

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 823 584**

51 Int. Cl.:

G03B 17/08 (2006.01)

H04N 7/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.10.2014** **E 14188810 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020** **EP 2863257**

54 Título: **Sistema de adquisición y procesamiento de imágenes subacuáticas**

30 Prioridad:

15.10.2013 IT MI20131701

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
07.05.2021

73 Titular/es:

**CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
(50.0%)**

Piazzale Aldo Moro, 7

00185 Roma, IT y

ON AIR S.R.L. (50.0%)

72 Inventor/es:

MARINI, SIMONE;

GRIFFA, ANNALISA;

ALIANI, STEFANO;

CONVERSI, ALESSANDRA;

SCHROEDER, KATRIN y

BORGHINI, MIRENO

74 Agente/Representante:

FERNÁNDEZ POU, Felipe

ES 2 823 584 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 adquisición y procesamiento de imágenes subacuáticas

- 5 Una solución de acuerdo con las modalidades de la presente invención se refiere a sistemas de monitoreo de entornos acuáticos. Con mayor detalle, una solución de acuerdo con una modalidad de la presente invención se refiere a un sistema para la adquisición y el procesamiento de imágenes subacuáticas.
- 10 El entorno acuático (es decir, interno a una masa de agua), en particular el entorno marino, se monitorea ampliamente para diversos fines, por ejemplo, para el monitoreo de los seres vivos (por ejemplo, plancton, mucílago, peces), para la detección de artefactos (restos de naufragios y/o materiales explosivos sumergidos) y para el monitoreo de estructuras geológicas marinas (como respiraderos hidrotermales o para identificar deslizamientos).
- 15 Un monitoreo dentro de una masa de agua (por ejemplo, un lago, un mar o un océano) parece ser más complejo con respecto al monitoreo en la atmósfera. Una de las principales dificultades para realizar un monitoreo de una masa de agua reside en la impermeabilidad a la radiación electromagnética de la masa de agua. De hecho, las medidas a gran escala basadas en la adquisición de imágenes desde ubicaciones remotas, como una detección por satélite, son posibles solo para una capa superficial de la masa de agua, mientras que, para investigar las regiones más remotas, es decir, ubicadas en la profundidad con respecto a un nivel superficial de la masa de agua, indicado como superficie a continuación, es necesario usar instrumentación *en el lugar*, es decir, sumergida en la masa de agua.
- 20 El uso de sensores ópticos para la adquisición de imágenes, especialmente en el espectro visible del entorno acuático, ha experimentado una amplia difusión, ya que es un medio para documentar el entorno acuático al proporcionar mediciones directas, pero no invasivas del ecosistema.
- 25 En particular, los sistemas de monitoreo de especies acuáticas también implementan sistemas de reconocimiento de estas. Por ejemplo, la mayoría de los sistemas conocidos de monitoreo del plancton son capaces de identificar automáticamente el plancton, cuyo tamaño es del orden de los micrómetros, con base en imágenes digitales del entorno acuático monitoreado.
- 30 Actualmente, la adquisición de imágenes se logra principalmente mediante el uso de sistemas implementados en plataformas fijas, embarcaciones, vehículos operados remotamente (ROV) conectados a embarcaciones de soporte. El uso de otros dispositivos como la boya a la deriva oceanográfica o los vehículos subacuáticos autónomos (AUV), como flotadores perfiladores y planeadores submarinos, es conocido, pero aún no consolidado.
- 35 El documento US 2009/0115844 describe una cámara subacuática que comprende una unidad de adquisición de imágenes y una detección de condiciones subacuáticas. Se usa un procesador para almacenar las condiciones subacuáticas en una memoria junto con una imagen adquirida subacuática actual.
- 40 Los solicitantes observan que la cámara descrita en el documento US 2009/0115844 está diseñada para ser usada por un buceador durante una inmersión y, luego, no opera de manera autónoma, incluso en entornos acuáticos cuyas condiciones (por ejemplo, la presión del agua y/o la temperatura) no permiten la presencia de seres humanos, y tampoco por períodos prolongados de tiempo. Las imágenes son adquiridas directamente por el buceador Scuba que opera la cámara.
- 45 La solicitud de patente internacional WO 2013/116100 describe un sistema de cámara para capturar imágenes panorámicas subacuáticas desde una pluralidad de puntos de adquisición de imágenes a lo largo de una trayectoria y datos que indican la orientación y la posición geográfica de la cámara en el punto de adquisición de imágenes. El sistema de cámara puede comprender una carcasa impermeable. La cámara también puede comprender una memoria para almacenar datos, acoplada a un módulo de adquisición de imágenes para adquirir las vistas panorámicas subacuáticas, un sensor de posición para adquirir las posiciones de los puntos de adquisición de imágenes, y un sensor de orientación para adquirir la orientación de las vistas subacuáticas panorámicas en las posiciones de los puntos de adquisición de imágenes.
- 50 Los solicitantes observan que la cámara descrita en el documento WO 2013/116100 está diseñada para capturar imágenes subacuáticas del entorno acuático cerca de la superficie, en condiciones de suficiente iluminación natural, mientras que no es adecuada para la adquisición de imágenes a mayores profundidades y/o en condiciones de poca iluminación. Además, esta cámara está diseñada para su uso en barcos con tripulación.
- 55 El documento US 2011/292201 describe una cámara de exploración subacuática que comprende: una cubierta exterior, una puerta, un almacenamiento de memoria, una batería y una carcasa interna que incluye un flash, un obturador, un marco de visualización y un sensor sonar. Cuando el sensor sonar emite un pulso para detectar cualquier pez, tras la detección, el flash y el obturador se disparan para tomar una foto digital que se puede guardar en un dispositivo de memoria. Después de tomar la foto, la fecha y la hora aparecen en el marco de visualización y se transmite una notificación a un dispositivo portátil personal. La cámara de exploración permite al usuario rastrear peces remotamente sin tener que monitorear continuamente la cámara de exploración subacuática.
- 60
- 65

