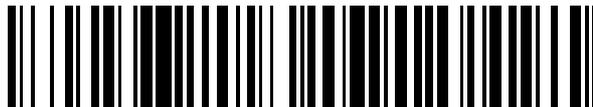


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 666 121**

51 Int. Cl.:

G01B 11/03 (2006.01)

G06K 9/74 (2006.01)

G06T 5/00 (2006.01)

G06T 7/00 (2007.01)

G06T 7/20 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.03.2014 PCT/US2014/026216**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2014 WO14151670**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2014 E 14767300 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.02.2018 EP 2972069**

54 Título: **Método y dispositivo para medir la distorsión óptica causada por un objeto**

30 Prioridad:

15.03.2013 US 201361794489 P

12.03.2014 US 201414207075

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

03.05.2018

73 Titular/es:

THALES DEFENSE & SECURITY, INC. (100.0%)

22605 Gateway Center Dr.

Clarksburg, MD 20871, US

72 Inventor/es:

ATAC, ROBERT B.;

EDEL, MARK W.;

SPINK, SCOTT A.;

FISCHLER, MARK S. y

NULL, WILLIAM J.

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 666 121 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 dispositivo para medir la distorsión óptica causada por un objeto

- 5 La presente solicitud reclama el beneficio y la prioridad sobre la Solicitud de Patente Provisional de Estados Unidos n.º 61/794.489, titulada "Application System and Method for Measuring and Compensating for Optical Distortion", presentada el 15 de marzo de 2013.

Antecedentes

- 10 Los aspectos de la presente invención se refieren, en general, a un sistema y un método para medir y compensar la distorsión óptica y, más en particular, a un sistema y un método para medir y compensar la distorsión de la cúpula, causada cuando un piloto mira un objeto a través de la cúpula de una aeronave.

- 15 El documento US 2010/0086191 da a conocer un sistema para evaluar la distorsión óptica en una transparencia de una aeronave, tal como un parabrisas.

- 20 Un artículo titulado "Videogrammetric system for dynamic deformation measurement during metal sheet welding process", de Liu y col. (Optical Engineering 49 (3) 033601), da a conocer un sistema sin contacto para monitorizar el historial del tiempo de deformación en 3D de una chapa metálica.

Sumario

- 25 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un método de acuerdo con la reivindicación 1. El método incluye grabar una primera orientación y una primera posición de una pluralidad de marcas de referencia con respecto a un ángulo de apuntamiento de un dispositivo de grabación, en el que la pluralidad de marcas de referencia se encuentran próximas al dispositivo de grabación; disponer un objeto entre el dispositivo de grabación y parte de la pluralidad de marcas de referencia; grabar una segunda orientación y una segunda posición de la pluralidad de marcas de referencia, con respecto al ángulo de apuntamiento del dispositivo de grabación; y comparar la primera orientación y la primera posición, de la pluralidad de marcas de referencia, con la segunda orientación y la segunda posición de la pluralidad de marcas de referencia, para medir la distorsión introducida por el objeto mediante el cálculo de la diferencia entre la primera orientación y la primera posición, de la pluralidad de marcas de referencia, y entre la segunda orientación y la segunda posición de la pluralidad de marcas de referencia, y utilizar las diferencias para calcular la distorsión introducida por el objeto.

- 35 En el presente documento también se da a conocer un sistema para llevar a cabo el método.

- 40 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de acuerdo con la reivindicación 10. El aparato incluye medios para grabar una primera orientación y una primera posición de una pluralidad de marcas de referencia, con respecto a un ángulo de apuntamiento de un dispositivo de grabación, en el que la pluralidad de marcas de referencia está situada proximalmente al dispositivo de grabación; medios para disponer un objeto entre el dispositivo de grabación y parte de la pluralidad de marcas de referencia; medios para grabar una segunda orientación y una segunda posición de la pluralidad de marcas de referencia, con respecto al ángulo de orientación del dispositivo de grabación; y medios para comparar la primera orientación y la primera posición, de la pluralidad de marcas de referencia, con la segunda orientación y la segunda posición de la pluralidad de marcas de referencia, para medir la distorsión introducida por el objeto mediante el cálculo de la diferencia entre la primera orientación y la primera posición, de la pluralidad de marcas de referencia, y entre la segunda orientación y la segunda posición de la pluralidad de marcas de referencia, y utilizar las diferencias para calcular la distorsión introducida por el objeto.

- 50 En el presente documento también se da a conocer un producto de programa informático que puede incluir un medio no transitorio legible por ordenador, que incluya una lógica de control almacenada en el mismo, para hacer que un ordenador mida y compense la distorsión óptica, incluyendo la lógica de control código para grabar una primera orientación y una primera posición de una pluralidad de marcas de referencia, con respecto a un ángulo de apuntamiento de un dispositivo de grabación; código para disponer un objeto entre el dispositivo de grabación y parte de la pluralidad de marcas de referencia; código para grabar una segunda orientación y una segunda posición de la pluralidad de marcas de referencia, con respecto al ángulo de apuntamiento del dispositivo de grabación; y código para comparar la primera orientación y la primera posición, de la pluralidad de marcas de referencia, con la segunda orientación y la segunda posición de la pluralidad de marcas de referencia, para medir la distorsión introducida por el objeto mediante el cálculo de la diferencia entre la primera orientación y la primera posición, de la pluralidad de marcas de referencia, y entre la segunda orientación y la segunda posición de la pluralidad de marcas de referencia, y utilizar las diferencias para calcular la distorsión introducida por el objeto.

Breve descripción de los dibujos

- 65 Estos y otros aspectos de muestra de la divulgación se describirán en la descripción detallada, y en las

reivindicaciones adjuntas que siguen y en los dibujos adjuntos, en los que:

- 5 La Fig. 1A es una vista en perspectiva lateral esquemática de una cámara que graba la ubicación de una pluralidad de puntos fiduciales, estando la cúpula situada fuera del campo de visión de la cámara de acuerdo con un aspecto ilustrativo de la presente invención;
- La Fig. 1B es una vista en perspectiva lateral esquemática de la cámara mostrada en la Fig. 1A, grabando la ubicación de una pluralidad de puntos fiduciales, estando la cúpula situada en el campo de visión de la cámara;
- La Fig. 2 es un diagrama de flujo lógico que describe un método para medir la distorsión de un objeto de acuerdo con un aspecto ilustrativo de la presente invención;
- 10 La Fig. 3 es una vista de los puntos fiduciales y de la cúpula, desde la cámara mostrada en la Fig. 1B;
- La Fig. 4A es una vista de un punto fiducial desde la cámara mostrada en la Fig. 1A, estando la cúpula situada fuera del campo de visión de la cámara de acuerdo con un aspecto ilustrativo de la presente invención;
- La Fig. 4B es una vista desde la cámara mostrada en la Fig. 1B, que muestra la posición de un punto fiducial y en la que la cúpula está situada en el campo de visión de la cámara; y
- 15 La Fig. 5 representa un sistema informático para implementar diversos aspectos de la presente invención.

