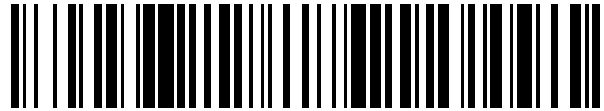


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 106**

51 Int. Cl.:

G01S 17/10 (2006.01)
G01S 17/32 (2006.01)
G01S 17/42 (2006.01)
G01S 17/66 (2006.01)
G01S 17/74 (2006.01)
G01S 17/89 (2006.01)
G01S 17/93 (2006.01)
G01S 7/486 (2006.01)
G05D 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.06.2015 PCT/EP2015/063238**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **17.12.2015 WO15189418**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.06.2015 E 15733369 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2019 EP 3155494**

54 Título: **Sistema de seguimiento dinámico y método de guiado automático basado en cámaras 3D de tiempo de vuelo**

30 Prioridad:

12.06.2014 FR 1401338

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.11.2019

73 Titular/es:

TERABEE S.A.S. (100.0%)
90 Rue Fabre
01630 Saint-Genis Pouilly, FR

72 Inventor/es:

KOVERMANN, JAN y
RUFFO, MASSILIANO

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 733 106 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de seguimiento dinámico y método de guiado automático basado en cámaras 3D de tiempo de vuelo

Campo de la invención

5 La invención se refiere a un sistema de seguimiento dinámico y a un método de guiado automático para un vehículo autónomo que se mueve en el aire, tal como un dron, o sobre el suelo, tal como un vehículo, o en el agua, tal como un barco.

Antecedentes de la invención

10 Durante las tareas de vigilancia rutinarias, por ejemplo, puede resultar útil emplear aparatos autónomos capaces de desplazarse y guiarse por sí mismos de una manera apropiada mediante el uso de puntos de referencia colocados en su trayectoria. Los aparatos tales como drones, robots o vehículos pueden estar equipados de manera ventajosa con un sistema de seguimiento automático. Estos aparatos están a menudo sujetos a restricciones con respecto al peso y a las dimensiones globales. Los dispositivos de a bordo deben cumplir por lo tanto estos requisitos y permanecer dentro de intervalos aceptables de volumen y peso. Más aún, los aparatos en movimiento deben ser capaces de hacer un seguimiento y una identificación rápida de los obstáculos o de los puntos de referencia necesarios para su avance. De hecho, los dispositivos que son demasiado demandantes en términos de recursos de análisis no pueden adaptarse a la velocidad de estos aparatos, debido a que su tiempo de respuesta es demasiado largo.

El documento US2012/124113 describe un método para comprimir datos correspondientes a puntos en tres dimensiones.

Resumen de la invención

20 Un objetivo de la invención es proporcionar un dispositivo-baliza que se pueda identificar de manera única por parte de una cámara de tiempo de vuelo.

25 Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un sistema o dispositivo de seguimiento y guiado que sea ligero, rápido, autónomo y adaptable a cualquier aparato en movimiento, ya sea en el aire, en tierra o en el agua. Por ejemplo, el sistema puede estar asociado o combinado o integrado con un teléfono móvil o en cualquier otro sistema de comunicación móvil incluyendo tabletas, teléfonos inteligentes, sistemas de posicionamiento tales como GPS y sistemas similares.

30 De acuerdo con la invención, este objetivo se consigue mediante un sistema o dispositivo [Fig. 1, (1) y (3)] de seguimiento y guiado activo, que permita que un objeto [Fig. 1, (4)] en movimiento se localice en el espacio, y que permita que su desplazamiento se oriente de manera controlada y automática.

35 Específicamente, la invención tiene como propósito un sistema de seguimiento dinámico que comprende una cámara tridimensional basada en tecnología de tiempo de vuelo que comprende un receptor sensible a las emisiones de luz comprendidas en un cierto intervalo de longitudes de onda, un primer emisor de señales luminosas; un microcomputador que se conecta y calcula información tridimensional que proviene del receptor y que controla al emisor y a un computador secundario interno o externo que incorpora análisis de datos, servicios de base de datos, controles y comunicación externa para el vehículo y servicios de comunicación de datos locales o globales. El sistema comprende adicionalmente una baliza sensible a las señales luminosas procedentes del primer emisor de luz de la cámara tridimensional, de manera que esta baliza está equipada con un segundo emisor de señales luminosas de una longitud de onda compatible con la sensibilidad de la cámara tridimensional. La baliza comprende un medio para modular las señales luminosas procedentes del primer emisor de señales luminosas. La cámara tridimensional está configurada para medir el tiempo de retorno de la señal reemitida por la baliza. La modulación se configura de tal manera que permite, por medio de la cámara tridimensional y de al menos dos fotogramas detectados, llevar a cabo una identificación única y simultáneamente una determinación de posición de la baliza en un volumen tridimensional cubierto por el campo de visión de la cámara tridimensional. La identificación única de la baliza se lleva a cabo en el microcomputador mediante el análisis de la distancia aparente de la baliza en fotogramas consecutivos de la cámara tridimensional.

45 Más en particular, el sistema incluye dos o más entidades comunicadas entre sí. La primera entidad es una cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional que contiene un emisor [Fig. 1, (2c)] de señales luminosas y la segunda entidad funciona como una baliza [Fig. 1, (1)], fija o móvil, capaz de reconocer las señales luminosas emitidas por la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional, y de retransmitir esa señal luminosa de una manera activa hacia la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional, de tal manera que la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional puede medir la distancia que la separa de la baliza y puede localizarla de forma precisa en su campo de visión. La recepción, modulación y reemisión activa de la señal luminosa procedente de la baliza [Fig. 1, (1)] hacia la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional permite que la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional identifique la baliza [Fig. 1, (1)] entre todos los demás puntos de medición en su campo de visión. Por lo tanto, es indispensable que la baliza [Fig. 1, (1)] devuelva una señal luminosa que sea más intensa que la simple reflexión pasiva de luz de la señal emitida por la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional. La cámara [Fig. 1, (2)]

tridimensional se fija preferiblemente en el aparato [Fig. 1, (4)] en movimiento formando el sujeto de guiado automático, o se incorpora en él. La baliza [Fig. 1, (1)], en comunicación con la cámara, puede ser una sola baliza o puede formar parte de un conjunto de varias balizas [Fig. 3, (1)] dispuestas sobre la trayectoria del aparato en movimiento. Las balizas [Fig. 3, (1)] pueden fijarse y disponerse previamente sobre una trayectoria preestablecida. También se pueden dispersar de una manera aleatoria, o pueden estar en movimiento, de acuerdo con las aplicaciones particulares relacionadas con el aparato en movimiento.

De acuerdo con la presente invención, la baliza [Fig. 1, (1)] es capaz de modular la señal emitida por la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional antes de transmitir, permitiendo que la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional identifique de manera precisa la naturaleza de la baliza [Fig. 1, (1)] En el caso en que existan varias balizas [Fig. 3, (1)] en el campo de visión del aparato, cada una de las balizas [Fig. 3, (1)] modula la señal luminosa de una manera única y característica. La cámara [Fig. 3, (2)] tridimensional es capaz entonces de identificar y localizar con precisión en el espacio tridimensional cada una de las balizas [Fig. 3, (1)] en su campo de visión.

En una realización preferida, las señales luminosas se emiten en el infrarrojo cercano.

En otra realización preferida, la señal luminosa procedente del primer emisor es una secuencia de impulsos característica.

En una realización preferida adicional, la baliza incluye adicionalmente un sistema de análisis de la señal emitida por el primer emisor y una base de datos, lo que permite el almacenamiento de las características de la señal emitida por el primer emisor.

En otra realización preferida, la modulación de la señal reemitida por la baliza incluye un retardo determinado antes de la reemisión de la señal luminosa hacia la cámara tridimensional.

En otra realización preferida, la modulación de la señal reemitida por la baliza incluye una secuencia preestablecida de varios retardos sucesivos que cambian en cada nuevo inicio de una adquisición de fotogramas por parte de la cámara tridimensional.

En una realización preferida adicional, la modulación de la señal reemitida por la baliza incluye un cambio de longitudes de onda.

En una realización preferida adicional, la cámara tridimensional está dispuesta adicionalmente para ser conectada a una base de datos, lo que permite que la modulación de la señal reemitida por las balizas sea reconocida.

En una realización preferida adicional, la cámara tridimensional contiene adicionalmente un medio de comunicación capaz de comunicar una o varias instrucciones a una o varias balizas.