- En Phoenix X Huang; Bastiaan J Boom; Robert B Fisher: "Underwater Live Fish Recognition Using a Balance-Guaranteed Optimized Tree", Computer Vision ACCV 2012, 20121105 Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg - ISBN 978-3-642-37330-5; ISBN 3-642-37330-5, Vol: 7724, Páginas: 422 - 433 describe un método para reconocer peces en un entorno natural no restringido grabado por cámaras subacuáticas. Este método extrae 66 tipos de características que son una combinación de propiedades de color, forma y textura de diferentes partes del pez y reduce las dimensiones de las características con el procedimiento de selección secuencial de características hacia delante (FSFS). Las características seleccionadas del FSFS son usadas por una SVM. Presentamos un Árbol Optimizado de Balance Garantizado (BGOT) para controlar la acumulación de errores en la clasificación jerárquica y, por tanto, lograr un mejor desempeño. Un BGOT de 10 especies de peces se construye automáticamente mediante el uso de las similitudes entre clases y un método heurístico. El método de clasificación jerárquica propuesto basado en el BGOT logra aproximadamente un 4 % más de precisión en comparación con las técnicas actuales en un conjunto de datos de imágenes de peces vivos.
- El documento US 2003/214593 describe un sistema de flash para fotografía subacuática que incluye una carcasa para contener una cámara, la cual puede ser una cámara digital, una unidad de flash unida externamente a esta carcasa para emitir la luz de flash, un sensor de luz en la carcasa para detectar la luz reflejada y emitir señales de detección de acuerdo con la luz reflejada detectada y un generador de señales de control dentro de la carcasa. El generador de señales de control incluye un dispositivo de entrada para permitir al usuario especificar una cantidad de luz seleccionada que se emitirá desde la unidad de flash y también sirve para generar y emitir señales a la unidad de flash de acuerdo con las señales de detección del sensor de luz y también la cantidad de luz seleccionada a través del dispositivo de entrada.
- En Charles C Eriksen; James Osse T; Russell D Light; Timothy Wen; Thomas W Lehman; Peter L Sabin; John W Ballard; Andrew M Chiodi: "Seaglider: A Long-Range Autonomous Underwater Vehicle for Oceanographic Research" IEEE Journal of Oceanic Engineering, 2001 1001 IEEE Service Center, Piscataway, NJ, EE. UU. - ISSN 0364-9059, Vol: 26, Nr: 4 se describe los planeadores submarinos como pequeños vehículos subacuáticos autónomos reutilizables diseñados para planear desde la superficie del océano hasta una profundidad programada y regresar mientras mide la temperatura, la salinidad, la corriente de profundidad promedio y otras cantidades a lo largo de una trayectoria de diente de sierra a través del agua. Su baja resistencia hidrodinámica y su amplio rango de control del paso permiten sendas de planeo en el intervalo de 0,2 a 3. Están diseñados para misiones en un intervalo de varios miles de kilómetros y duraciones de muchos meses. Los planeadores submarinos son comandados remotamente y reportan sus mediciones casi en tiempo real a través de telemetría inalámbrica.
- En Donghwa Lee, Gonyop Kim, Donghoon Kim, Hyun Myung, Hyun-Taek Choi: "Vision-based object detection and tracking for autonomous navigation of underwater robots", Ocean Engineering, Pergamon, Amsterdam, NL, vol.48, 7 de abril de 2012, páginas 59-68 describe un robot subacuático que usa técnicas de detección y seguimiento de objetos basadas en la visión para la navegación.
- En términos generales, la solución de acuerdo con una o más de las modalidades de la presente invención se basa en la idea de proporcionar un sistema para adquirir y procesar imágenes que se pueda acoplar de manera simple a una plataforma fija y/o con un dispositivo oceanográfico y capaz de operar tanto independientemente de esa plataforma fija y/o dispositivo oceanográfico, como para coordinar al menos parte de su operación con tales plataformas fijas y/o dispositivo oceanográfico.
- En particular, uno o más aspectos de la solución de acuerdo con las modalidades específicas de la invención se establecen en las reivindicaciones independientes, con sus características ventajosas que se establecen en las reivindicaciones dependientes.
- Más concretamente, se propone un aspecto de la solución de acuerdo con una modalidad de la invención que proporciona un sistema para adquirir y procesar imágenes de un entorno acuático. Dicho sistema está adaptado para acoplarse con una plataforma fija o con un dispositivo oceanográfico. El sistema comprende un módulo de adquisición adaptado para adquirir al menos una imagen de un entorno acuático que se va a monitorear; un módulo de control adaptado para controlar automáticamente la operación del sistema y procesar y almacenar la al menos una imagen adquirida, un módulo de comunicación adaptado para transmitir a receptores externos al sistema la al menos una imagen adquirida y/o los datos resultantes de dicho procesamiento de la al menos una imagen adquirida realizado por el módulo de control; un módulo de suministro de alimentación adaptado para proporcionar energía al módulo de adquisición, al módulo de control y al módulo de comunicación, y una caja adaptada para alojar el módulo de adquisición, el módulo de control, el módulo de comunicación y el módulo de alimentación, la caja que se configura para mantener herméticamente aislado el sistema para adquirir y procesar imágenes del entorno acuático. Además, el módulo de control comprende un elemento controlador configurado para controlar automáticamente la adquisición de la al menos una imagen por parte del módulo de adquisición, y un elemento de procesamiento configurado para procesar la al menos una imagen adquirida. En la solución de acuerdo con una modalidad de la presente invención, el elemento de procesamiento está configurado además para realizar uno o más algoritmos adaptados para realizar un reconocimiento de sujetos en la al menos una imagen adquirida para identificar al menos un sujeto buscado.