De acuerdo con la práctica común puede que se hayan simplificado las diversas características ilustradas en los dibujos, en pos de la claridad. Así, los dibujos pueden no ser representativos de todos los componentes de un aparato o método dado. Adicionalmente, pueden usarse números de referencia similares para indicar características similares a lo largo de la memoria y las figuras.

Descripción detallada

25 Se describen a continuación diversos aspectos de la presente invención. Resultará evidente que las enseñanzas del presente documento pueden realizarse en una amplia variedad de formas, y que cualquier estructura o función específicas, o ambas, que se describan en el presente documento pueden ser meramente representativas. Basándose en las enseñanzas del presente documento, un experto en la materia deberá apreciar que un aspecto dado a conocer en el presente documento podrá implementarse independientemente de cualquier otro aspecto, y que pueden combinarse dos o más de estos aspectos de varias maneras. Por ejemplo, usando cualquiera de los

30 aspectos establecidos en el presente documento puede implementarse un aparato, o puede ponerse en práctica un método. Adicionalmente, puede implementarse dicho aparato o puede ponerse en práctica dicho método usando otra estructura, funcionalidad, o estructura y funcionalidad, además de uno o más de los aspectos expuestos en el presente documento.

35 Con referencia detallada a los dibujos, en los que los mismos números de referencia indican elementos similares en todos ellos, en las Figs. 1-4B se muestran sistemas y métodos para medir y compensar la distorsión óptica causada por un objeto, de acuerdo con un aspecto ilustrativo de la presente invención. Las palabras "sistema" y "método", tal como se usan en el presente documento, se utilizan de forma intercambiable y no pretenden ser limitantes.

40 Con el fin de proporcionar a un piloto el mayor campo de visión sin obstrucciones, las cúpulas transparentes se diseñan con una forma curva que envuelve al piloto y que queda sujeta al casco de la aeronave. Una vista sin obstáculos permite al piloto identificar fácilmente el entorno, facilitando también la maniobrabilidad de la aeronave. Adicionalmente, unas mayores vistas sin obstrucciones también permiten al piloto utilizar pantallas montadas en su casco, que incluyen realidad aumentada con imágenes generadas por ordenador, superpuestas sobre objetos reales

45 externos a la aeronave. Sin embargo, debido a la forma curva de la cúpula, se ha observado que la distorsión de la cúpula afecta negativamente a aquello que el piloto observe en el exterior de la aeronave, y puede contribuir significativamente a errores en la pantalla de realidad aumentada, tales como un error de apunte en un sistema de adquisición de blancos del casco.

50 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, un algoritmo de corrección de distorsión de la cúpula, por ejemplo, proporciona corrección para muchos puntos dentro de la cabina de la aeronave, permitiendo que un sistema de pantalla montado en el casco determine apropiadamente la dirección de visualización percibida del piloto. Al determinar correctamente la dirección de visualización percibida del piloto, un sistema de representación de imágenes montado en el casco podrá superponer en su pantalla imágenes generadas por ordenador,

55 correspondientes a objetos reales externos a la aeronave. Por ejemplo, una pantalla montada en el casco podría superponer un círculo de adquisición de blancos alrededor de otra aeronave externa, vista por el piloto a través de la cúpula 4. En otro ejemplo, el piloto podría dar paso a un sistema de adquisición de blancos o un misil, que esté montado en el exterior de la cabina, mediante el emplazamiento de una cruz, representada en la pantalla montada en el casco, sobre un objeto externo ubicado en tierra o en el cielo, y designándolo a continuación como el objeto deseado al informar al sistema de adquisición de blancos o al misil de la dirección correcta para detectar el objeto.

60

Las Figs. 1A y 1B ilustran un sistema 10 para medir la distorsión óptica causada por un objeto, de acuerdo con otro aspecto de la presente invención. En un aspecto, se usa un dispositivo 2 de grabación para comparar el movimiento "percibido" de una o más marcas 6 de referencia, con y sin un objeto 4 dispuesto entre el dispositivo 2 de grabación y las marcas 6 de referencia. La Fig. 4A muestra una vista de una marca 6 de referencia desde el dispositivo 2 de grabación, con el objeto 4 dispuesto fuera del campo de visión del dispositivo 2 de grabación. La Fig. 4B muestra

una vista de una marca 6 de referencia desde el dispositivo 2 de grabación, con el objeto 4 dispuesto en el campo de visión del dispositivo 2 de grabación. En un aspecto, el objeto 4 es una cúpula. En un aspecto, un procesador 8 calcula la distorsión causada por la cúpula 4. En un aspecto, el procesador 8 usa la distorsión calculada para alinear correctamente objetos generados por ordenador y objetos reales, en una pantalla montada en el casco del piloto.

5 Con referencia a la Fig. 1A, se sitúan una o más marcas 6 de referencia sobre una pared 7. En un aspecto, las marcas 6 de referencia pueden situarse en una matriz. En otro aspecto, las marcas 6 de referencia pueden situarse sobre la pared 7 al azar. En un aspecto, las marcas de referencia son puntos fiduciales. La Patente de Estados Unidos n.º 7.231.063 da a conocer un sistema de detección de triangulación, que utiliza puntos fiduciales para rastrear la orientación de una cámara que visualiza los puntos fiduciales. En un aspecto, cada punto fiducial 6 tiene un patrón único, lo que asegura que el sistema 10 compare correctamente el desplazamiento medido de un único punto fiducial 6, en lugar de comparar incorrectamente dos puntos fiduciales 6 diferentes. En un aspecto, descrito con más detalle a continuación, se utiliza software de mapeo de triangulación para medir la ubicación y orientación de cada punto fiducial 6.

15 En un aspecto, puede usarse el dispositivo 2 de grabación para grabar la orientación y posición de las marcas 6 de referencia, cuando las marcas 6 de referencia estén en la trayectoria óptica del dispositivo 2 de grabación. En un aspecto, el dispositivo 2 de grabación puede ser una cámara. En un aspecto, el dispositivo 2 de grabación puede ser un rastreador híbrido óptico/inercial InterSense®. En un aspecto, el dispositivo 2 de grabación está posicionado en un ángulo de apuntamiento predeterminado. En un aspecto, el dispositivo 2 de grabación graba una primera orientación y posición de las marcas 6 de referencia, representando visualmente cada marca 6 de referencia, mientras la cúpula 4 no está dispuesta en el campo de visión del dispositivo 2 de grabación. En un aspecto, el dispositivo 2 de grabación graba una segunda orientación y posición de las marcas 6 de referencia, representando visualmente cada marca 6 de referencia, mientras que la cúpula 4 está dispuesta en el campo de visión del dispositivo 2 de grabación. En un aspecto, el dispositivo 2 de grabación está montado sobre un cardán de prueba del rastreador. En un aspecto, el dispositivo 2 de grabación incluye una lente que se usa para representar una imagen del campo de visión de la lente.

30 El sistema 10 puede incluir adicionalmente un procesador 8 que reciba información de orientación y posición de las marcas 6 de referencia, desde el dispositivo 2 de grabación, y lleve a cabo cálculos sobre la información recibida desde el dispositivo 2 de grabación. Algunos de los cálculos efectuados se describirán con más detalle a continuación. En un aspecto, el procesador 8 puede ser un ordenador. En un aspecto, el procesador 8 puede estar distante del dispositivo 2 de grabación. En otro aspecto, el procesador 8 puede estar incluido en el dispositivo 2 de grabación, por ejemplo, el rastreador híbrido óptico/inercial InterSense®. En un aspecto, el procesador 8 almacena la información de orientación y posición recibida en una unidad 9 de almacenamiento.