El uso de este sistema [Fig. 1, (3)] de guiado es también el objeto de la presente invención. Los ejemplos de uso pueden ser la vigilancia de zonas que necesitan una vigilancia particular y rutinaria. La vigilancia puede ser desde arriba, debido, por ejemplo, al uso de uno o varios drones. La vigilancia también puede ser terrestre. Zonas tales como líneas de ferrocarril, redes de carreteras o zonas urbanas pueden monitorizarse de manera ventajosa por medio de aparatos autónomos, tales como drones, equipados con el sistema de guiado de la presente invención. Los espacios cerrados también pueden estar equipados con el dispositivo objeto de la presente invención, tales como hospitales, fábricas o zonas de producción, incluyendo máquinas en movimiento. En esta última aplicación, los movimientos de las máquinas equipadas con balizas [Fig. 1, (1)] se detectan y se analizan por medio de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional. Otra aplicación es el seguimiento de existencias de bienes, en donde los elementos que van a ser rastreados están equipados con balizas [Fig. 3, (1)] que contienen la información capaz de ser específica para cada uno de los elementos, y en la que el sistema [Fig. 3, (3)] de guiado y seguimiento permite seguir sus movimientos, su ubicación, la duración de su almacenamiento y cualquier otra información a seguir que sea necesaria para el manejo de las existencias de mercancías. El dispositivo que constituye el objeto de la presente invención puede utilizarse también para mediciones urbanas tal como la distancia entre edificios, mediciones del dimensionamiento y espacio ocupado en infraestructuras o la vigilancia de la integridad estructural de edificios a medida que envejecen, lo que incluye mediciones de hundimiento, deriva, inclinación, deformación de las construcciones. Otro ejemplo de uso puede ser el reconocimiento y el posicionamiento de vehículos en movimiento alrededor de un vehículo dado. Una vigilancia permanente del entorno permite así evitar colisiones accidentales.

En una variante, el dispositivo que es objeto de la presente invención también se puede aplicar al guiado automático de dos o más vehículos [Fig. 4, (5a, b)], de tal manera que se siguen el uno al otro. En este caso, una baliza [Fig. 4, (1)] instalada o integrada en la parte posterior de un vehículo [Fig. 4, (5b)] es capaz de comunicarse con un sistema [Fig. 4, (3)] de seguimiento y guiado instalado o integrado en la parte delantera de otro vehículo [Fig. 4, (5a)], de tal manera que el segundo vehículo es capaz de seguir al primero y mantener la distancia con la que sigue al primero utilizando la información [Fig. 4, (6)] de distancia y rumbo de acuerdo con la invención. La presente invención también se puede instalar, para cartografía automática o con fines de referenciado, en vehículos accionados por un ser humano. Otro ejemplo del uso del dispositivo de la presente invención es la detección automática de movimientos de una persona [Fig. 5]. Es posible equipar a una persona en movimiento con una o varias balizas [Fig.

5, (1)] posicionadas de manera adecuada en diferentes emplazamientos en su cuerpo y medir las señales de estas balizas [Fig. 5, (1)] reemitidas hacia una cámara [Fig. 5, (2)] tridimensional ubicada sobre un soporte externo a la persona en movimiento. Este método puede utilizarse de manera ventajosa para la creación de animación, para el análisis científico de movimientos deportivos, con fines de corrección o reeducación de movimiento motor o para cualquier otra actividad que necesite una detección y/o un análisis diferenciado de movimientos.

En un aspecto adicional, la invención proporciona un sistema para etiquetar un objeto que puede ser de interés público, para lo cual una persona o una máquina que tengan interés en el objeto están equipada con una cámara tridimensional conectada a un medio de computación, en donde el sistema comprende adicionalmente una baliza dispuesta para identificarse a sí misma con un código único en un entorno de interés, permitiendo de esta manera a la persona o a la máquina que tienen interés en el objeto identificar al objeto y recibir metadatos sobre el objeto.

De hecho, el sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado de la presente invención incluye un medio o un método [Fig. 1, (2)] de seguimiento para una cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional.

Sin embargo, estas aplicaciones solamente son ejemplos no restrictivos y cualquier aplicación basada en el sistema de la presente invención es también objeto de la invención.

De acuerdo con otro aspecto, la invención también proporciona un método de guiado automático de un aparato en movimiento que incluye los siguientes pasos:

- a) una emisión de una señal hacia una baliza por parte de una cámara tridimensional basada en tecnología de tiempo de vuelo, en donde la cámara tridimensional está comprendida en un sistema de guiado y seguimiento;
- b) una recepción de la señal por la baliza y la reemisión de una señal no modulada o de una señal modulada hacia la cámara tridimensional y
- c) una recepción y un análisis por parte de la cámara tridimensional de las señales reemitidas por la baliza.

En otra realización preferida, la señal emitida hacia la baliza es una secuencia de impulsos de luz.

En una realización preferida adicional, la modulación de la señal incluye la aplicación de uno o más retardos predeterminados.

En una realización preferida adicional, la modulación contiene las características de la baliza.

En una realización preferida adicional, la modulación contiene información destinada a activar o desactivar una función del aparato en movimiento.

En una realización preferida adicional, el método incluye adicionalmente la emisión de instrucciones por parte del sistema de guiado y seguimiento, destinadas a la baliza.

30 Breve descripción de las Figuras

A continuación se describirán con detalle otras características y ventajas de la invención mediante la siguiente descripción que se proporciona haciendo referencia a las figuras adjuntas, que representan esquemáticamente:

Figura 1: un aparato [Fig. 1, (4)] en movimiento a modo de ejemplo equipado con una cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional en conexión con un microcomputador [Fig. 1, (2d)] para el análisis de secuencias de fotogramas y para proporcionar una base de datos o una conexión a una base de datos en comunicación con una baliza [Fig. 1, (1)], reemitiendo una señal modulada inmediata o retardada, respectivamente;

Figura 2: una representación en forma de diagrama de bloques de la baliza [Fig., (1)], que comprende un receptor [Fig. 2, (1a)] adaptado a las emisiones de luz de una cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional, que convierte esta señal luminosa en una señal electrónica, un emisor [Fig. 2, (1b)] de luz preferiblemente adaptado al intervalo de longitudes de onda a las que es sensible la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional y que convierte una señal electrónica en una señal luminosa correspondiente, un medio para enviar la señal electrónica desde el receptor [Fig. 2, (1a)] al emisor [Fig. 2, (1b)] sin modulación [Fig. 2, (1c')] y con modulación [Fig. 2, (1c)]; adicionalmente, un computador [Fig. 2, (1d)] capaz de controlar la unidad [Fig. 2, (1c) o (1c')] de modulación y capaz de analizar la señal recibida por el receptor [Fig. 2, (1a)]. La baliza [Fig. 2, (1a, b, c, d)] puede comprender una base [Fig. 2, (1e)] de datos de datos interna o externa, que almacena información acerca de la identidad de la baliza [Fig. 2, (1a, b, c, d)] o cualquier otra información estática o dinámica de interés para ser transmitida a o para ser comparada con la información recibida de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional, y uno o múltiples sensores o actuadores [Fig. 2, (1f)] internos o externos cuyas mediciones o acciones son de interés para ser transferidas al sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado o que pueden actuar como consecuencia de una instrucción recibida por el sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado;

Figura 3: un sistema [Fig. 3, (3) y (1)] de seguimiento y guiado que comprende una cámara [Fig. 3, (2)] tridimensional conectada a un computador [Fig. 3, (2d)] para el análisis de la secuencia de fotogramas y el acceso a la base de

datos, además de a múltiples balizas [Fig. 3, (1)] y un fondo o entorno de reflexión pasiva en el campo de visión de la cámara [Fig. 3, (2)] tridimensional;

Figura 4: un sistema [Fig. 4, (3) y (1)] de seguimiento y guiado que comprende una cámara [Fig. 4, (2a, b, c)] tridimensional conectada a un computador [Fig. 4, (2d)] para el análisis de la secuencia de fotogramas y el acceso a la base de datos instalada o integrada en un vehículo [Fig. 4, (5a)] y al menos una baliza [Fig. 4, (1)] instalada sobre o integrada en la parte posterior de al menos uno o varios vehículos [Fig. 4, (5b)], en donde el sistema [Fig. 4, (3)] de seguimiento y guiado proporciona datos [Fig. 4, (6)] de distancia y rumbo del vehículo o vehículos situados en el campo de visión de la cámara [Fig. 4, (2)] tridimensional, posibilitando bien una ayuda al conductor o bien un seguimiento automático de tipo "tren de carretera" para seguir a los vehículos.

