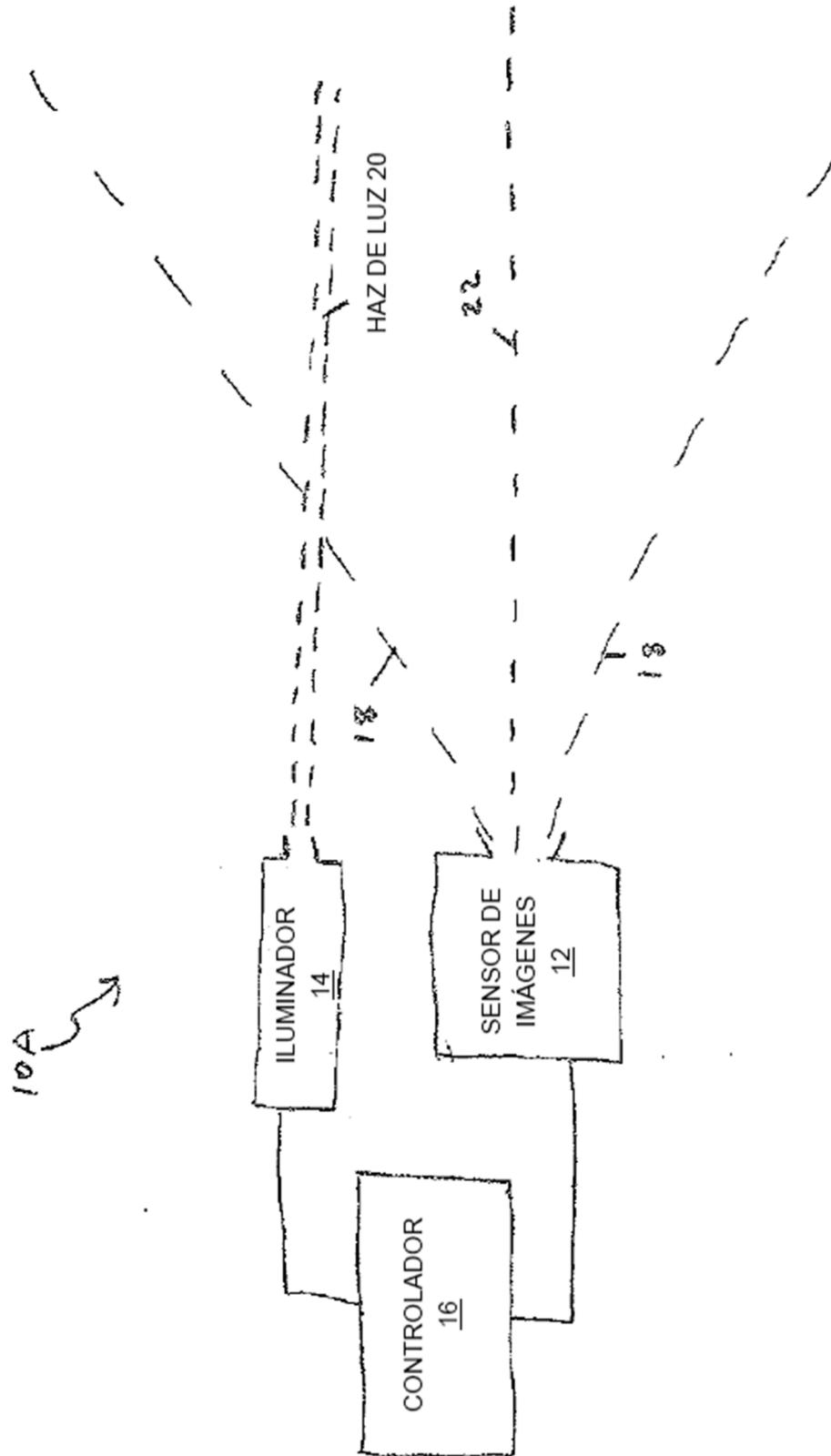


FIGURA 2A

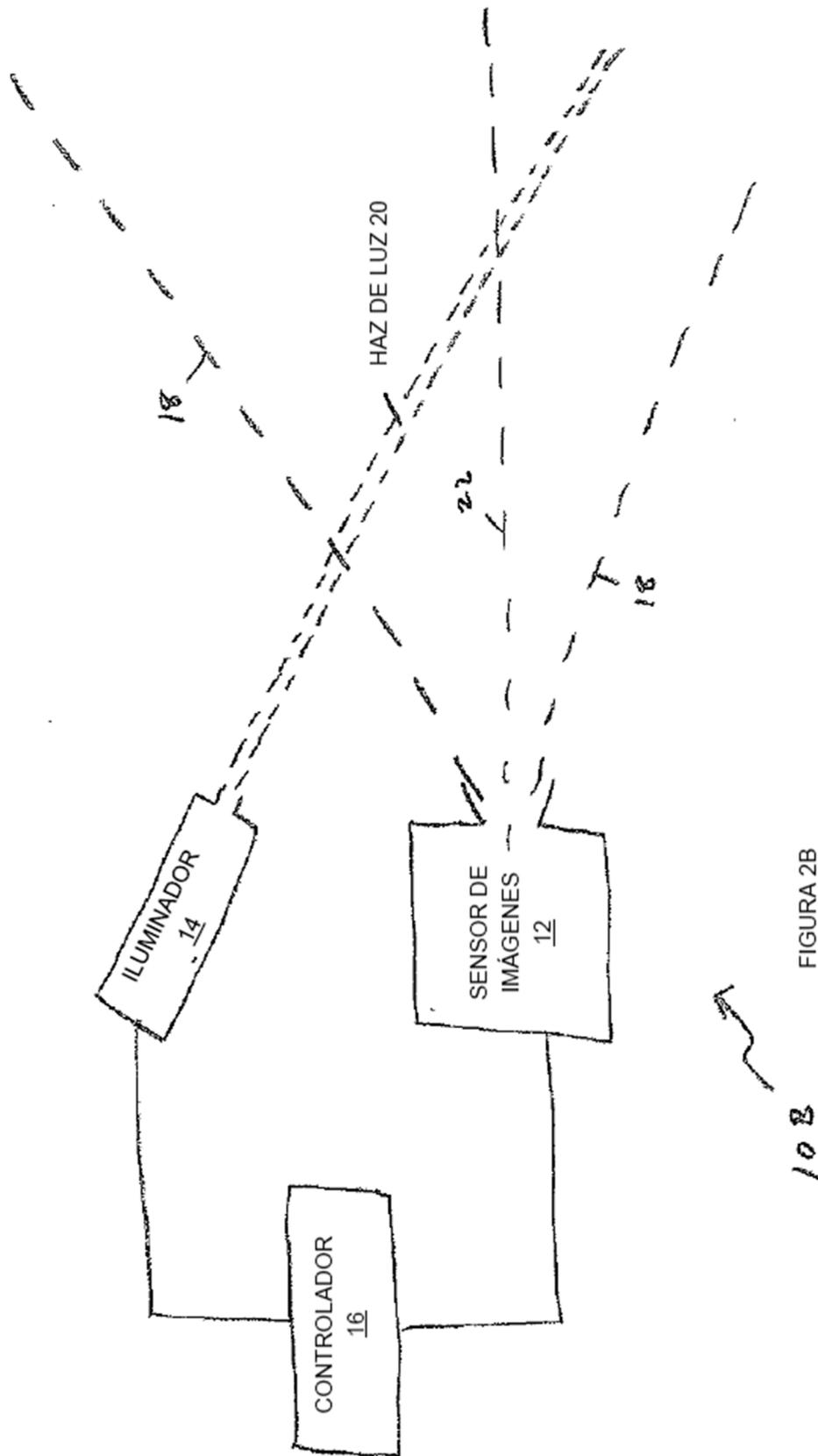


FIGURA 2B

10B