40 Las Figs. 1A y 1B ilustran adicionalmente cómo la cúpula 4 puede estar posicionada en la trayectoria óptica del dispositivo 2 de grabación y cómo la cúpula 4 puede estar posicionada fuera de la trayectoria óptica del dispositivo 2 de grabación, de modo que el dispositivo 2 de grabación pueda representar visualmente marcas 6 de referencia en ambas posiciones de la cúpula. Cuando la cúpula 4 está situada en la trayectoria óptica del dispositivo 2 de grabación, la cúpula 4 distorsiona la imagen de cada uno de los puntos fiduciales recibidos por el dispositivo 2 de grabación, debido a la forma curva de la cúpula 4. La imagen distorsionada se compara con una imagen previa, grabada mediante el dispositivo 2 de grabación mientras la cúpula 4 no estaba situada en la trayectoria óptica del dispositivo 2 de grabación, para medir la cantidad de distorsión causada por la cúpula 4.

45 Con referencia a la Fig. 2, se muestra un aspecto ilustrativo de un diagrama de flujo lógico que describe un método 20 para medir la distorsión de un objeto. En la etapa 22, las marcas 6 de referencia (mostradas en las Figs. 1A y 1B) están situadas sobre una pared 7 (mostrada en las Figs. 1A y 1B) de un espacio que contiene una cabina. El dispositivo 2 de grabación (mostrado en las Figs. 1A y 1B) se coloca en el espacio en una disposición que sitúa las marcas 6 de referencia en la trayectoria óptica del dispositivo 2 de grabación. En un aspecto, las marcas 6 de referencia son puntos fiduciales y puede usarse software de mapeo de triangulación, para medir la ubicación y orientación de cada punto fiducial. El software de mapeo de triangulación utiliza la orientación de la cámara junto con imágenes de cámara sucesivas, para grabar tanto la orientación como las imágenes. Estas imágenes grabadas se comparan entonces para determinar las características comunes, y luego, con técnicas comunes de fotogrametría, se determina una ubicación tridimensional de cada característica común. En el caso particular en el que se usan puntos fiduciales, el centroide y el plano se ubican para cada punto fiducial como la característica a la que aplicar el proceso de fotogrametría. Este proceso dará como resultado un mapa de la ubicación centroide de los puntos fiduciales y de las orientaciones de los puntos fiduciales, con respecto a un origen común. En un aspecto, pueden instalarse marcas 6 de referencia sobre dos paredes 7 adyacentes (mostradas en las Fig. 3) para la alineación con la cabina. En un aspecto, pueden alinearse tres marcas 6 de referencia con la línea cero de azimut de la cabina. En un aspecto, se disponen verticalmente tres marcas 6 de referencia. En un aspecto, pueden alinearse dos marcas 6 de referencia con la línea cero de elevación de la cabina. En un aspecto, se disponen horizontalmente las marcas de referencia. En general, se elige un punto de referencia común para proporcionar cierta guía para ubicar puntos fiduciales en una matriz, alrededor del objeto a medir. La densidad de puntos fiduciales dará como resultado un mejor o peor mapa de distorsión de objetos. En otras palabras, cuanto mayor sea la densidad de puntos fiduciales, más preciso será el mapa de distorsión de objetos. Debe comprenderse que pueden usarse diferentes números de

marcas de referencia en diferentes aspectos.

5 En la etapa 24, una vez que las marcas 6 de referencia están instaladas, puede usarse un software de mapeo para determinar la ubicación y orientación de las marcas 6 de referencia, como se describió anteriormente. En un aspecto, el proceso de mapeo determina una ubicación de coordenadas X, Y, Z de cada marca 6 de referencia, así como una elevación, una orientación azimutal y de balanceo de cada marca 6 de referencia, con una precisión de menos de un milímetro. En un aspecto, el software de mapeo usa técnicas fotogramétricas para crear un mapa de la ubicación y orientación de las marcas 6 de referencia, como se describió anteriormente. En un aspecto, cada marca 6 de referencia tiene un código numérico único, utilizado por el software de mapeo y por el dispositivo de grabación para identificar individualmente cada marca 6 de referencia. El hecho de identificar de manera única cada marca 6 de referencia permite al procesador 8 comparar adecuadamente la orientación de cada marca 6 de referencia, en cada imagen procedente del dispositivo 2 de grabación, para determinar el grado de distorsión causado por la cúpula.

15 En la etapa 26, se carga en el procesador 8 el mapeo de la ubicación y orientación de coordenadas de cada marca 6 de referencia, de modo que el procesador cuente con la ubicación X, Y, Z y la elevación, y la orientación azimutal y de balanceo de cada marca 6 de referencia con respecto a la cabina, y también con el identificador único de cada una de las marcas 6 de referencia. El procesador 8 puede usar el mapeo para saber qué marcas 6 de referencia son válidas, y la ubicación relativa de cada marca 6 de referencia. El mapeo permite al procesador 8 alinear las marcas 6 de referencia con la cabina.

25 En la etapa 28, el dispositivo 2 de grabación graba una primera posición y orientación de las marcas 6 de referencia, situadas en la trayectoria óptica del dispositivo 2 de grabación. En la etapa 28, la cúpula 2 está dispuesta fuera de la trayectoria óptica del dispositivo 2 de grabación. El dispositivo 2 de grabación transmite los datos de posición y orientación de cada marca 6 de referencia al procesador 8, que almacena los datos de posición y orientación en una unidad 9 de almacenamiento.

30 En la etapa 30, se sitúa la cúpula 4 entre el dispositivo 2 de grabación y al menos algunas de las marcas 6 de referencia. En consecuencia, al situar la cúpula 4 se distorsionará la trayectoria óptica del dispositivo 2 de grabación, creando la ilusión de que las marcas 6 de referencia se mueven en relación con su original posición. En un aspecto, como se muestra en las Figs. 1A y 1B, la cúpula 4 se sitúa entre el dispositivo 2 de grabación y todas las marcas 6 de referencia. En otro aspecto, como se muestra en la Fig. 3, la cúpula 4 se sitúa entre el dispositivo 2 de grabación (no mostrado) y al menos una marca 6 de referencia. Al posicionar la cúpula 4 entre solo algunas de las marcas 6 de referencia, pueden usarse otras marcas 6 de referencia para calibrar el dispositivo 2 de grabación en caso de que el dispositivo 2 de grabación se desplace inesperadamente, lo que provocaría también la modificación del ángulo de apuntamiento del dispositivo de grabación.

40 En la etapa 32, el dispositivo 2 de grabación graba una segunda posición y orientación de cada marca 6 de referencia ubicada en la trayectoria óptica del dispositivo 2 de grabación. El dispositivo 2 de grabación transmite los datos de posición y orientación al procesador 8, que almacena los datos de posición y orientación en una unidad 9 de almacenamiento. Debe comprenderse que la etapa 32 puede repetirse varias veces, para grabar múltiples puntos de datos de posición y orientación para cada marca 6 de referencia.