Figura 5: un sistema [Fig. 5, (3)] de seguimiento y guiado de acuerdo con la invención que se utiliza para rastrear los movimientos de una persona mediante la fijación de balizas [Fig. 5, (1)] a las partes en movimiento de interés y para medir el rumbo y la distancia de cada baliza [Fig. 5, (1)] utilizando el sistema [Fig. 5, (3)] de seguimiento y guiado; y

Figura 6: un sistema [Fig. 6, (3)] de seguimiento y guiado que dispone de medios de comunicación con una baliza [Fig. 6, (1)] que comprende la modulación del tiempo entre mediciones consecutivas de fotogramas de la cámara [Fig. 6, (2)] tridimensional para poder transmitir información codificada en esta modulación hacia la baliza [Fig. 6, (1)]. En otra realización, la transmisión de información proveniente del sistema [Fig. 6, (3)] de seguimiento y guiado hacia la baliza [Fig. 6, (1)] se implementa por medio de un transmisor o un transceptor [Fig. 6, (2e)] conectado al computador [Fig. 6, (2d)] del sistema de seguimiento y guiado, que puede o bien trabajar en el espectro de radiofrecuencia o en el espectro de luz o bien utilizar cualquier otro medio de tecnología de transmisión de datos adecuado. El receptor o el transceptor en la baliza [Fig. 6, (1g)] está adaptado para la emisión del transmisor o transceptor del sistema [Fig. 6, (2e)] de seguimiento y guiado y puede recibir información unidireccional del sistema [Fig. 6, (3)] de seguimiento y guiado o comunicarse bidireccionalmente con él.

Descripción detallada de la invención

El sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado de la presente invención está basado en una cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional equipada con un emisor [Fig. 1, (2c)] de señales luminosas, y al menos una baliza [Fig. 1, (1)] capaz de identificar las señales luminosas de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional y de emitir hacia la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional la(s) misma(s) señal(es) luminosa(s), o diferentes señales.

La(s) señal(es) luminosa(s) reemitida(s) por la baliza [Fig. 1, (1)] hacia la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional están adaptadas a las características de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional, de manera que puedan detectarse, analizarse y reconocerse por parte de la misma. La fuente de luz de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional puede emitir luz visible o invisible al ojo humano. En este caso, una longitud de onda mayor de 780 nm es invisible para el ojo humano y el presenta la ventaja de no estar contaminada por fuentes de luz del entorno y además no perturba a las personas o a cualquier otro sistema de formación de imágenes que trabaja en el intervalo de longitud de onda visible. De hecho, la luz emitida por el emisor [Fig. 1, (2c)] de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional está de manera ventajosa en el intervalo de infrarrojos, pero, con el fin de separarse de cualquier emisión térmica, el emisor [Fig. 1, (2c)] emite preferiblemente en el infrarrojo cercano. Por lo tanto, la luz es emitida preferentemente en el espectro comprendido en el intervalo entre 750 nm y 1000 nm, y de manera más ventajosa entre 800 y 900 nm. Sin embargo, la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional sigue siendo funcional en intervalos más anchos de longitudes de onda, pudiendo extenderse por ejemplo hasta 2000 nm o más. La cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional podría modificarse sin perder su función principal de una manera tal que emite una luz pulsada de acuerdo con una secuencia característica y posiblemente repetitiva, que sirve como código o como clave de identificación. La baliza [Fig. 1, (1)] se equipa por lo tanto con una base [Fig. 2, (1e)] de datos que contiene la clave de identificación o el código emitido por la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional así modificada. Es por lo tanto capaz de identificar la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional.

El emisor [Fig. 1, (2c)] y el receptor [Fig. 1, (2b)] de señales luminosas forman un conjunto con un computador [Fig. 1, (2a)] de control y procesamiento, una parte integral de una cámara tridimensional basada en el principio de tiempo de vuelo, y está disponible como producto comercial.

La baliza [Fig. 1, (1)] emite como retorno una luz detectable por la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional. La baliza [Fig. 1, (1)] preferiblemente emite en el mismo espectro que la luz emitida por la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional. La baliza [Fig. 1, (1)] emite idealmente de acuerdo con la(s) misma(s) longitud(es) de onda de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional. La secuencia de impulsos de la luz recibida por la baliza [Fig. 1, (1)] es en general retenida en su retorno hacia la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional. La secuencia de la luz reemitida se modifica; es decir, se modula. La cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional, equipado con un medio capaz de calcular el retardo entre la luz [Fig. 1, (2a)] emitida y la luz recibida, es capaz de medir la distancia que la separa de la baliza [Fig. 1, (1)]. Típicamente, en el aire en condiciones ambientales, un retardo del orden de 1 nanosegundo corresponde a un recorrido de aproximadamente treinta centímetros. En este caso, la distancia que separa la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional de la baliza [Fig. 1, (1)] se mide a aproximadamente quince centímetros, esto es, a la mitad de la trayectoria total de la luz desde su emisión a su recepción por la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional. Se pueden implementar diversos medios para el cálculo de la distancia. En un modo particular para el cálculo de la distancia, la cámara [Fig. 1, (2)]

tridimensional envía una pulsación de luz y mide el retardo, después de lo cual recibe la señal reemitida por la reflexión pasiva en objetos dentro de su campo de visión, incluyendo la señal que se refleja de manera activa proveniente de una o múltiples balizas [Fig. 1, (1) y Fig. 3, (1)]. El retardo está correlacionado directamente con la distancia que separa la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional de los objetos en su campo de visión y por lo tanto también la baliza [Fig. 1, (1)], tal como se ha descrito anteriormente. En otro modo de funcionamiento, la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional emite una señal continua con una modulación de amplitud o fase y mide la diferencia de fase de la modulación de la señal recibida como retorno desde los objetos en su campo de visión y por lo tanto también desde la baliza [Fig. 1, (1)]. Otro modo de medición de distancia consiste en la emisión de una serie de señales de un tipo matemático o código específico por la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional y su autocorrelación desplazada en el tiempo con la serie de señales correspondientes reemitidas por los objetos en su campo de visión y por lo tanto también por la baliza [Fig. 1, (1)]. El retardo en la recepción, respectivamente, del desplazamiento en tiempo aplicado antes de la autocorrelación de esta serie de señales, es directamente proporcional a la distancia que separa la baliza [Fig. 1, (1)] de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional.

En general, en una cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional, también se determina la distancia con respecto a un objeto [Fig. 3, (7)] no activo, es decir, diferente de una baliza [Fig. 3, (1)], que está emitiendo activamente una señal luminosa. En particular, ese es el caso en la reflexión pasiva de la señal de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional sobre una superficie reflectante. Se pueden utilizar entonces los métodos para determinar la distancia descritos anteriormente.

Un pixel de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional es suficiente para identificar una baliza [Fig. 1, (1)], lo que representa la ventaja de necesitar solamente muy pocos recursos de cálculo y de preservar una capacidad de reacción muy buena limitando el consumo de los recursos y los tiempos de procesamiento de las señales. En fotogramas de medición consecutivos de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional y la baliza [Fig. 1, (1)] en el campo de visión y en el alcance de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional, al menos un pixel que representa la baliza [Fig. 1, (1)] aparecerá a diferentes distancias en cada nuevo fotograma tomado por la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional. La secuencia de distancias cambiantes puede contener una identificación única codificada de la baliza [Fig. 1, (1)] u otros datos proporcionados por la baliza [Fig. 1, (1)] y se extrae y se analiza por el computador [Fig. 1, (2d)] del sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado.

En una variante, la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional puede estar equipada con una pantalla. Pueden localizarse simultáneamente varias balizas [Fig. 3, (1)]. En este caso, cada una activa un pixel diferente en los fotogramas de medición consecutivos tomados por la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional y toman la forma de un conjunto de puntos después de la extracción y el análisis por parte del computador [Fig. 1, (2d)] del sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado.

De acuerdo con un aspecto particular de la implementación, los medios de emisión de la cámara [Fig. 1, (2c)] tridimensional y de la baliza [Fig. 2, (1b)] son diodos emisores de luz, o LEDs, que emiten en el infrarrojo cercano en las longitudes de onda especificadas anteriormente. De manera alternativa, también se pueden utilizar diodos de tipo LASER o VCSEL. Dependiendo de las necesidades específicas, los medios de emisión de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional pueden emitir en intervalos de longitudes de onda que incluyen el infrarrojo cercano y que se extienden más allá del infrarrojo cercano, como por ejemplo en el intervalo entre 750 y 2000 nm. Dependiendo de las necesidades específicas, los medios de emisión de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional puede emitir en otros intervalos de longitudes de onda, incluyendo o excluyendo el infrarrojo cercano. En particular, la emisión puede estar dentro del intervalo visible y no está limitada a una emisión de banda estrecha sino que también puede cubrir partes del espectro visible o incluso la totalidad del mismo e incluso puede sobrepasar los límites del mismo; por ejemplo, un faro de vehículo que está modulado y sirve, además de para su propósito principal, como iluminación para la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional, proporcionando una representación tridimensional proporcionada por el sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado del área iluminada sin necesidad de una fuente de luz separada para la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional.