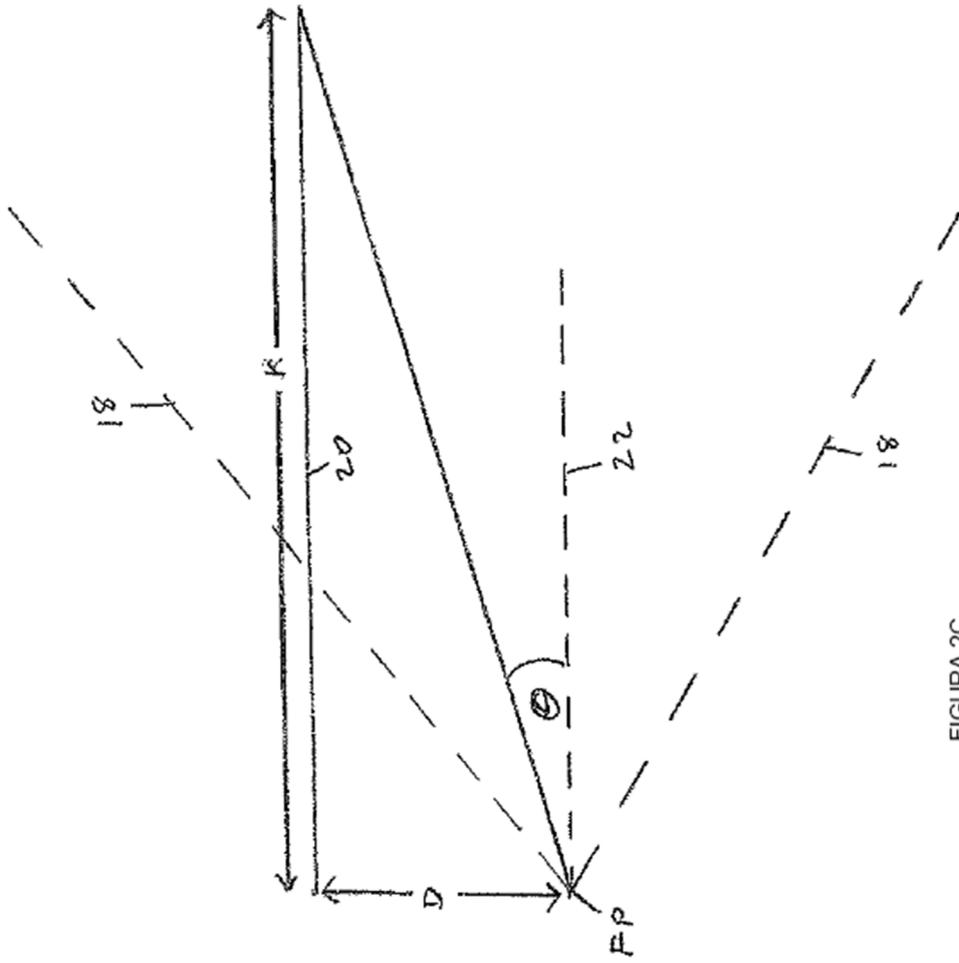


FIGURA 2C

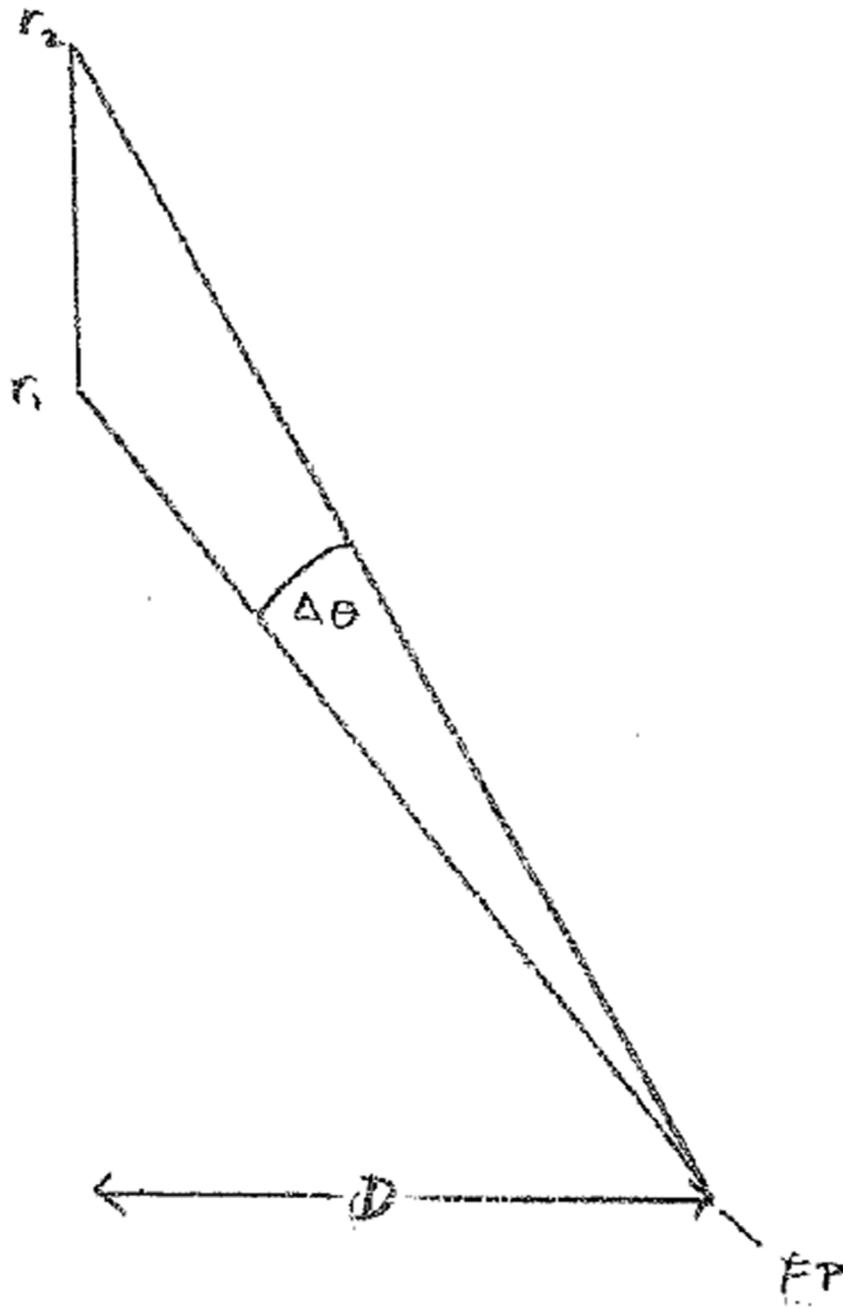


FIGURA 2D