45 En la etapa 34, el procesador 8 recupera la información de posición y orientación para cada marca 6 de referencia, desde la unidad 9 de almacenamiento, y compara la primera posición y orientación de cada marca 6 de referencia con la segunda posición y orientación de cada marca 6 de referencia, mediante el cálculo de la diferencia entre la primera posición y orientación de las marcas 6 de referencia y la segunda posición y orientación de las marcas 6 de referencia. Estos datos de diferencia representan la cantidad de distorsión causada por cada porción de la cúpula. En un aspecto, el procesador 8 ajusta los datos de diferencia en función del tipo de lente utilizado por el dispositivo 2 de grabación. Al conocer el grado de distorsión causado por cada porción de la cúpula, y mapear cada uno de estos grados de distorsión, un sistema de rastreo montado en el casco podrá ajustar en consecuencia su actual posición adquirida, para ubicar de manera apropiada un objeto externo en la aeronave.

55 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, el algoritmo de compensación puede utilizar un mapa de distorsión para corregir el error en un sistema de adquisición de blancos de la aeronave. En un aspecto, el método puede incluir determinar la posición y la orientación de un casco de piloto con relación a una cúpula, usando una unidad de medición inercial. En un aspecto, una unidad de medida inercial está montada en un casco de piloto. En un aspecto, una unidad de medida inercial rastrea la posición y la orientación de un casco de piloto con relación a una aeronave. La Patente de Estados Unidos n.º 7.000.469 da a conocer un sistema de rastreo de casco de piloto, que rastrea la posición y la orientación de un casco con relación a una aeronave. En un aspecto, una unidad de medida inercial está acoplada a un procesador. En un aspecto, una unidad de medida inercial envía una señal de posición/orientación del casco de piloto a un procesador.

65 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, un procesador calcula una dirección de adquisición de blancos de la orientación del casco de un usuario, basándose en la señal de posición/orientación del casco procedente de una unidad de medición inercial (UMI) montada en el casco, a través de técnicas habituales de

navegación y medición inerciales. Se compara constantemente la UMI montada en el casco con un dispositivo similar montado en la aeronave. Una vez que se determina la orientación de la aeronave y la orientación del casco de piloto en relación con la tierra, pueden situarse correctamente símbolos en la pantalla montada en el casco de piloto.

5 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, el método puede incluir ajustar una dirección de adquisición de blancos de un casco de piloto basándose en un coeficiente de distorsión predeterminado, almacenado en un mapa de distorsión. Por ejemplo, cuando el piloto ubica la mira en forma de cruz, de la pantalla montada en el casco (HMD), sobre un objeto externo, el sistema de HMD debe determinar la orientación del casco con relación a la tierra
10 haciendo uso de un rastreador de orientación del casco. El sistema de HMD debe aplicar entonces el coeficiente de distorsión de la cúpula a la orientación medida del casco, a fin de determinar la orientación del casco para un sistema de detección que no esté dentro de la cabina y sujeto a la distorsión de la cúpula. En un aspecto, un mapa de distorsión asocia una dirección de adquisición de blancos del casco con un coeficiente de distorsión. En un aspecto, una vez que el procesador determina una dirección de adquisición de blancos del casco de un usuario, el
15 procesador recupera de un mapa de distorsión un correspondiente coeficiente de distorsión.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, la invención incluye uno o más ordenadores que tienen uno o más procesadores y memorias (por ejemplo, uno o más dispositivos de almacenamiento no volátiles). En algunos aspectos la memoria, o el medio de almacenamiento legible por ordenador de la memoria, almacena programas,
20 módulos y estructuras de datos, o un subconjunto de los mismos para que un procesador controle y ejecute los diversos sistemas y métodos dados a conocer en el presente documento. En un aspecto, un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio tiene almacenado en el mismo instrucciones ejecutables por ordenador, las cuales, al ser ejecutadas por un procesador, llevan a cabo uno o más de los métodos dados a conocer en el presente documento.

25 Los aspectos de la presente invención pueden implementarse usando hardware, software o una combinación de los mismos, y pueden implementarse en uno o más sistemas informáticos u otros sistemas de procesamiento. En una variación, los aspectos de la invención están dirigidos a uno o más sistemas informáticos capaces de llevar a cabo la funcionalidad descrita en el presente documento. En la Fig. 5 se muestra un ejemplo de dicho sistema informático 700.
30

El sistema informático 700 incluye uno o más procesadores, tales como el procesador 704. El procesador 704 está conectado a una infraestructura 706 de comunicación (por ejemplo, un bus de comunicaciones, una barra de transición, o una red). Diversos aspectos del software se describen en términos de este sistema informático a modo
35 de ejemplo. Después de leer la presente descripción, resultará evidente para los expertos en la materia cómo implementar aspectos de la invención usando otros sistemas y/o arquitecturas de ordenador.

El sistema informático 700 puede incluir una interfaz 702 de visualización que envíe gráficos, texto y otros datos desde la infraestructura 706 de comunicación (o desde una memoria intermedia de trama, no mostrada) para su
40 representación visual en una unidad 730 de pantalla. El sistema informático 700 también incluye una memoria principal 708, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM), y también puede incluir una memoria secundaria 710. La memoria secundaria 710 puede incluir, por ejemplo, una unidad 712 de disco duro y/o una unidad 714 de almacenamiento extraíble, que representa una unidad de disquete, una unidad de cinta magnética, unidad de disco óptico, etc. El dispositivo 714 de almacenamiento extraíble lee desde y/o escribe en una unidad 718
45 de almacenamiento extraíble, de manera sobradamente conocida. La unidad 718 de almacenamiento extraíble representa un disquete, una cinta magnética, una memoria USB, un disco óptico, etc., del que lee y en el que escribe el dispositivo 714 de almacenamiento extraíble. Como se apreciará, la unidad 718 de almacenamiento extraíble incluye un medio de almacenamiento utilizable por ordenador, que tiene almacenado en el mismo software y/o datos de ordenador.
50

En variaciones alternativas, la memoria secundaria 710 puede incluir otros dispositivos similares para permitir cargar los programas informáticos u otras instrucciones en el sistema informático 700. Dichos dispositivos pueden incluir, por ejemplo, una unidad 722 de almacenamiento extraíble y una interfaz 720. Ejemplos de las mismas pueden incluir un cartucho de programa y una interfaz de cartucho (como los que se utilizan en los dispositivos de videojuego), un
55 chip de memoria extraíble (tal como una memoria de solo lectura programable borrable (EPROM) o una memoria programable de solo lectura (PROM)), y un puerto asociado, y otras unidades 722 de almacenamiento extraíbles e interfaces 720, que permitan transferir el software y los datos desde la unidad 722 de almacenamiento extraíble al sistema informático 700.