El medio de recepción de las señales reemitidas por la baliza [Fig. 1, (1)], colocado en la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional, es idealmente un sensor fotónico de tipo CMOS o CCD, o un fotodiodo de cualquier tipo o un fototransistor. También es posible implementarlo mediante una combinación de varios sensores. Se pueden utilizar de manera similar otros sensores activos en los intervalos de longitudes de onda utilizados. El receptor situado en la baliza [Fig. 2, (1a)] es preferentemente de tipo fotodiodo, fotomultiplicador o diodo de avalancha. Sin embargo, se puede utilizar cualquier receptor capaz de convertir una señal luminosa en una señal eléctrica de una manera similar en el dispositivo que constituye el objeto de la invención. También pueden integrarse varios receptores en la baliza [Fig. 2] capaces de funcionar de una manera simultánea o alternada, en función de las aplicaciones del sistema. Los receptores [Fig. 2, (1a)] utilizados en este caso, puede ser entonces selectivos de un intervalo dado de longitudes de onda, o bien de una longitud de onda específica.

En una realización particular, la baliza [Fig. 2] reemite la señal luminosa, recibida por la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional, sin retardo o modulación [Fig. 1, sin modulación] o bien reemite la señal después de la modulación [Fig. 1, con modulación]. Las señales moduladas y no moduladas son reemitidas con una intensidad mayor que la simple reflexión natural desde la superficie de la carcasa de la baliza [Fig. 2]. La reemisión de la señal modulada puede ser simultánea con o sucesiva a la señal no modulada. Las señales moduladas y no moduladas también

pueden formar el objeto de una secuencia dada y repetirse una vez o varias veces. La repetición de las secuencias es en este caso compatible con la frecuencia de imagen de medición de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional, es decir, la frecuencia con la que cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional proporciona un nuevo conjunto completo de puntos de datos por segundo.

- 5 En un modo de funcionamiento preferido, el tiempo de medición de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional es significativamente más rápido que el movimiento medido, de tal manera que puede establecerse una secuencia de dos o más mediciones o fotogramas consecutivos antes de que hayan variado de manera significativa las distancias medidas a los objetos en el campo de visión de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional.

10 Así, la baliza [Fig. 1, (1)] está equipada con los medios para modular la señal [Fig. 2, (1c, d)] antes de reemitirse. Para ello, la baliza [Fig. 1, (1)] está equipada con un receptor [Fig. 2, (1a)] apropiado para la longitud de onda y la estructura temporal de la emisión desde la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional, convirtiendo la señal recibida en una señal electrónica. Esta señal electrónica se modula entonces por medio de un modulador [Fig. 2 (1c)] electrónico que es controlado por un computador [Fig. 2, (1d)] incorporado. Este computador [Fig. 2 (1d)] incorporado también puede utilizarse para analizar la señal electrónica para que sea capaz de reaccionar de manera apropiada a la
15 secuencia emitida por la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional y puede tener acceso a una base [Fig. 2, (1e)] de datos que almacena información acerca de la baliza [Fig. 2] o a un dispositivo sensor externo fijado a la baliza [Fig. 2, (1e)]. Después de llevarse a cabo la modulación, la señal electrónica se convierte de nuevo y se emite en el intervalo de longitudes de onda de la cámara [Fig. 1 (2)] tridimensional receptora por medio de un emisor [Fig. 2, (1b)] óptico. Esta emisión puede estar de acuerdo con, pero no se limita a, la longitud de onda sensible y la estructura temporal
20 de la luz esperada por la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional.

La modulación de la señal puede consistir, por ejemplo, en la aplicación de una serie de retardos predefinidos del orden de varios nanosegundos almacenados en una base [Fig. 2, (1e)] de datos dentro de o conectada a la baliza antes de la reemisión de la señal. Los retardos de reemisión pueden ser comparados por el computador [Fig. 1, (2d)] del sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado conectado a la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional con los valores
25 almacenados en una base [Fig. 1 (1e)] de datos, integrada en, o conectada a, el sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado. De esta manera, el sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado es capaz de identificar la baliza [Fig. 1, (1)]. En un modo de funcionamiento preferido, la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional lleva a cabo al menos dos mediciones sucesivas de la señal reemitida por la baliza [Fig. 1, (1)]. La combinación de una reemisión sin retardo y una reemisión con retardo permite a la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional medir la distancia aparente cambiando que
30 la separa de la baliza [Fig. 1, (1)], a la vez que se identifica la baliza [Fig. 1, (1)] utilizando el computador [Fig. 1, (2d)] del sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado. La base de datos a la que está conectada el sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado puede tener, por ejemplo, la forma de un chip electrónico, pero se pueden utilizar otros medios de almacenamiento de datos en línea o fuera de línea, dependiendo de los usos del aparato. La base de datos también se puede incorporar en el computador [Fig. 1, (2d)] del sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado.

35 En una realización particular, la baliza [Fig. 1, (1)] es capaz de aplicar un retardo variable antes de la reemisión de la señal luminosa. La variación del retardo puede ser aleatoria o puede seguir un esquema preestablecido que está controlado por un computador [Fig. 2 (1d)] incorporado y se almacena en una base [Fig. 2, (1e)] de datos externa o interna. En el caso de una variación preestablecida de retardos, la baliza [Fig. 1, (1)] puede, por ejemplo, reemitir la señal de acuerdo con la siguiente secuencia:

40 recepción de la señal → reemisión sin retardo → reemisión con retardo 1 → reemisión con retardo 2 → reemisión con retardo 3...

La secuencia anterior puede llevarse a cabo una o varias veces. También se puede repetir en un bucle durante un número de veces predeterminado. Puede incluir un número de retardos variables, preferiblemente de 2 a 50 retardos diferentes, secuenciados de acuerdo con un orden preestablecido. La secuencia puede contener también uno o más retardos repetidos una o varias veces.
45

La secuencia "Retardo 1 → Retardo 2 → Retardo 3 → Retardo n...", donde n es el número de retardos utilizados, representa un código que es reconocible por el computador [Fig. 1, (2d)] del sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado, conectado a la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional, gracias a su base de datos. Este código preestablecido permite a la baliza [Fig. 1, (1)] enviar información particular al sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado. La
50 información transmitida por la secuencia de retardos puede consistir simplemente en las características de la baliza [Fig. 1, (1)] en comunicación con el sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado. En este caso, la señal reemitida sirve como una firma o huella digital de la baliza [Fig. 1, (1)] y permite corregir la posición aparente transformándola en la posición real debido gracias al conocimiento de los retardos aplicados por la baliza [Fig. 1, (1)] almacenados en la base de datos que forma parte del sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado. La información puede contener, adicionalmente, un mensaje de diferente naturaleza, tal como un comando, una instrucción, un mensaje de peligro o cualquier otra información adaptada al uso del aparato. Los elementos de información suplementarios emitidos por la baliza [Fig. 1, (1)] pueden ser el resultado de medidas independientes llevadas a cabo por la baliza [Fig. 1, (1)] o recogidas por un sensor conectado a la baliza [Fig. 2, (1f)]. También pueden ser transmitidas previamente a la baliza [Fig. 6, (1)] por parte de un medio [Fig. 6, (2e) y (1g)] de comunicación adecuado, lo que incluye el sistema wi-fi, a la radiocomunicación, a la comunicación infrarroja o a cualquier otro medio de transmisión de información.
60

Pueden utilizarse cámaras tridimensionales [Fig. 1, (2)] basadas en el principio del tiempo de vuelo tales como aquellas disponibles en el mercado. La cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional utilizada en la presente invención es idealmente capaz de trabajar con frecuencias de imagen de al menos varias decenas de fotogramas por segundo, incluso si el concepto pudiese aplicarse a frecuencias de imagen más lentas en aplicaciones específicas.