- 5 En una modalidad de la invención, en donde la al menos una imagen comprende una pluralidad de imágenes, el elemento controlador se configura para determinar una frecuencia de adquisición de las imágenes de la pluralidad de imágenes por parte del módulo de adquisición, preferentemente con base en las instrucciones proporcionadas durante una fase de programación del sistema y/o de acuerdo con un resultado del procesamiento realizado por el elemento de procesamiento de al menos una imagen previamente adquirida.
- 10 En una modalidad de la invención, el módulo de control comprende, además, un elemento de memoria configurado para almacenar la al menos una imagen adquirida por el módulo de adquisición y/o datos resultantes del procesamiento realizado por el elemento de procesamiento.
- 15 En una modalidad de la invención el módulo de adquisición comprende una cámara de foto/vídeo, y en donde la caja hermética comprende un elemento transparente para permitir que la cámara de foto/vídeo realice la adquisición de la al menos una imagen del entorno acuático.
- 20 En una modalidad de la invención el elemento controlador se configura para seleccionar un punto focal y/o una longitud focal de la cámara de foto/vídeo con base en las características de un sujeto que se va a identificar del sistema y con base en las instrucciones proporcionadas durante una fase de programación del sistema.
- 25 En una modalidad de la invención el elemento controlador se configura para mantener constante un punto focal y/o una longitud focal de la cámara de foto/vídeo durante una operación del sistema.
- 30 En una modalidad de la invención el elemento controlador se configura para ajustar los parámetros de adquisición de la cámara de foto/vídeo de acuerdo con un resultado del procesamiento realizado por el elemento de procesamiento en al menos una imagen adquirida previamente adquirida.
- 35 En una modalidad de la invención el módulo de adquisición comprende un detector de brillo adaptado para medir un grado de brillo del entorno acuático y un conjunto de iluminación adaptado para iluminar el entorno acuático, y en donde el elemento controlador está configurado preferentemente para: activar el detector de brillo antes de la adquisición de la al menos una imagen para obtener el grado de brillo del entorno que se va a monitorear y compararlo con un grado de brillo umbral, y activar el conjunto de iluminación en caso de que dicho grado de brillo sea menor que dicho umbral de grado de brillo.
- 40 En una modalidad de la invención el elemento controlador se configura para ajustar los parámetros de adquisición de la cámara de foto/vídeo con base en el grado de brillo detectado por el detector de brillo.
- 45 En una modalidad de la invención, el elemento controlador se configura para ajustar una apertura del diafragma y una distancia focal de la cámara de foto/vídeo para ajustar una profundidad de campo de la imagen adquirida.
- 50 En una modalidad de la invención, el elemento de procesamiento está configurado, además, para proporcionar como datos resultantes de dicho procesamiento de la al menos una imagen adquirida los datos referidos al menos a un sujeto buscado expresado a través de una pluralidad de cadenas de caracteres alfanuméricos, y/o proporcionar como datos resultantes de dicho procesamiento de la al menos una imagen adquirida al menos una porción relevante de la imagen que comprende al menos un sujeto buscado identificado, extrapolado de la al menos una imagen adquirida.
- 55 En una modalidad de la invención el módulo de comunicación comprende uno o más componentes electrónicos adaptados para transmitir señales de radiofrecuencia en una o más bandas de frecuencia entre 30 KHz y 30 GHz adaptadas para ser recibidas por receptores apropiados externos al sistema.
- 60 En una modalidad de la invención el módulo de adquisición comprende un detector de profundidad conectado al elemento controlador, el elemento controlador que se configura para activar el módulo de comunicación en correspondencia con una detección proporcionada por el detector de profundidad de una posición del sistema en la superficie del entorno acuático.
- 65 En una modalidad de la invención el elemento controlador se configura para seleccionar entre la transmisión a través de señales de radiofrecuencia de la al menos una imagen adquirida, de la al menos una porción relevante de la imagen y/o de la pluralidad de cadenas de caracteres alfanuméricos de acuerdo con una o más bandas de frecuencia seleccionadas para la transmisión a través de señales de radiofrecuencia.
- En una modalidad de la invención el módulo de control comprende un elemento de reloj conectado al elemento controlador para proporcionar una señal de reloj usada como una base de tiempo, y en donde el elemento controlador se configura para habilitar selectivamente un suministro de energía del módulo de alimentación al módulo de adquisición, al módulo de comunicación, al elemento procesador y al elemento de memoria durante un período de tiempo indicado mediante las instrucciones proporcionadas durante una fase de programación del sistema, determinadas por la señal de reloj proporcionada por el elemento de reloj, independientemente de una operación de la plataforma fija o del dispositivo oceanográfico al que se acopla el sistema.