60 El sistema informático 700 también puede incluir una interfaz 724 de comunicaciones. La interfaz 724 de comunicaciones permite transferir el software y los datos entre el sistema informático 700 y los dispositivos externos. Ejemplos de interfaz 724 de comunicaciones pueden incluir un módem, una interfaz de red (tal como una tarjeta de Ethernet), un puerto de comunicaciones, una ranura y tarjeta de la asociación internacional de tarjetas de memoria para ordenadores personales (PCMCIA), etc. El software y los datos transferidos a través de la interfaz 724 de comunicaciones están en forma de señales, que pueden ser señales electrónicas, electromagnéticas, ópticas u otras
65 señales capaces de ser recibidas por la interfaz 724 de comunicaciones. Estas señales se proporcionan a la

interfaz 724 de comunicaciones a través de una ruta 726 (por ejemplo, canal) de comunicaciones. Esta ruta 726 transporta señales y puede implementarse mediante cable, fibra óptica, una línea telefónica, un enlace celular, un enlace de radiofrecuencia (RF) y/u otros canales de comunicación. En el presente documento, los términos "medio de programa informático", "medio utilizable por ordenador" y "medio legible por ordenador" se usan para referirse en general a medios tales como una unidad 714 de almacenamiento extraíble, un disco duro instalado en la unidad 712 de disco duro, y señales. Estos productos de programa informático proporcionan software al sistema informático 700. Los aspectos de la invención se refieren a dichos productos de programas informáticos.

Los programas informáticos (también denominados lógicas de control informático) se almacenan en la memoria principal 708 y/o en la memoria secundaria 710. Los programas informáticos también pueden recibirse a través de la interfaz 724 de comunicaciones. Tales programas informáticos, cuando se ejecutan, permiten al sistema informático 700 llevar a cabo las características de acuerdo con aspectos de la presente invención, según lo analizado en el presente documento. En particular, los programas informáticos, cuando se ejecutan, permiten que el procesador 704 lleve a cabo tales funciones. Por consiguiente, tales programas informáticos representan controladores del sistema informático 700.

En una variante en la que se implementan aspectos de la invención utilizando software, el software puede almacenarse en un producto de programa informático y cargarse en el sistema informático 700 utilizando el dispositivo 714 de almacenamiento extraíble, el disco duro 712 o la interfaz 720 de comunicaciones. La lógica (software) de control, cuando es ejecutada por el procesador 704, hace que el procesador 704 lleve a cabo las funciones descritas en el presente documento. En otra variación, los aspectos de la invención se implementan principalmente en hardware, usando, por ejemplo, componentes de hardware, tales como circuitos integrados específicos de aplicación (ASIC). La implementación de la máquina de estado de hardware, para llevar a cabo las funciones descritas en el presente documento, resultará evidente para los expertos en la/s materia/s relevante/s.

En otra variación más, los aspectos de la invención se implementan utilizando una combinación de hardware y software.

Aunque se han descrito aspectos de la presente invención en conexión con implementaciones preferidas, los expertos en la materia comprenderán que las variaciones y modificaciones anteriormente descritas pueden efectuarse sin apartarse del alcance de la misma. Otros aspectos resultarán evidentes para los expertos en la materia, a partir de una consideración de la memoria o a partir de una práctica de los aspectos de la invención dada a conocer en el presente documento.

A menos que se establezca específicamente en el presente documento, los términos "un", "uno/a" y "el/la" no están limitados a un elemento, sino que deberán interpretarse como "al menos uno/a".

Debe comprenderse que se han simplificado al menos algunas de las figuras y descripciones de la invención, para centrarse en elementos relevantes para una comprensión clara de la invención, al tiempo que, para mayor claridad, se han eliminado otros elementos que los expertos en la materia apreciarán que también pueden comprender una porción de la invención. Sin embargo, debido a que tales elementos son bien conocidos en la técnica, y debido a que no necesariamente facilitan una mejor comprensión de la invención, en el presente documento no se proporciona una descripción de tales elementos.

Adicionalmente, en la medida en que el método no depende del orden particular de las etapas expuestas en el presente documento, el orden particular de las etapas no deberá interpretarse como una limitación de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método (20) para medir la distorsión óptica de un objeto, comprendiendo el método:

5 mapear (24) una orientación inicial y una posición inicial de cada una de una pluralidad de marcas de referencia con respecto a un punto de referencia, en donde la orientación inicial incluye una ubicación X, Y, Z y una elevación, un azimut y una orientación de balanceo de cada marca de referencia con respecto al origen de un marco de coordenadas de referencia;

10 cargar (26) la orientación inicial y la posición inicial de cada una de la pluralidad de marcas de referencia en un dispositivo de grabación, en donde cada una de la pluralidad de marcas de referencia es un punto fiducial;

grabar (28) una primera orientación y una primera posición de una pluralidad de marcas de referencia con respecto a un ángulo de apuntamiento de un dispositivo de grabación, en donde la pluralidad de marcas de referencia están situadas en un campo de visión óptico del dispositivo de grabación;

15 disponer (30) un objeto entre el dispositivo de grabación y parte de la pluralidad de marcas de referencia, habiendo sido dispuesto el objeto fuera del campo de visión óptico del dispositivo de grabación durante la grabación de la primera orientación y la primera posición;

grabar (32) una segunda orientación y una segunda posición de la pluralidad de marcas de referencia con respecto al ángulo de apuntamiento del dispositivo de grabación; y

20 comparar (34) la primera orientación y la primera posición de la pluralidad de marcas de referencia con la segunda orientación y la segunda posición de la pluralidad de marcas de referencia, para medir la distorsión introducida por el objeto mediante el cálculo, para cada una de la pluralidad de marcas de referencia, de la diferencia entre la primera orientación y la primera posición de la marca de referencia y la segunda orientación y la segunda posición de la marca de referencia, y utilizar las diferencias para calcular la distorsión introducida por el objeto.

25 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

Representar visualmente cada una de la pluralidad de marcas de referencia en la primera y la segunda orientaciones y posiciones, utilizando el dispositivo de grabación.

30 3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el dispositivo de grabación es una cámara u otro sensor óptico que puede detectar las posiciones de las marcas.

35 4. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el dispositivo de grabación es un rastreador híbrido óptico/inercial.

5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el objeto está dispuesto entre algunas de la pluralidad de marcas de referencia, pero no entre otras de la pluralidad de marcas de referencia.

40 6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la diferencia entre la primera y la segunda orientaciones de las restantes de la pluralidad de marcas de referencia se resta de la diferencia entre la primera y la segunda orientaciones de algunas de la pluralidad de marcas de referencia.

45 7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada una de la pluralidad de marcas de referencia es un dispositivo emisor, tal como un LED.

50 8. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el dispositivo de grabación tiene un primer ángulo de apuntamiento, para grabar la primera orientación de la pluralidad de marcas de referencia, y un segundo ángulo de apuntamiento para grabar la segunda orientación de la pluralidad de marcas de referencia, siendo el primer ángulo de apuntamiento diferente del segundo ángulo de apuntamiento.

9. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se alinean tres marcas de referencia con una línea cero de azimut del objeto, y se alinean dos marcas de referencia con una línea cero de elevación del objeto.