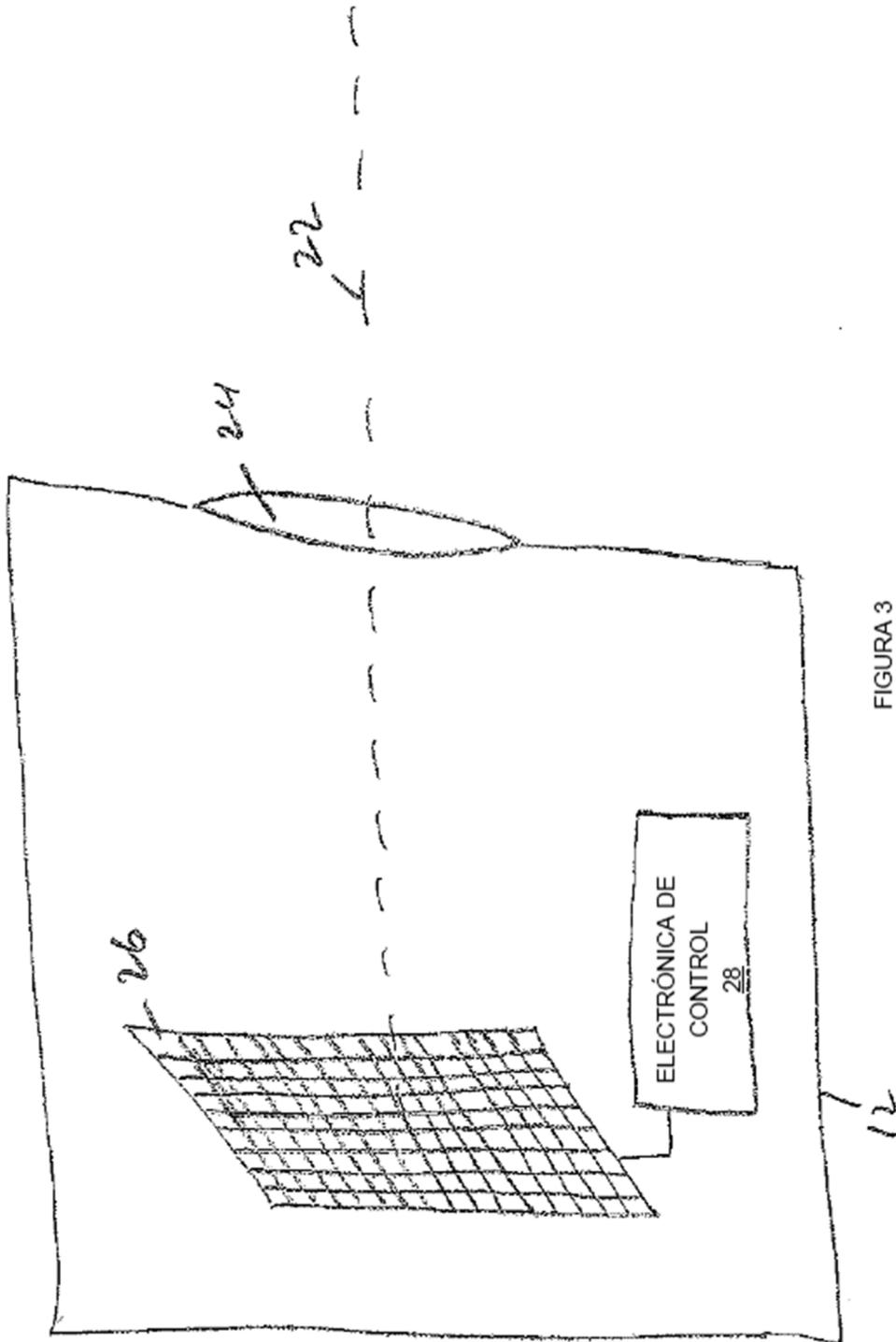


FIGURA 3

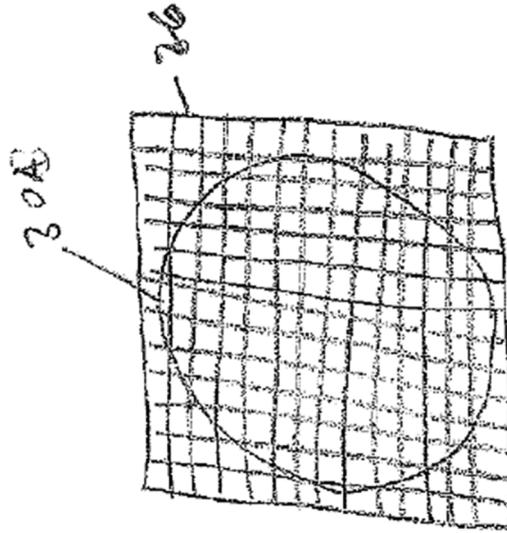


FIGURA 4A

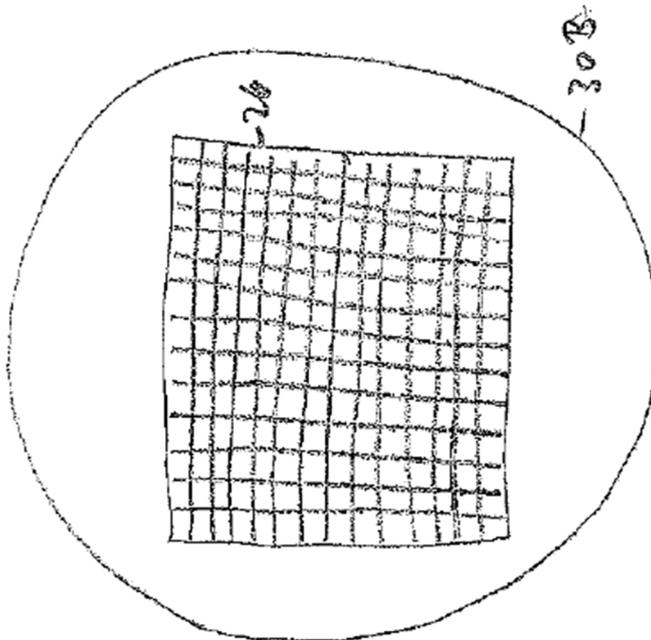