5 En una realización particular, el sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado a bordo del aparato [Fig. 1, (4)] de movimiento está equipado con un medio de comunicación con los comandos del aparato [Fig. 1, (4)]. Por lo tanto, puede actuar sobre la trayectoria del aparato [Fig. 1, (4)] en función de la información reemitida por las balizas [Fig. 1, (1)]. En el caso de una vigilancia de zona sobre una trayectoria preestablecida, la información transmitida por la baliza [Fig. 1, (1)] puede consistir, por ejemplo, en dirigir el aparato hacia la siguiente baliza [Fig. 1, (1)], o de manera alternativa hacia otra baliza [Fig. 1, (1) o Fig. 3, (1)] situada en la trayectoria. En el caso de un sistema anticolidión, la información transmitida por la baliza [Fig. 1, (1)] puede consistir, por ejemplo, en detener el aparato [Fig. 1, (4)] cuando la distancia con una baliza [Fig. 1, (1)] identificada alcanza un cierto límite. Es claro que cualquier orden que apunta a modificar la trayectoria del aparato [Fig. 1, (4)] puede ser transmitida cambiando a la modulación de la señal luminosa. También son posibles instrucciones cuya misión es activar o desactivar ciertas funciones del aparato [Fig. 1, (4)]. Es posible, por ejemplo, activar o desactivar una cámara de vigilancia al aproximarse a una baliza [Fig. 1, (1)] particular. Cualquier otra función del aparato [Fig. 1, (4)] puede de esta manera administrarse de acuerdo con la aplicación particular del aparato [Fig. 1, (4)]. De manera no exhaustiva, puede consistir en la vigilancia mediante una cámara o en un tratamiento sobre un área de cultivo, o en la activación de un sistema de cartografía o topología, en la activación y/o desactivación de un sistema de grabación de sonido, o un sistema para el análisis del aire o de otro constituyente o propiedad del ambiente. Las funciones del aparato [Fig. 1, (4)] autónomo pueden estar dedicadas a tareas de seguridad, tales como vigilancia o disuasión, pero también a tareas científicas cuando la preocupación consiste en llevar a cabo mediciones particulares y/o rutinarias, tareas de reconocimiento o exploración, tareas de cartografía térmica o hiperespectral, o de sonido, o una tarea de un dron que sigue y filma a personas en acción, incluyendo *selfies* - el hecho de que el dron puede permanecer a una distancia constante de la baliza situada en las personas y posiblemente también disparar la toma de una fotografía cada vez que el sujeto está en la escena constituye una propiedad ventajosa. El aparato también puede estar dotado de un sistema de advertencia mediante sonido o visual o de radio, o cualquier otro sistema de advertencia, controlado por las balizas [Fig. 1, (1) y Fig. 3, (1)] de acuerdo con el modo descrito anteriormente.

El aparato [Fig. 1, (4)] autónomo equipado con el sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado de acuerdo con la invención se puede utilizar en exteriores o en un entorno cerrado tal como un hangar, una sala de exposiciones, un túnel u otro entorno delimitado.

En otra realización particular, la secuencia de retardos aplicados por la baliza [Fig. 1, (1)] es aleatoria, de tal manera que la información transmitida no resulta comprensible para la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional. La baliza [Fig. 1, (1)] se utiliza entonces como un sistema de interferencia o camuflaje, preferentemente con el emisor de la baliza [Fig. 1, (1)] emitiendo hacia el receptor de la cámara [Fig. 1, (2b)] tridimensional a niveles de potencia superiores a los niveles de potencia emitidos por los objetos que reflejan pasivamente en el campo de visión de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional.

La modulación de la señal luminosa por parte de la baliza [Fig. 1, (1)] puede consistir en la aplicación de un retardo o de una secuencia de retardos, como se ha mencionado anteriormente. De manera alternativa, la modulación puede consistir en un cambio de las longitudes de onda de la señal reemitida con respecto a la señal recibida. De manera similar a los retardos, las longitudes de onda recibidas por la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional pueden compararse con una base de datos y permitir la comunicación de información que resulte comprensible para el sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado. Las variaciones en las longitudes de onda pueden ser individuales o secuenciales. También se pueden aplicar varias variaciones en las longitudes de onda, preferiblemente de acuerdo con un esquema preestablecido, ya sea de una manera individual o de una manera secuencial. El (o los) cambio(s) en la longitud de onda puede(n) combinarse o no con la aplicación de un retardo o de una secuencia de retardos. Cuando están activas varias balizas [Fig. 3, (1)], cada una de las balizas [Fig. 3, (1)] puede aplicar un modo de modulación independiente de las otras balizas [Fig. 3, (1)]. Por lo tanto, resulta posible para el sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado reconocer una modulación de la longitud de onda llevada a cabo por una baliza [Fig. 3, (1)] y una modulación por aplicación de un retardo específico llevado a cabo por otra baliza [Fig. 3, (1)].

De acuerdo con un modo de funcionamiento preferido, la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional permanece insensible a la señal que ella emite, y solo detecta las señales reemitidas por la baliza [Fig. 1, (1)] o balizas [Fig. 3, (1)] situadas en su campo de visión, pero no los detalles de sus alrededores en el campo de visión que reflejan solamente de una manera pasiva sin cambiar la longitud de onda. La baliza [Fig. 1, (1)] por lo tanto necesita emitir en el intervalo de longitudes de onda a las que la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional es sensible. Se facilita así la detección, identificación y localización de las balizas [Fig. 3, (1)], y también la recepción de cualquier información adicional reemitida por las balizas [Fig. 3, (1)].

En otra realización particular, el sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado que constituye el objeto de la invención permite que la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional envíe información a una baliza [Fig. 3, (1)] específica. El sistema [Fig. 6, (3)] de seguimiento y guiado está conectado a un medio [Fig. 6, (2e)] de comunicación, que pueden ser el mismo u otro diferente del medio de emisión descrito anteriormente, y que permite al sistema [Fig. 6, (3)] de

seguimiento y guiado enviar instrucciones particulares a la baliza [Fig. 6, (1)]. En particular, la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional puede estar equipada con una fuente [Fig. 1, (2c)] de luz que emite en una longitud de onda diferente del infrarrojo cercano. De manera alternativa, puede estar conectado a un medio [Fig. 6, (2e)] de emisión de radiofrecuencia, por ejemplo de tipo wi-fi, o a cualquier otro medio de comunicación que permita que se envíen instrucciones a la baliza [Fig. 6, (1)]. En un modo de funcionamiento particular, el computador [Fig. 6, (2d)] del sistema de seguimiento y guiado puede variar el retardo entre dos mediciones de la cámara [Fig. 6, (2)] tridimensional de una manera específica. De esta manera, la estructura temporal o el retardo característicos utilizados por el sistema [Fig. 6, (3)] de seguimiento y guiado en la emisión de la señal luminosa contiene o representa un código reconocido por la baliza [Fig. 6, (1)]. El código correlacionado con el retardo específico o con la estructura temporal utilizada por el sistema [Fig. 6, (3)] de seguimiento y guiado corresponde a una instrucción transmitida a la baliza [Fig. 6, (1)]. En este modo particular, las instrucciones pueden transmitirse a la baliza [Fig. 6, (1)] de manera concomitante a su identificación por parte del sistema [Fig. 6, (3)] de seguimiento y guiado. La baliza [Fig. 6, (1)] está equipada con los medios de recepción adecuados, ya sean un sensor [Fig. 6, (1a)] fotovoltaico o fotosensible, un receptor [Fig. 6, (1a)] de radio, o receptor wi-fi o cualquier otro receptor o detector capaz de recibir o analizar la señal emitida por el sistema [Fig. 6, (3)] de seguimiento y guiado. Esto permite que el sistema [Fig. 6, (3)] de seguimiento y guiado localice de manera concomitante la baliza [Fig. 1, (1)] en el campo de visión de la cámara [Fig. 6, (2)] tridimensional y envíe instrucciones o datos a la misma. Un ejemplo de instrucción entregada por el sistema [Fig. 6, (3)] de seguimiento y guiado a la baliza [Fig. 6, (1)] puede ser una instrucción para iniciar o detener la baliza [Fig. 6, (1)]. La instrucción también puede consistir, dependiendo de los usos, en modificar la modulación de la señal por la baliza [Fig. 6, (1)]. La señal emitida por la baliza [Fig. 6, (1)] puede por lo tanto llegar a ser diferente después de su comunicación con el sistema [Fig. 6, (3)] de seguimiento y guiado. La baliza [Fig. 6, (1)] puede de hecho cambiar la firma, o cambiar las instrucciones pretendidas bien para el sistema [Fig. 6, (3)] de seguimiento y guiado, o bien para el sistema [Fig. 6, (3)] de seguimiento y guiado durante su siguiente paso, o bien cambiar la firma y las instrucciones al mismo tiempo.

La presente invención es, de hecho, un sistema o un medio, o un dispositivo o un método de seguimiento de balizas [Fig. 1] por mediante un sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado que comprende una cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional y un computador [Fig. 1, (2d)] de análisis de fotogramas secuencial que extrae los mensajes codificados de la baliza [Fig. 1, (1)] del flujo de datos de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional. También es un sistema, o un medio o un dispositivo o un método de guiado de un [Fig. 1, (4)] aparato autónomo en movimiento. Más en particular, la invención también se refiere a un método de seguimiento y/o guiado que incluye los siguientes pasos:

- a) emisión de una señal hacia una baliza [Fig. 1, (1)] por parte de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional basada en tecnología de tiempo de vuelo, en donde la cámara tridimensional está comprendida en un sistema de guiado y seguimiento;
- b) recepción de la señal por parte de la baliza [Fig. 1, (1)] y reemisión de una señal [Fig. 1, (1c')] no modulada o de una señal modulada hacia la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional, y
- c) recepción y análisis por parte de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional de las señales reemitidas por la baliza [Fig. 1, (1)],
- d) iteración de los pasos a) a c) al menos una vez,
- e) análisis de las señales reemitidas mediante la comparación con una base de datos utilizando el computador [Fig. 1, (3)] del sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado
- f) implementación de cualesquiera instrucciones.