En una modalidad de la invención el elemento controlador se configura para colocar el módulo de suministro, el módulo de adquisición, el módulo de comunicación, el elemento procesador y/o el elemento de memoria en una condición de ahorro de energía cuando el elemento controlador deshabilita el suministro de energía desde el módulo de alimentación hacia ellos.

Otro aspecto de la presente invención propone un dispositivo oceanográfico adecuado para su uso en un entorno acuático para realizar estudios de sus parámetros ambientales, que comprende el sistema.

Una solución de acuerdo con una o más modalidades de la invención, así como también las características adicionales y las ventajas relacionadas, se entenderá mejor con referencia a la siguiente descripción detallada que se brinda puramente por medio de un ejemplo no limitativo que debe leerse junto con las Figuras adjuntas (en las cuales los elementos correspondientes se indican con referencias iguales o similares y su explicación no se repite por brevedad). En este sentido, se entiende expresamente que las Figuras no están necesariamente a escala (con algunos detalles que pueden ser exagerados y/o simplificados) y que, a menos que se indique de otra forma, se usan simplemente para ilustrar conceptualmente las estructuras y procedimientos descritos. En particular:

la Figura 1 es una representación esquemática de un sistema para adquirir y procesar imágenes de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

las Figuras 2A-2C son un diagrama de flujo de la operación del sistema para adquirir y procesar imágenes de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

la Figura 3 es una representación esquemática de un sistema para adquirir y procesar imágenes, acoplado con una estación fija de acuerdo con una modalidad de la presente invención, y

las Figuras 4A-4C son representaciones esquemáticas del sistema para adquirir y procesar imágenes acoplado con dispositivos oceanográficos de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

Con referencia a las Figuras, la Figura 1 es una representación esquemática de un sistema para adquirir y procesar imágenes, denominado sistema 100 a continuación de la presente descripción, de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

El sistema 100 está diseñado para capturar imágenes (digitales), preferentemente en alta resolución, y procesar las imágenes adquiridas, preferentemente mediante la extracción de información de las imágenes adquiridas y la comunicación (por ejemplo, a través de transmisiones de radio o satélite) de la información y/o imágenes extraídas, de una manera sustancialmente automática.