FIGURA 4B

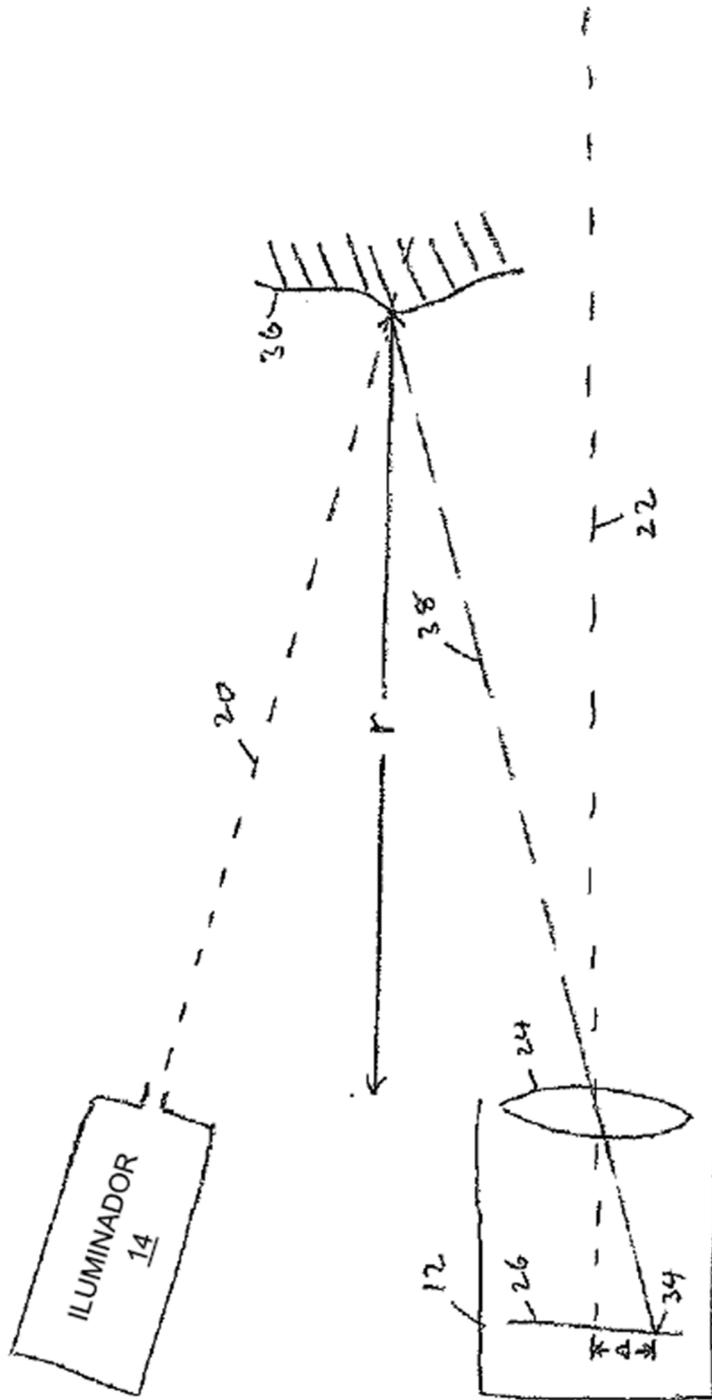


FIGURA 5

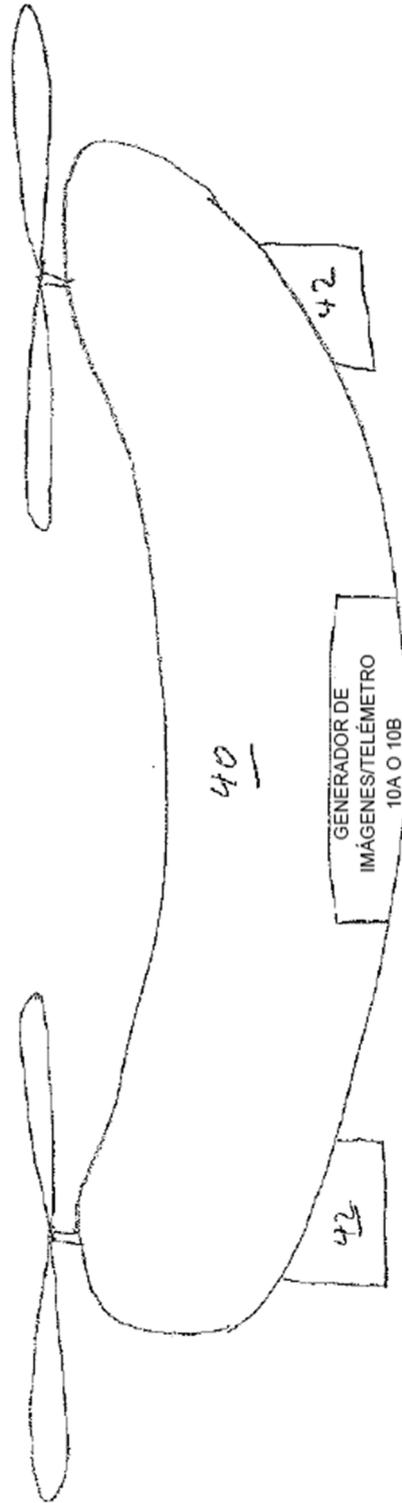