El paso d) es necesario en el caso en que la baliza [Fig. 1, (1)] aplique diferentes retardos en la modulación de la señal.

La presente invención también es un sistema o un medio o un dispositivo para la comunicación entre dos o más entidades geográficamente separadas. En una realización preferida, al menos una de las entidades está en movimiento. En este sistema o medio o dispositivo de comunicación, la información transmitida por o intercambiada entre las entidades está destinada al guiado automático de la entidad en movimiento, ya sea directamente o indirectamente. Más en particular, el protocolo de comunicación con tiene las siguientes fases:

- a) emisión de una señal por parte de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional hacia una baliza [Fig. 1, (1)],
- b) recepción de la señal por parte de la baliza [Fig. 1, (1)] y reemisión de una señal no modulada o de una señal modulada hacia la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional,
- c) recepción por parte de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional de las señales reemitidas por la baliza [Fig. 1, (1)],
- d) iteración de los pasos a) a c) al menos una vez,

e) análisis de las señales reemitidas mediante la comparación con una base de datos utilizando el computador [Fig. 1, (3)] del sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado,

f) implementación de cualesquiera instrucciones.

5 El paso d) es necesario en el caso en que la baliza [Fig. 1, (1)] aplique diferentes retardos en la modulación de la señal.

10 El medio de comunicación que constituye el objeto de la presente invención está constituido por un sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado, tal como se describió anteriormente, y por una o más balizas [Fig., (1) o Fig. 3, (1)], tal como se describió anteriormente. Un paso suplementario en el protocolo de comunicación puede ser la transmisión de instrucciones desde el sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado hacia la baliza [Fig. 1, (1)]. La comunicación de instrucciones del sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado hacia la baliza [Fig. 1, (1)] puede llevarse a cabo antes de la identificación de la baliza [Fig. 1, (1)], o bien después. Las instrucciones también pueden transmitirse de manera concomitante a la identificación de la baliza [Fig. 1, (1)] por parte del sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado.

15 Otro propósito de la presente invención es la implementación del método de guiado en la que la señal emitida por la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional hacia una baliza [Fig. 1, (1)] es una secuencia de impulsos de infrarrojos, idealmente generada por un dispositivo tal como un diodo infrarrojo (de tipo LED, VCSEL o LASER). En el método de guiado de la presente invención, la señal es reemitida por la baliza [Fig. 1, (1)] de acuerdo con las modalidades descritas anteriormente. En este caso, una implementación preferida del método de guiado incluye llevar a cabo una reemisión inmediata de la señal, en combinación con una reemisión después de un retardo predeterminado en el siguiente fotograma de medida de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional. La reemisión de la señal se lleva a cabo de manera ventajosa de acuerdo con una secuencia característica que es capaz de incluir varios retardos diferentes y que sirve como una firma o huella digital de la baliza [Fig. 1, (1)], y que es capaz adicionalmente de contener información destinada al sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento y guiado a bordo. El método, tal como se describe aquí, permite, a su vez, la posible comunicación de las instrucciones pretendidas para la baliza [Fig. 1, (1)], de acuerdo con las modalidades descritas anteriormente.

25 La presente invención comprende el aparato [Fig. 1, (4)] equipado con el sistema descrito anteriormente, o guiado de acuerdo con el método descrito en la presente memoria. El aparato [Fig. 1, (4)] puede ser un vehículo autónomo que se mueve en el aire, tal como un dron, o sobre el suelo, tal como un vehículo, o sobre el agua, tal como un barco. La presente invención también incluye una máquina de producción equipada con el dispositivo [Fig. 1, (3)] de detección y guiado descrito en la presente memoria. La presente invención también comprende los medios para equipar a una persona [Fig. 5] o a un animal sometidos al análisis de sus movimientos por parte del dispositivo que constituye el objeto de la invención. Que un aparato sea autónomo o automático significa que no está ocupado por un conductor humano y que sus medios de guiado son automáticos. Adicionalmente, el sistema descrito en la presente memoria puede ser utilizado como complemento a la conducción humana, para fines de asistencia o de seguridad [Fig. 4]. Este es el caso, por ejemplo, cuando este sistema se utiliza como un sistema anticolidión en un vehículo ocupado. De acuerdo con las aplicaciones, un aparato tal puede ser un dron, un robot, una máquina o cualquier otro aparato mecánico destinado a moverse. La presente invención también se puede utilizar para marcar o etiquetar objetos estáticos o móviles que pueden ser de interés público, como por ejemplo en el caso de un trabajo artístico o en ambientes en donde la identificación de objetos es de interés para optimizar ciertas acciones o flujos de trabajo, como por ejemplo en el caso de etiquetado de objetos en almacenes. La persona o la máquina con interés en esos objetos necesita estar equipada con una cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional conectada a un medio de computación similar a la [Fig. 1, (2d)] que puede estar comprendido, por ejemplo, en un teléfono inteligente o en cualquier otro tipo de dispositivo manual o que puede estar comprendido en la propia máquina o robot. La baliza [Fig. 1, (1)] se identifica a sí misma con un código único en el entorno de interés o incluso en todo el mundo. Esto permite a la persona o máquina con interés en el objeto identificar este objeto y recibir metadatos sobre el objeto. Para ello, la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional puede estar, pero no es obligatorio que esté, conectada a una base de datos que está enlazada a los metadatos y que los contiene. Si no está conectada a una base de datos, la información acerca del objeto puede estar almacenada totalmente en la baliza [Fig. 1, (1)] y ser transmitida por ella. Esta información puede actualizarse en tiempo real, como por ejemplo utilizando lecturas de sensor correspondientes a sensores conectados a la baliza [Fig. 2, (1f)].

REIVINDICACIONES

- 1.- Un sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento dinámico que comprende:
- una cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional basada en tecnología de tiempo de vuelo, que comprende:
 - un receptor sensible a las emisiones de luz comprendidas en un cierto intervalo de longitudes de onda,
 - 5 un primer emisor [Fig. 1, (2c)] de señales luminosas;
 - un microcomputador [Fig. 1, 2a] que conecta y calcula la información tridimensional procedente del receptor [Fig. 1, (2b)] y que controla al emisor [Fig. 1, (2c)], y
 - un computador [Fig. 1, (2d)] secundario interno o externo que incorpora análisis de datos, servicios de base de datos, controles y comunicación externa con servicios de comunicación de datos locales o globales y
 - 10 vehículos;
- caracterizado por que el sistema de seguimiento dinámico comprende adicionalmente:
- una baliza [Fig. 1, (1)] sensible a las señales luminosas procedentes del primer emisor [Fig. 1, (2c)] de luz de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional, en donde la mencionada baliza [Fig. 1, (1)] está ella misma equipada con un segundo emisor [Fig. 2, (1b)] de señales luminosas de una longitud de onda compatible
 - 15 con la sensibilidad de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional,
- en el cual
- la baliza [Fig. 1, (1)] comprende un medio para modular las señales [Fig. 2, (1c, c', d)] luminosas que se originan en el primer emisor [Fig. 1, (2c)] de señales luminosas,
- la cámara tridimensional está configurada para medir el tiempo de retorno de la señal reemitida por la baliza,
- 20 en donde la modulación está configurada de tal manera que permite, por medio de la cámara tridimensional y en al menos dos fotogramas medidos, una identificación única y, simultáneamente, una determinación de la posición de la baliza [Fig. 1, (1)] en un volumen tridimensional cubierto por el campo de visión tridimensional de la cámara [Fig. 1, (2)];
- la identificación única de la baliza [Fig. 1, (1)] se lleva a cabo en el microcomputador mediante el análisis de la
- 25 distancia aparente de la baliza en fotogramas consecutivos de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional.
- 2.- El sistema de seguimiento según la Reivindicación 1, en el que las señales luminosas se emiten en el infrarrojo cercano.
- 3.- El sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento según una u otra de las reivindicaciones precedentes, en el que la señal luminosa procedente del primer emisor es una secuencia de impulsos característica [Fig. 1, (2)].
- 30 4.- El sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento según una u otra de las reivindicaciones precedentes, en el que la baliza [Fig. 1, (1)] incluye adicionalmente un sistema [Fig. 2, (1a, c, d)] de análisis de la señal emitida desde el primer emisor [Fig. 1, (2)] y una base [Fig. 2, (1e)] de datos que permite el almacenamiento de las características de la señal emitida por el primer emisor [Fig. 1, (2)].
- 5.- El sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento según una u otra de las reivindicaciones precedentes, en el que la modulación de la señal reemitida por la baliza [Fig. 1, (1)] incluye un retardo determinado antes de la reemisión de la señal luminosa hacia la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional.
- 35 6.- El sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento según una u otra de las reivindicaciones precedentes, en el que la modulación de la señal reemitida por la baliza [Fig. 1, (1)] incluye una secuencia preestablecida de varios retardos sucesivos, que cambian a cada nuevo inicio de una adquisición de fotogramas por parte de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional.
- 40 7.- El sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento según una u otra de las reivindicaciones precedentes, en el que la modulación de la señal reemitida por la baliza [Fig. 1, (1)] incluye un cambio de longitudes de onda.
- 8.- El sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento según una u otra de las reivindicaciones precedentes, en el que la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional está dispuesta adicionalmente para ser conectada a una base [Fig. 1, (2a)] de datos, lo que permite que la modulación de la señal reemitida por las balizas [Fig. 1, (1)] sea reconocida.
- 45 9.- El sistema [Fig. 1, (3)] de seguimiento según una u otra de las reivindicaciones precedentes, en el que la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional contiene adicionalmente un medio de comunicación capaz de comunicar una o más instrucciones a una o más balizas [Fig. 2, Fig. 3].