El sistema 100 comprende un módulo de adquisición 105 adaptado para adquirir imágenes y otras posibles mediciones (por ejemplo, indicaciones de temperatura, presión/profundidad, etc.) y un módulo de control 110 adecuado para controlar las operaciones del módulo de adquisición 105, para almacenar imágenes y cualquier otra medición y para realizar su procesamiento.

El sistema 100 preferentemente comprende, además, un módulo de comunicación 115 adaptado para generar y enviar señales, tales como señales de radiofrecuencia, posiblemente también señales de satélite, y posiblemente adaptado para recibir y demodular señales similares.

El sistema 100 comprende además un módulo de alimentación 120 conectado a los otros módulos 105, 110 y 115, de tal manera que les proporciona la energía (eléctrica) necesaria para su operación.

Ventajosamente, el sistema 100 comprende una caja hermética 123 adaptada para contener en su interior (al menos parcialmente) los módulos 105, 110, 115 y 120.

En una modalidad alternativa (no se muestra), los diversos módulos del sistema 100 pueden estar contenidos en más de una caja estanca al agua, por ejemplo, el módulo de alimentación 120 se puede proporcionar como un elemento independiente de los módulos restantes del sistema 100; por ejemplo, el módulo de alimentación 120 se puede proporcionar contenido en una caja estanca al agua separada de la caja estanca al agua que contiene los demás módulos del sistema 100 para separarlo de los módulos restantes 105, 110, 115 del sistema 100, y comprende elementos de conexión para ser conectados (eléctrica y físicamente) al resto de módulos del sistema 100.

El módulo de adquisición 105 comprende un elemento de adquisición de imágenes, como una cámara y/o una videocámara, que se indica genéricamente como cámara de foto/vídeo 125 a continuación, preferentemente adaptado para capturar imágenes digitales y, aún con mayor preferencia adaptado para variar los parámetros de adquisición (por ejemplo, sensibilidad y duración de la exposición). El módulo de adquisición 105 comprende además un conjunto de iluminación 130, por ejemplo, una pluralidad de LED (diodos emisores de luz), un detector de brillo 135 y un detector de profundidad 140, por ejemplo adaptado para detectar una presión externa al sistema 100 (esencialmente una presión ejercida por la columna de agua que recubre el sistema 100) para determinar una profundidad alcanzada por el sistema 100, además, el módulo de adquisición 105 puede comprender otros elementos para la adquisición de parámetros del entorno (no mostrados), tales como sensores térmicos y/o de presión.

El módulo de adquisición 105 está acoplado con el módulo de alimentación 120 para recibir de estos últimos la energía

(eléctrica) necesaria para su operación, por ejemplo, en la forma de tensión y corriente proporcionadas a valores constantes respectivos.

El módulo de control 110 comprende un reloj 145 capaz de generar una señal de reloj periódica (eléctrica) adaptada para sincronizar las operaciones del sistema 100. El reloj 145 está conectado a un elemento controlador 150 al cual le proporciona la señal de reloj que el elemento controlador 150 usa como base de tiempo. El elemento controlador 150 (por ejemplo, implementado por una plataforma de hardware Arduino® o una placa electrónica equivalente que comprende un microcontrolador) se acopla con los elementos 125, 130, 135, y 140 comprendidos en el módulo de adquisición 105 y al módulo de comunicación 115 para coordinarlos y gestionarlos (como se discutirá a continuación de la presente descripción). El elemento controlador 150 también está conectado a un elemento procesador 155 (por ejemplo, un ordenador implementado en una única placa electrónica o un ordenador de una única placa) del módulo de control 110 para coordinar y gestionar su operación.

El elemento procesador 155 está adaptado para implementar algoritmos (en la forma de software, hardware y/o microprograma), por ejemplo, algoritmos de procesamiento de imágenes. El elemento procesador 155 está conectado a un elemento de memoria 160 (por ejemplo, una memoria de tipo flash no volátil) comprendida en el módulo de control 110 y adaptado para almacenar la información adquirida por el módulo de adquisición 105 y los resultados de la elaboración de tal información (por ejemplo, imágenes y/o productos del procesamiento de imágenes, como se describe más abajo). Preferentemente, el elemento de memoria 160 está conectado a la cámara de foto/vídeo 125 y posiblemente a los detectores 135 y 140 (y/o posiblemente a otros detectores incluidos en el módulo de adquisición 105) para recibir y almacenar datos adquiridos directamente por él mismo. En una modalidad de la presente invención el elemento procesador 155 está conectado al módulo de comunicación 115 para transferir los datos adquiridos para que se transmitan a través de él.

El reloj 145, el elemento controlador 150 y el elemento procesador 155 están acoplados con el módulo de alimentación 120 para recibir la energía (eléctrica) necesaria para su operación.