FIGURA 6

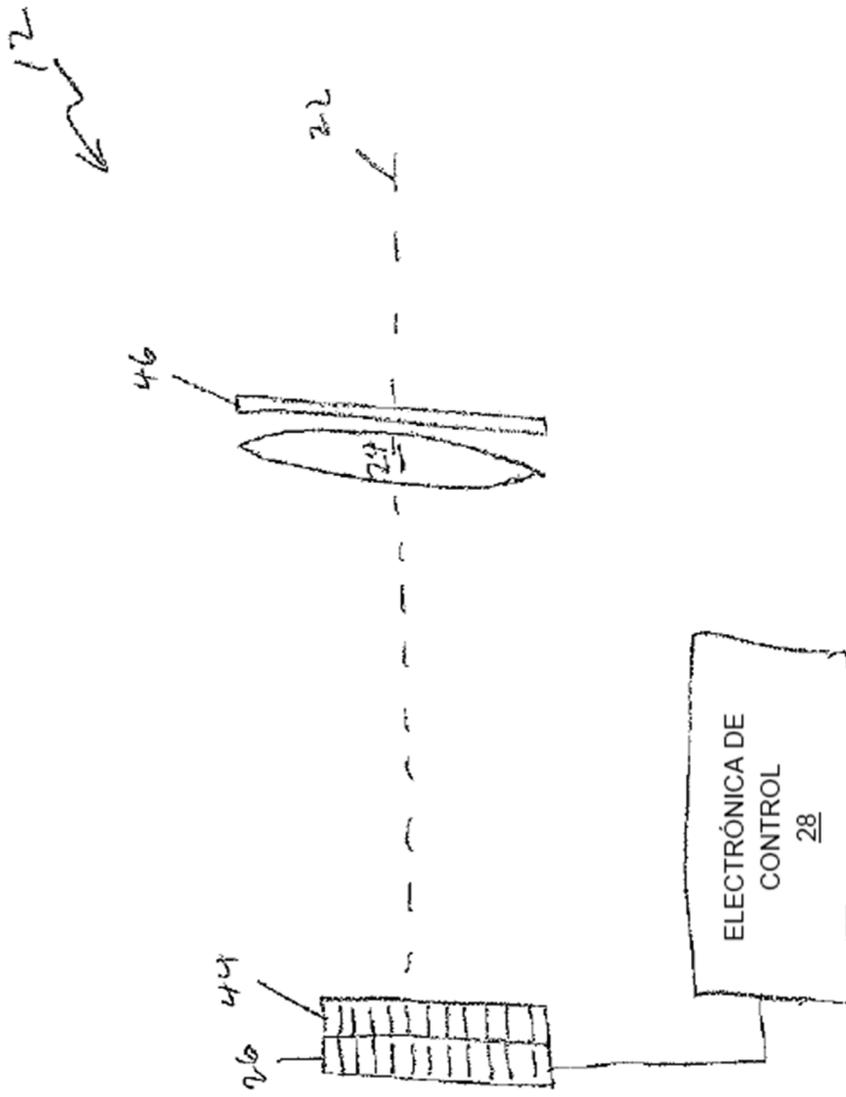


FIGURA 7

44
↙

$\frac{46}{1} G$	$\frac{46}{1} B$	$\frac{46}{1} G$	$\frac{46}{1} B$
$\frac{46}{1} R$	$\frac{46}{1} G$	$\frac{46}{1} R$	$\frac{46}{1} G$
$\frac{46}{1} G$	$\frac{46}{1} B$	$\frac{46}{1} G$	$\frac{46}{1} B$
$\frac{46}{1} R$	$\frac{46}{1} G$	$\frac{46}{1} R$	$\frac{46}{1} G$

FIGURA 8