55 10. Un aparato para medir la distorsión óptica de un objeto, comprendiendo el aparato:

medios para mapear una orientación inicial y una posición inicial de cada una de una pluralidad de marcas de referencia con respecto a un punto de referencia, en donde la orientación inicial incluye una ubicación X, Y, Z y una elevación, un azimut y una orientación de balanceo de cada marca de referencia con respecto al origen de un marco de coordenadas de referencia;

60 medios para cargar la orientación inicial y la posición inicial de cada una de la pluralidad de marcas de referencia en un dispositivo de grabación, en donde cada una de la pluralidad de marcas de referencia es un punto fiducial;

medios para grabar una primera orientación y una primera posición de una pluralidad de marcas de referencia con respecto a un ángulo de apuntamiento de un dispositivo de grabación, en donde la pluralidad de marcas de referencia están situadas en un campo de visión óptico del dispositivo de grabación;

65 medios para disponer un objeto entre el dispositivo de grabación y parte de la pluralidad de marcas de referencia,

habiendo sido dispuesto el objeto fuera del campo de visión óptico del dispositivo de grabación durante la grabación de la primera orientación y la primera posición;

medios para grabar una segunda orientación y una segunda posición de la pluralidad de marcas de referencia con respecto al ángulo de apuntamiento del dispositivo de grabación; y

5 medios para comparar la primera orientación y la primera posición de la pluralidad de marcas de referencia con la segunda orientación y la segunda posición de la pluralidad de marcas de referencia, para medir la distorsión introducida por el objeto mediante el cálculo, para cada una de la pluralidad de marcas de referencia, de la diferencia entre la primera orientación y la primera posición de la marca de referencia y la segunda orientación y
10 la segunda posición de la marca de referencia, y utilizar las diferencias para calcular la distorsión introducida por el objeto.

11. Un producto de programa informático para medir la distorsión óptica de un objeto, comprendiendo el producto de programa informático un medio no transitorio legible por ordenador que tiene almacenadas en el mismo instrucciones ejecutables, en donde las instrucciones ejecutables están dispuestas para hacer que al menos un
15 ordenador lleve a cabo, al ejecutar las mismas, un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-9.