El módulo de comunicación 115 comprende los componentes necesarios (no mostrados en las Figuras) para realizar las transmisiones (y posiblemente recepción) de datos a través de señales de radiofrecuencia (por ejemplo, transmisiones en una o más bandas de frecuencia entre 30 KHz y 30 GHz) adaptadas para ser recibidas por receptores adecuados externos al sistema 100. Alternativamente o, además, el módulo de comunicación puede comprender componentes necesarios para realizar comunicaciones por cable; por ejemplo, el módulo de comunicación 115 puede estar equipado con un circuito adaptado para realizar comunicaciones por cable, por ejemplo, de acuerdo con el estándar USB (Bus Universal en Serie) y/o comunicaciones de fibra óptica. Eventualmente, el módulo de comunicación puede comprender un elemento de geoposicionamiento, es decir, adaptado para determinar una ubicación geográfica del sistema 100 (por ejemplo, un elemento GPS, Sistema de Posicionamiento Global).

El módulo de alimentación 120 comprende circuitos eléctricos (por ejemplo, bombas de carga, fuentes de alimentación conmutadas o SMPS, fuente de alimentación conmutada, rectificadores, etc.; no ilustrados en las Figuras) diseñados para adaptar la tensión y la corriente suministradas desde una fuente de energía (eléctrica, no se muestra en las Figuras). La fuente de energía puede disponerse dentro del sistema 100, por ejemplo en la forma de un paquete de baterías (no mostrado) comprendido en el módulo de alimentación 120, o puede ser externa al sistema 100 (por ejemplo, un paquete de baterías o una red de suministro de energía externa; no se muestra) y acoplada con el módulo de alimentación 120 a través de un elemento de conexión (por ejemplo, un cable eléctrico, no mostrado).

La caja 123 está dimensionada para contener los módulos 105, 110, 115 y 120 de una manera estanca al agua. En otras palabras, la caja aísla los módulos 105, 110, 115 y 120 del entorno acuático en el cual el sistema 100 está destinado a ser sumergido; en particular, la carcasa 123 evita un contacto entre el agua y los módulos 105, 110, 115 y 120 para evitar un posible daño a estos. La caja 123 también está diseñada para resistir (es decir, no sufrir deformaciones o grietas sustanciales) una presión máxima aplicada determinada de acuerdo con una profundidad máxima con relación a la superficie de la masa de agua en la cual el sistema 100 se dispone (o que puede lograr) durante su uso. Preferentemente, la caja 123 tiene una forma adaptada para ofrecer una mínima resistencia al fluido en el que está sumergida; por ejemplo, la caja 123 comprende paredes redondas y/o tiene una forma ahusada.

Además, la caja 123 comprende un elemento transparente, por ejemplo, una portilla 165 para permitir la que la cámara de foto/vídeo 125 realice la adquisición de imágenes del entorno acuático. La cámara de foto/vídeo 125 está dispuesta en la caja 123, de manera que una lente (no se muestra) de esta esté alineada con la portilla 165 (por ejemplo, mediante la alineación de los centros de la portilla 165 y de la lente de la cámara 125). Preferentemente, un punto focal de la cámara de foto/vídeo 125 y/o una longitud focal (o zoom) se establecen sobre la base de un sujeto a identificar (por ejemplo, de acuerdo con el tamaño y la densidad de tal sujeto) y se mantienen constantes durante la operación del sistema 100 (para eliminar un consumo de energía de la cámara de foto/vídeo 125 asociado con el movimiento de sus porciones de enfoque óptico).

Ventajosamente, el conjunto de iluminación 130 está dispuesto en la periferia de la portilla 165 o la caja 123 comprende una o más ventanas dispuestas en las proximidades de la portilla 165 a través del cual el conjunto de iluminación 130 puede irradiar luz en el entorno acuático circundante; como alternativa adicional, una porción de iluminación (por

ejemplo, una pluralidad de tapas transparentes de LED correspondientes) del conjunto de iluminación 130 está expuesto en una pared exterior de la carcasa 123 en las proximidades de la portilla 165. En los casos recién descritos, la provisión del conjunto de iluminación 130 permite iluminar una región del entorno acuático que rodea a la portilla 165 y, por lo tanto, puede ser enmarcado por la cámara de foto/vídeo 125, y tiene un radio proporcional a la intensidad de la luz emitida por el conjunto de iluminación (para permitir la captura de imágenes incluso en condiciones de iluminación natural insuficientes).