- 10.- Un método de guiado automático de un aparato [Fig. 1, (4)] en movimiento, caracterizado por que incluye los siguientes pasos:
- 5 a) la emisión de una señal hacia una baliza [Fig. 1 (1)] por parte de una cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional basada en tecnología de tiempo de vuelo, en donde la cámara tridimensional está comprendida en un sistema de guiado y seguimiento;
- b) la recepción de la señal por parte de la baliza [Fig. 1, (1)] y la reemisión de una señal no modulada [Fig. 2, (1c')] o de una señal modulada hacia la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional y
- c) la recepción y el análisis por parte de la cámara [Fig. 1, (2)] tridimensional de las señales reemitidas por la baliza [Fig. 1, (1)].
- 10 11.- El método de guiado según la Reivindicación 10, en el que la señal emitida hacia la baliza [Fig. 1, (1)] es una secuencia de impulsos de luz.
- 12.- El método de guiado según la Reivindicación 10 u 11, en el que la modulación de la señal [Fig. 2 (1c, c', d)] incluye la aplicación de uno o más retardos predeterminados.
- 15 13.- El uso de un sistema tal como se define por cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 para el guiado de un dron o un robot.
- 14.- Un vehículo automático equipado con un sistema según cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 9, o guiado por un método según cualquiera de las Reivindicaciones 10 a 12.
- 20 15.- El uso de una cámara tridimensional como una baliza en un sistema según cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 9, en el que el sistema comprende dos o más cámaras tridimensionales, entre las que al menos una actúa como sistema de guiado y al menos una actúa como baliza.