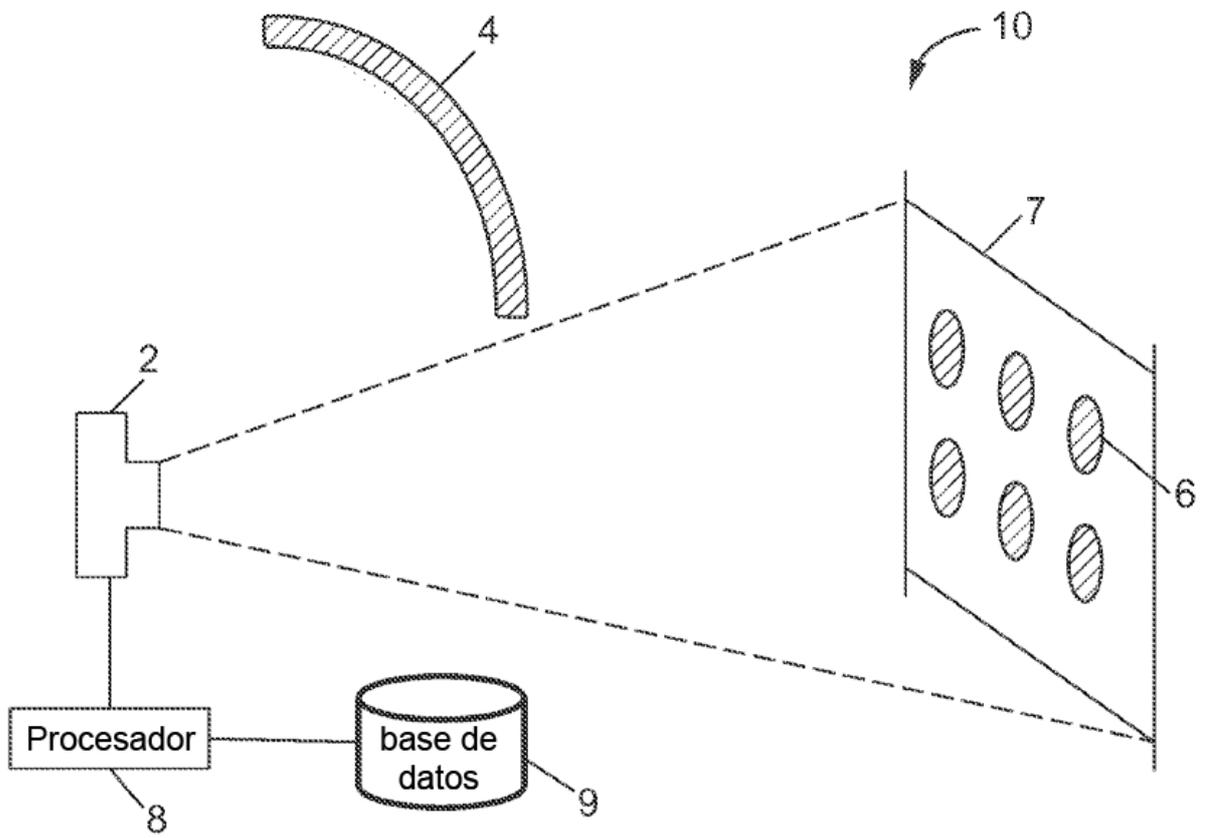


Fig. 1A

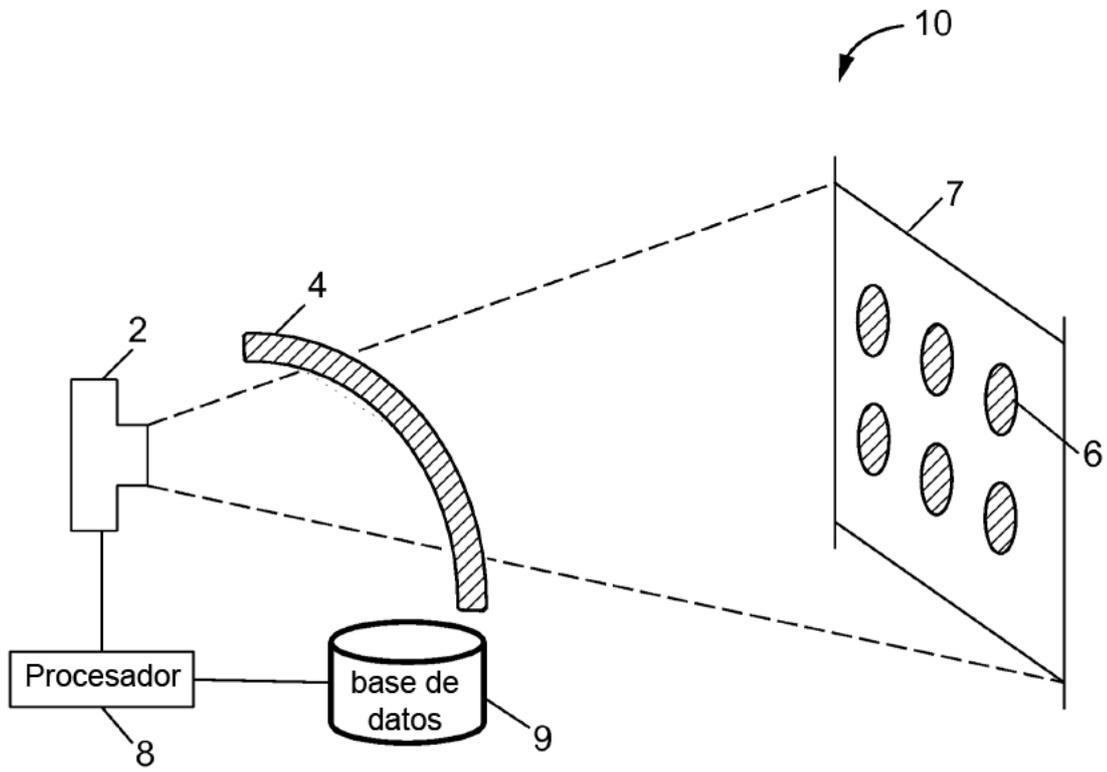


Fig. 1B

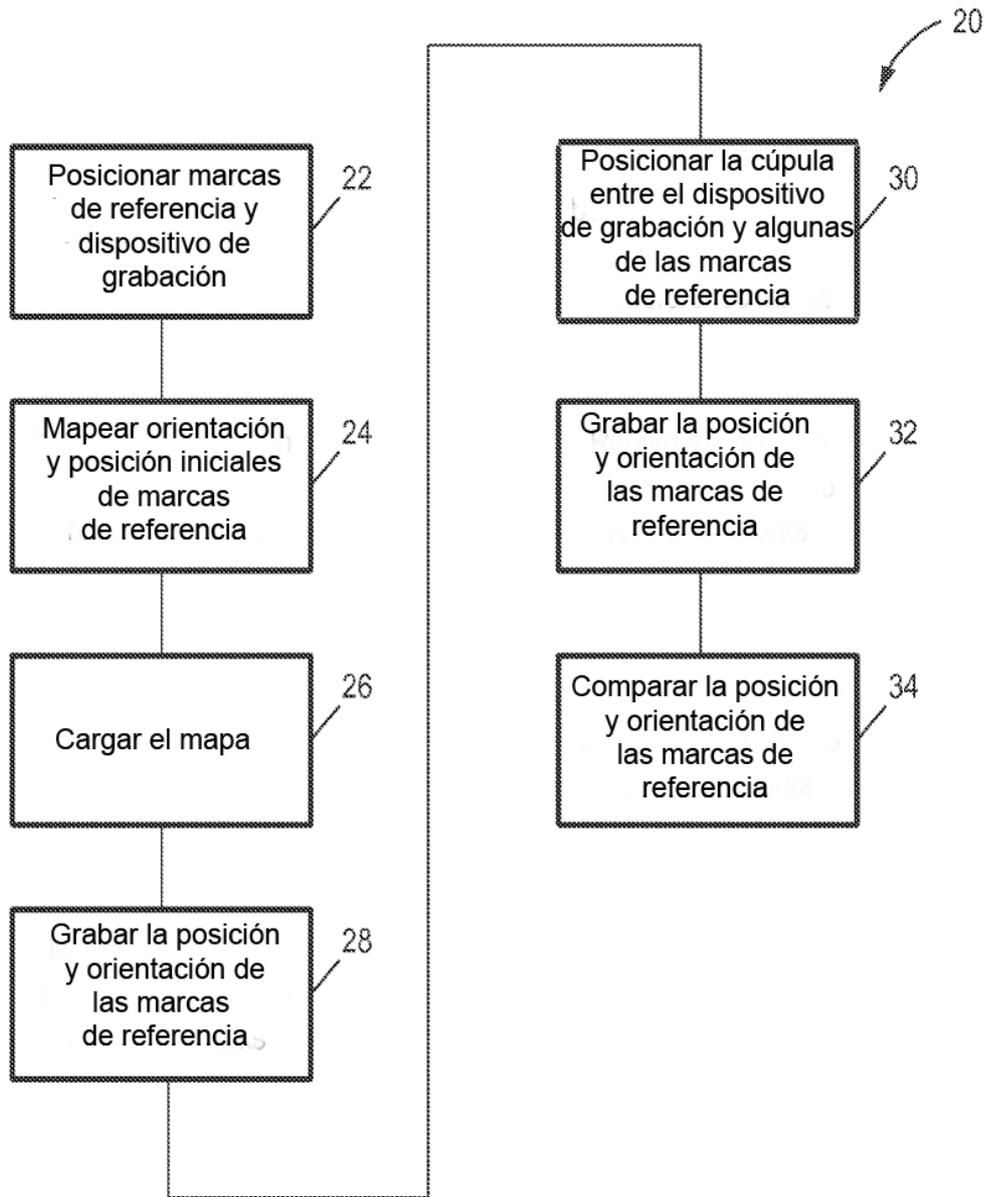


Fig. 2

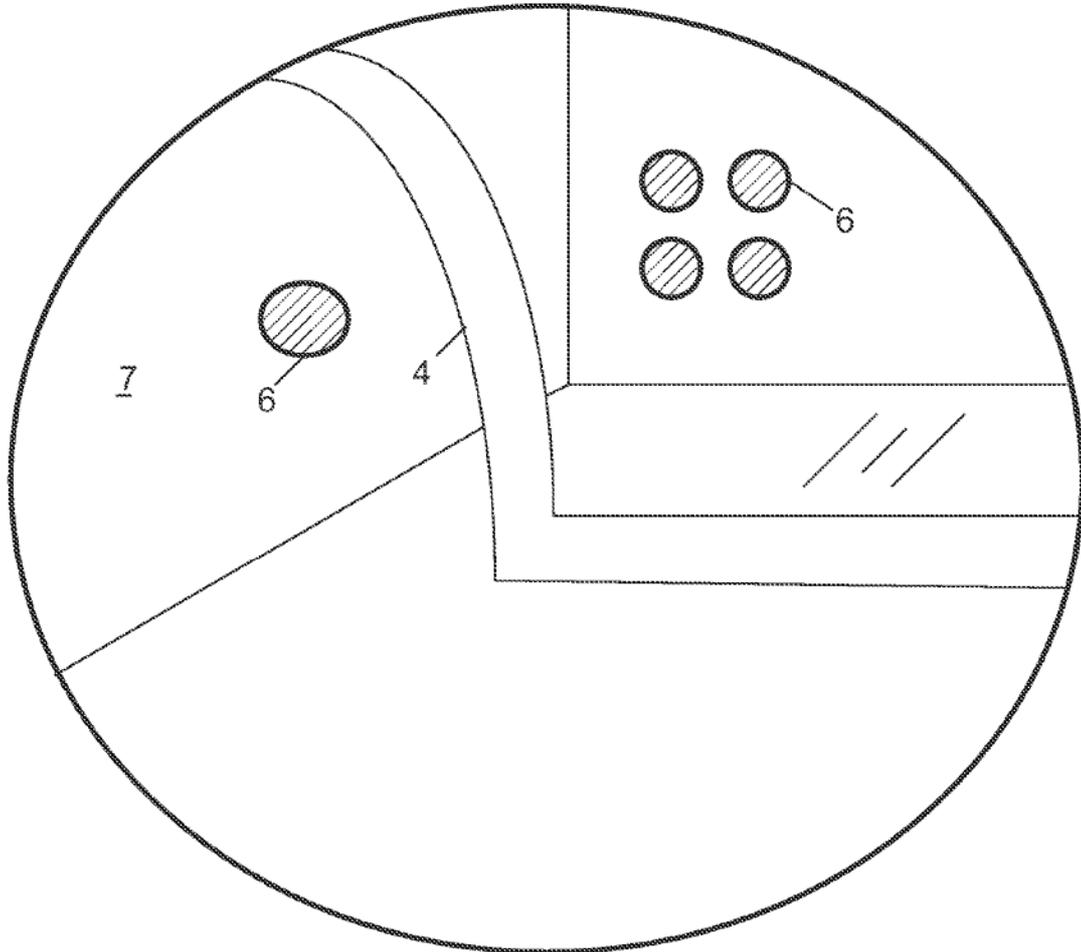