Ventajosamente, la carcasa 123 puede estar equipada con una o más aberturas de paso (no se muestran en las Figuras). A través de estas aberturas, elementos como sondas (no se muestran) de sensores apropiados comprendidos en el módulo de adquisición 105 y/o una o más antenas (no se muestran) del módulo de comunicación 115 pueden exponerse o extenderse al entorno externo a la caja 123. Preferentemente, las aberturas se proporcionan con sellos y/u otros elementos de sellado (no mostrados) adaptados para asegurar un sello hermético de la caja 123 a la presión máxima (lo que garantiza la seguridad de los módulos 105, 110, 115 y 120 contenidos en la caja 123).

Como otra adición, la caja 123 se puede proporcionar con una o más puertas (no se muestran) adaptadas para permitir de manera selectiva acceder a los respectivos elementos conectores (no mostrados). Estos conectores permiten conectar de manera cableada los módulos 105, 110, 115 y 120 con elementos externos al sistema 100. Por ejemplo, la caja 123 puede comprender una puerta para permitir selectivamente el acceso a un conector USB o a un conector óptico del módulo de comunicación 115, una puerta para permitir de manera selectiva el acceso a un conector de alimentación del módulo de suministro de alimentación 120 (para recibir energía de un elemento externo a este) y/o una puerta para permitir selectivamente el acceso a un conector de datos del elemento controlador 150, el elemento procesador 155 y/o el elemento de memoria 160 (para permitir el acceso directo a estos elementos). Además, las puertas que se acaban de describir están diseñadas de tal manera que garanticen un aislamiento hermético de los módulos 105, 110, 115 y 120 a la presión máxima.

Luego de haber descrito la estructura del sistema 100, ahora se describirá una operación de este de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

El sistema 100 opera de acuerdo con un conjunto de instrucciones proporcionadas al elemento controlador 150 en una fase de programación del sistema 100 (por ejemplo, antes de asociarse con un puesto de observación fijo o un vehículo subacuático); por ejemplo, grabado en una memoria de instrucciones del elemento controlador 150 y/o en la memoria 160 del sistema 100. El elemento controlador 150 controla sustancialmente las operaciones de los elementos del sistema 100 sobre la base de estas instrucciones y sobre la indicación de tiempo obtenida por la señal de reloj (por ejemplo, por la alternancia de los frentes de onda de la señal de reloj) proporcionada por el reloj 145 del módulo de control 110.

El elemento controlador 150 gestiona el suministro de energía (eléctrica) del módulo de alimentación 120 a los elementos acoplados con este. En particular, el elemento controlador 150 determina la activación de los elementos de los módulos 105, 110 y 115 durante un período de tiempo indicado por las instrucciones proporcionadas o desde la terminación de una operación y determinada, por ejemplo, por un recuento de frentes de onda de la señal de reloj del elemento de reloj 145 y/o el final de las señales de operación. Preferentemente, el elemento controlador 150 desactiva los elementos del sistema 100 que no son necesarios para realizar una operación en progreso, para reducir un consumo de energía del sistema 100 como un todo. Los elementos del sistema 100 no necesarios pueden apagarse (mediante la interrupción de su conexión con el módulo de suministro de alimentación 120) o puede cambiarse a una condición de ahorro de energía (también denominada en espera).

El elemento controlador 150 también determina una frecuencia de adquisición de imágenes por la cámara de foto/vídeo 125 (y frecuencias de adquisición de parámetros del entorno por cualquier otro sensor) por ejemplo, sobre la base de instrucciones y/o tras la detección de un evento particular. Por ejemplo, la frecuencia de adquisición puede definirse en las instrucciones proporcionadas de acuerdo con la velocidad de las corrientes del entorno acuático al que el sistema 100 estará sujeto y/o podrá ser ajustado (aumentada o disminuida) con base en la identificación o en la ausencia de identificación, operado por el elemento procesador 155, de un sujeto buscado, específicamente por el resultado del procesamiento de una o más imágenes previamente adquiridas por el elemento procesador 155.

En consideración ahora de las Figuras 2A-2C, que son un diagrama de flujo de las operaciones realizadas por el sistema 100, inicialmente se ejecuta una adquisición de imágenes. La adquisición de una imagen comienza con el elemento controlador 150 que activa (etapa 203), es decir, permite el suministro de energía y proporciona una señal de inicio al detector de brillo 135 para detectar (etapa 206) un nivel de brillo del entorno acuático (que rodea la portilla 165) a retratar en la imagen digital. El nivel de brillo se suministra al elemento controlador 150, el cual lo compara (etapa 209) con un umbral de brillo (por ejemplo, definido en las instrucciones proporcionadas al elemento controlador 150 y/o calculado con base en la sensibilidad a la luz de la cámara de foto/vídeo 125).