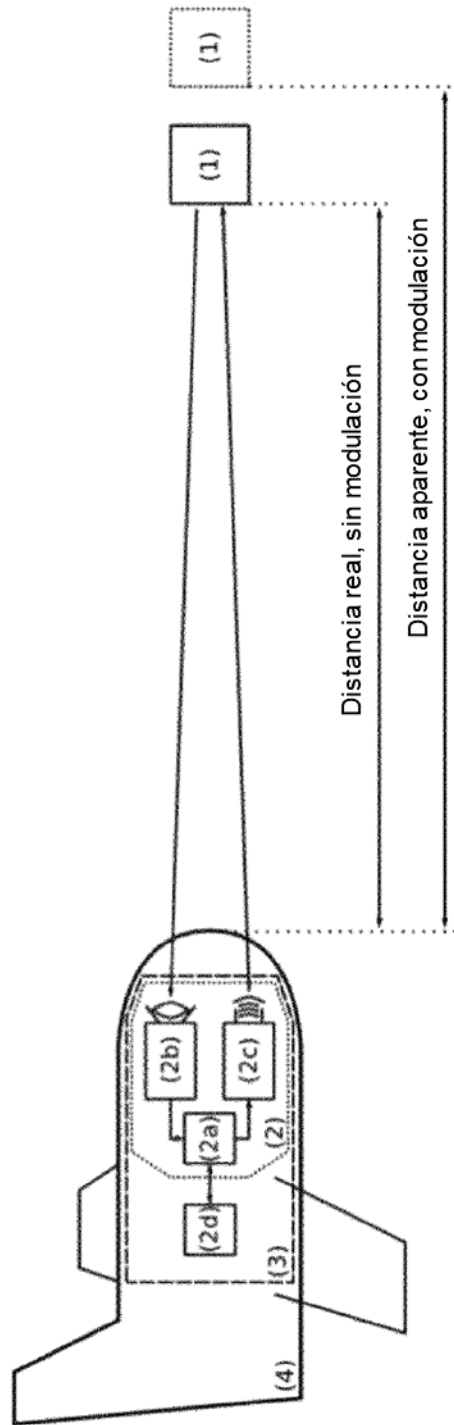


Fig.1

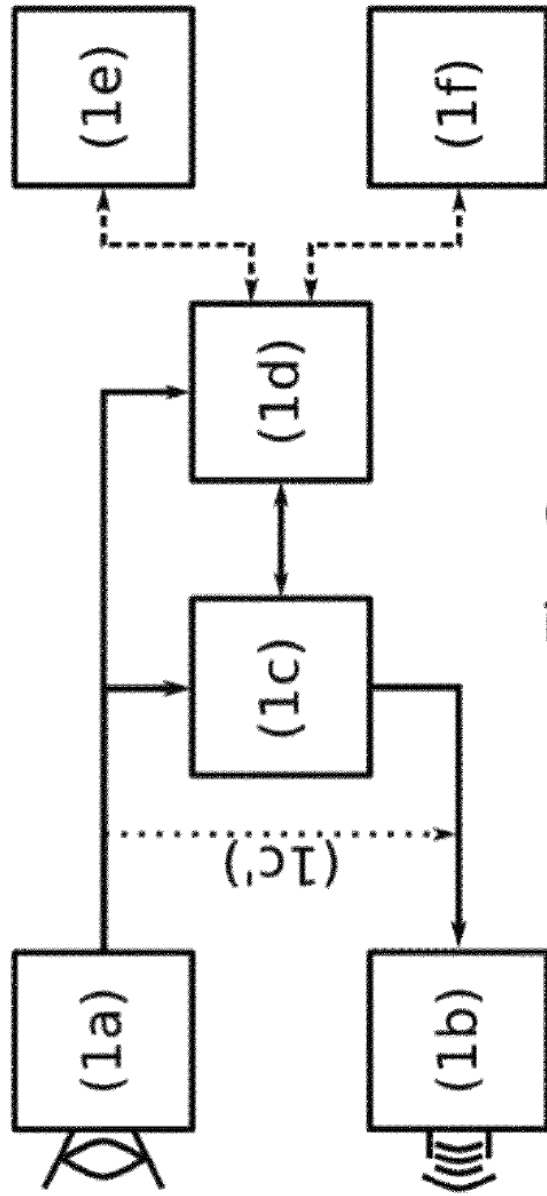


Fig.2

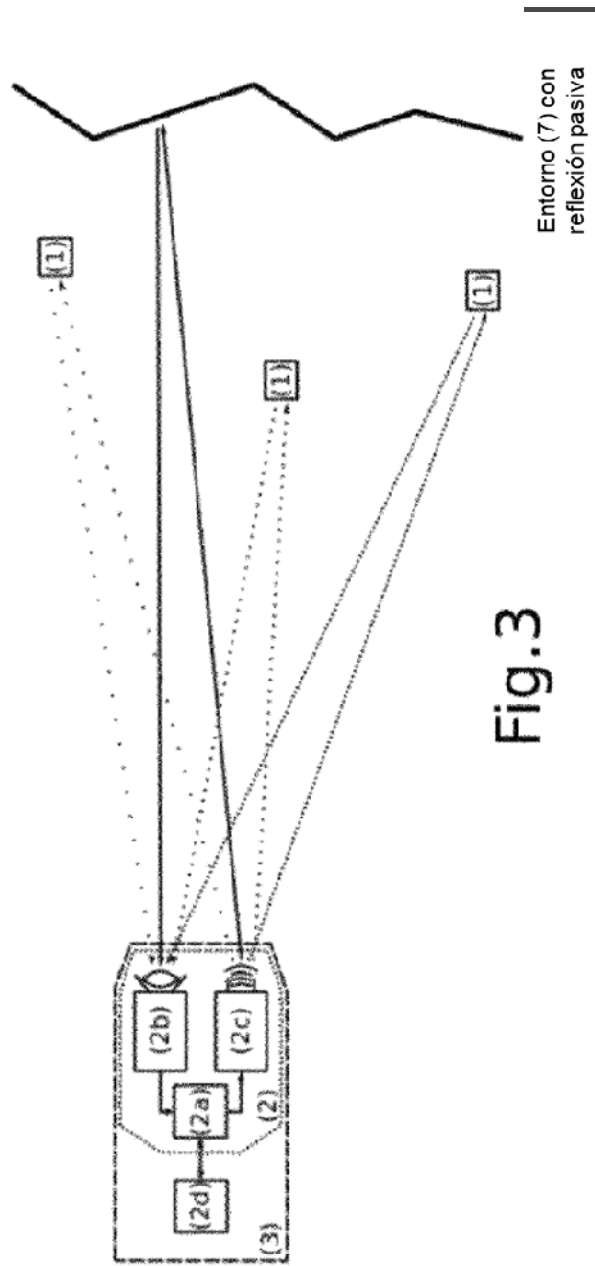


Fig.3

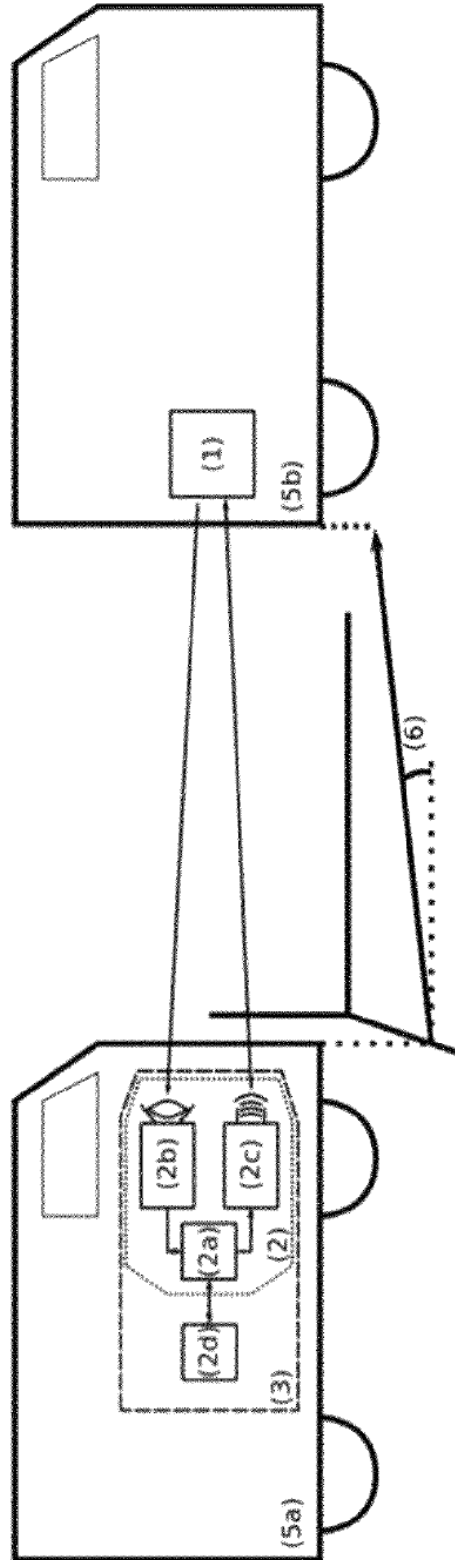
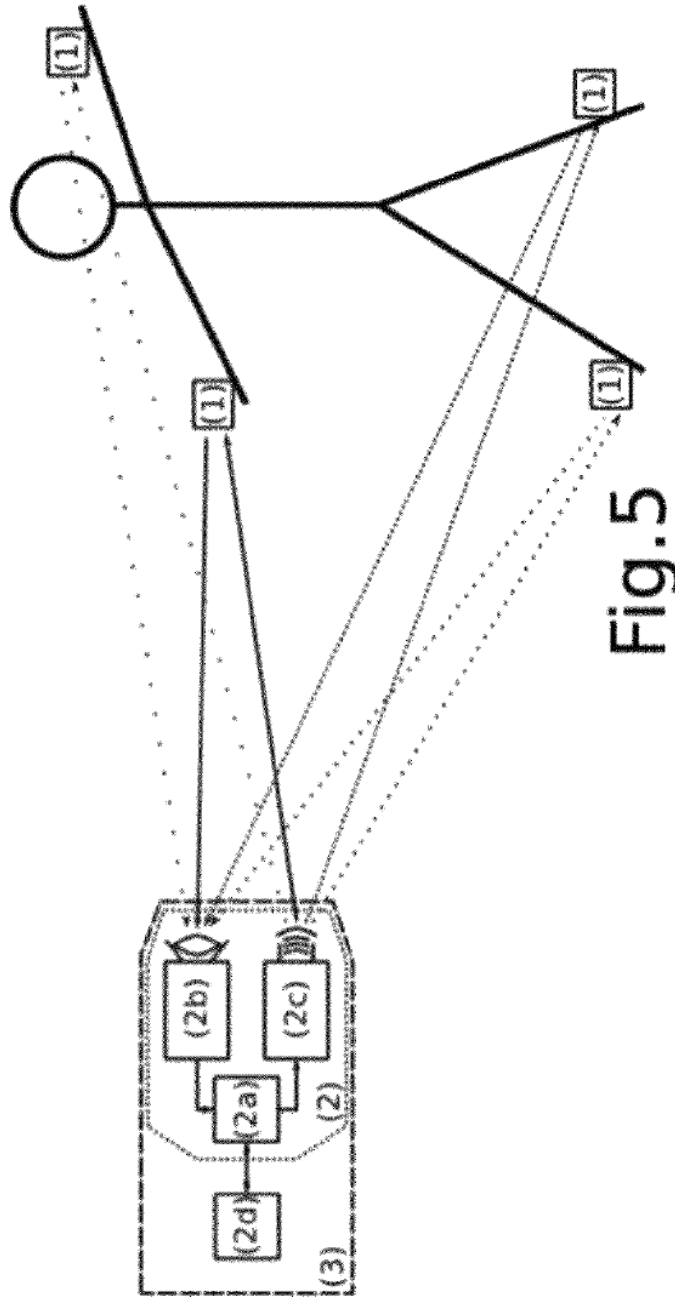


Fig.4



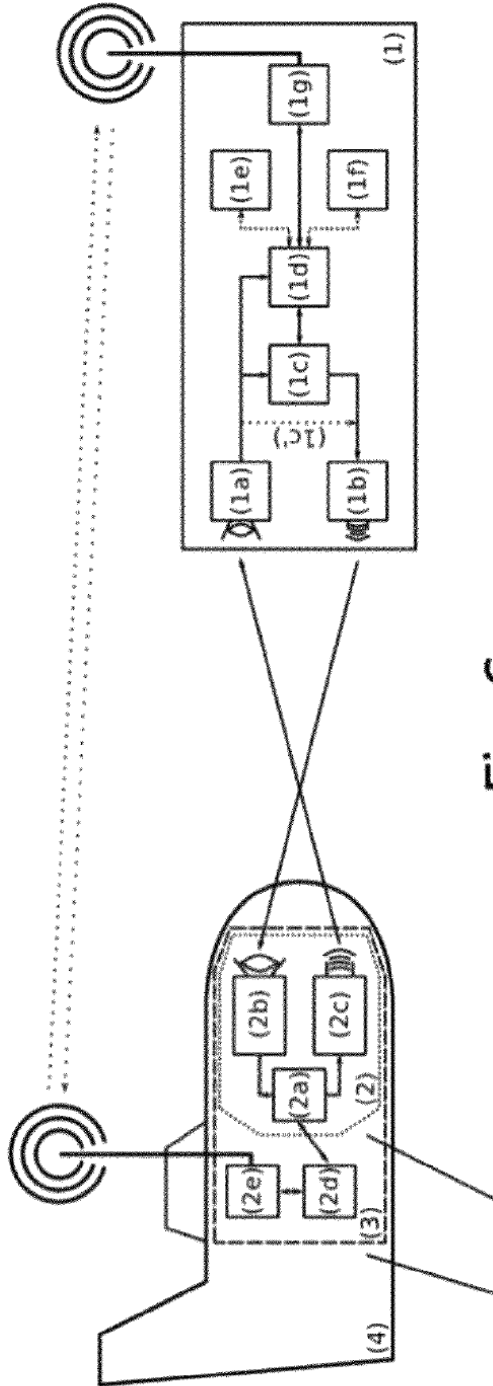


Fig.6