Fig. 3

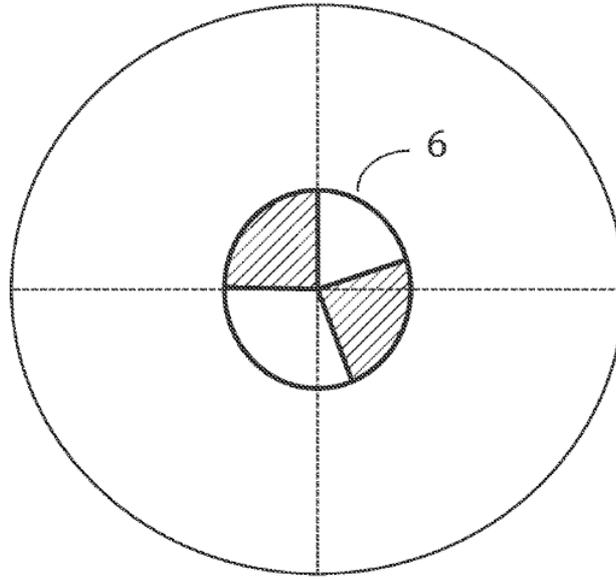


Fig. 4A

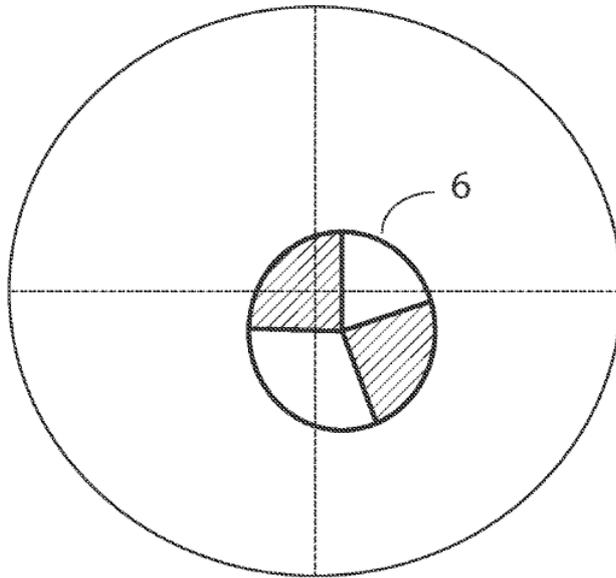


Fig. 4B

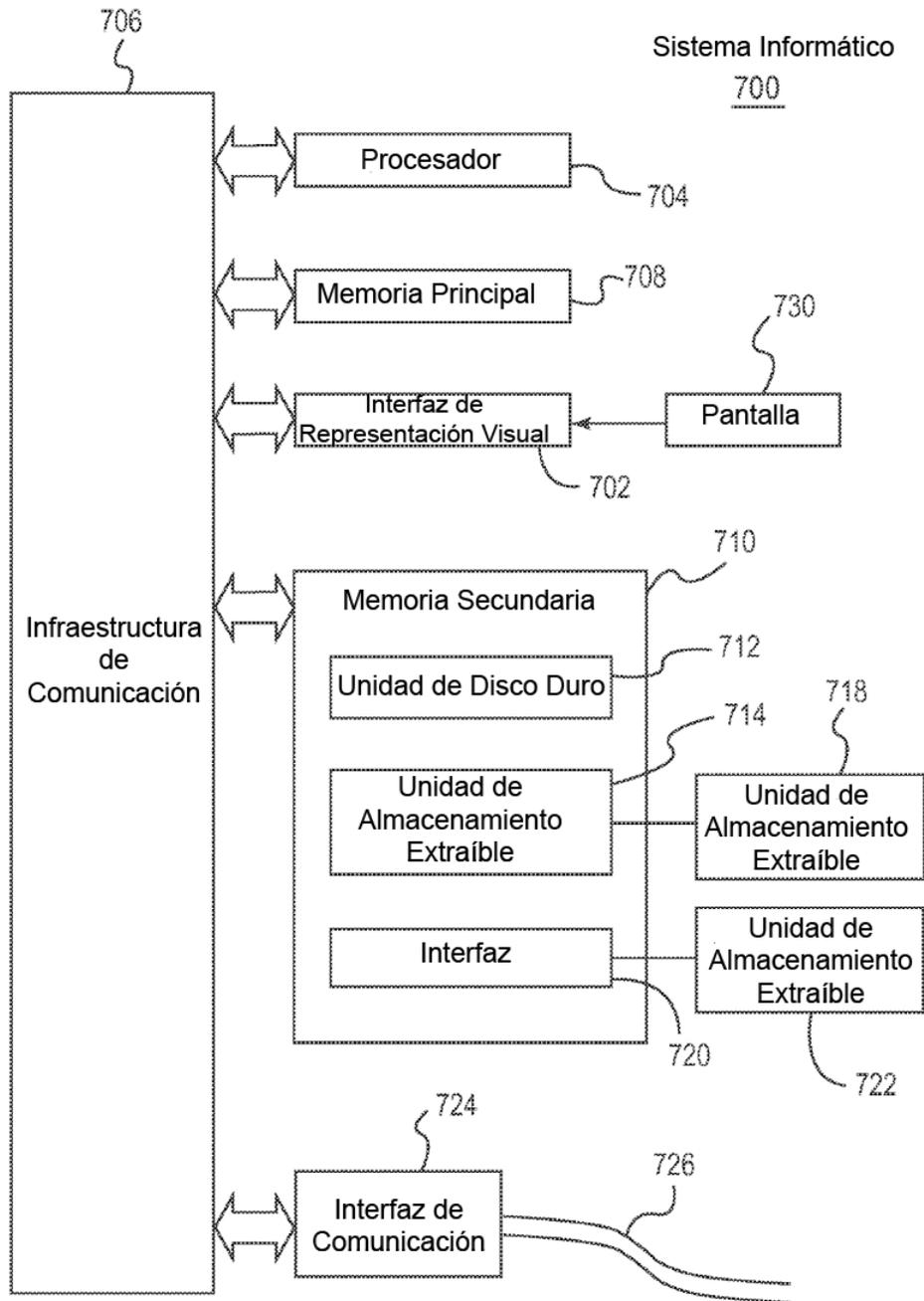


Fig. 5