Si el grado de brillo detectado está por encima del umbral de brillo, el elemento controlador 150 desactiva (etapa 212) el detector de brillo 135 y activa (etapa 215) la cámara de foto/vídeo 125 para realizar la adquisición de la imagen digital (etapa 218). Preferentemente, el elemento controlador 150 se configura para ajustar los parámetros de adquisición de la cámara de foto/vídeo 125 sobre la base del grado de brillo detectado por el detector de brillo 135

antes de proceder con la adquisición de la imagen para obtener una imagen adquirida óptima. Por ejemplo, el elemento controlador 150 se puede configurar para ajustar los parámetros de adquisición de la cámara de foto/vídeo 125, como un tiempo de exposición (es decir, tiempo de apertura del diafragma) y/o una apertura (abertura) del diafragma y/o una sensibilidad a la luz (en términos de ISO, ASA y/o Din) de acuerdo con el grado de brillo detectado. En una modalidad alternativa de la presente invención el elemento controlador 150 puede configurarse para ajustar también el punto focal y/o la distancia focal; particularmente, el elemento controlador 150 se puede configurar para ajustar la apertura del diafragma y la distancia focal para ajustar la profundidad de campo de la cámara de foto/vídeo 125.

En el caso negativo, es decir, si el grado de brillo detectado está por debajo del umbral de brillo, el elemento controlador 150 activa (etapa 221) el conjunto de iluminación 130. Preferentemente, el elemento controlador 150 puede controlar una intensidad de luz proporcionada por el conjunto de iluminación 130 que comprende una intensidad mínima y una intensidad máxima. Por ejemplo, el elemento controlador 150 puede ajustar la cantidad de energía suministrada al conjunto de iluminación 130 desde el módulo de alimentación 120 o ajustar un número de fuentes de luz activas de este (por ejemplo, un número de LED encendidos simultáneamente).

Después de encender el conjunto de iluminación 130, el detector de brillo 135 detecta (etapa 227) un nuevo nivel de brillo. Se compara el nuevo nivel de brillo (etapa 230) con el umbral de brillo mediante el elemento controlador 150. En caso de que el nuevo nivel de brillo sea mayor que el umbral de brillo, el elemento controlador 150 opera como se describió anteriormente, mediante la desactivación (etapa 212) del detector de brillo 135 y la activación (etapa 215) de la cámara 125 para realizar la adquisición de imágenes (etapa 218).

En el caso negativo el elemento controlador 150 ordena al conjunto de iluminación 130, un aumento en la intensidad de la luz emitida (etapa 233). Luego, la operación procede de manera iterativa como se describió previamente con el elemento controlador 150 que activa el detector de brillo 135 para evaluar el nuevo nivel de brillo y aumenta la intensidad de la luz emitida por el conjunto de iluminación 130 (etapas 227-233) hasta que este último permita detectar un nivel de brillo detectado por encima del umbral de brillo, y luego deshabilita el detector de brillo 135 y activa la cámara de foto/vídeo 125 para adquirir la imagen digital (etapas 212-218).

Cuando la cámara de foto/vídeo 125 ha adquirido la imagen digital el elemento controlador 150 ordena un almacenamiento de esta en el elemento de memoria 160; alternatively, la imagen digital adquirida se almacena directamente en la memoria 160 (etapa 236) sin la necesidad de una orden del elemento controlador 150.

En una modalidad de la presente invención otros componentes, como el detector de profundidad 140, pueden activarse sustancialmente junto con la adquisición de la imagen digital y los datos detectados por ellos pueden almacenarse en el elemento de memoria 160 y asociarse con dicha imagen digital. Los ejemplos de datos que pueden asociarse con imágenes digitales adquiridas comprenden: una indicación de la fecha de adquisición y la hora/minuto (por ejemplo, determinada mediante el uso de la señal de reloj), una indicación de una dirección geográfica (norte, sur, este, oeste, etc.) a lo largo de la cual se adquirió la imagen digital (por ejemplo, a través de una brújula), una temperatura del entorno acuático y/o una indicación de la ubicación geográfica en la que se adquirió la imagen digital (o geoposicionamiento). Por ejemplo, la indicación geográfica se puede obtener por el elemento de geoposicionamiento comprendido en el módulo de comunicación que detecta la posición del sistema 100 cuando este último está en la superficie. Una vez completada la adquisición de la imagen digital y su almacenamiento, el elemento controlador 150 puede apagar (etapa 248) los elementos del módulo de adquisición 105 y (opcionalmente) el elemento de memoria 160.

En una modalidad preferida el sistema 100 puede configurarse para realizar una pluralidad (por ejemplo, un número definido por las instrucciones del elemento controlador 150) de operaciones de adquisición de imágenes digitales (etapas 203-248), cada una realizada para adquirir una imagen respectiva, antes de continuar con las operaciones posteriores.

Posteriormente, el elemento controlador 150 puede iniciar un procesamiento de las imágenes digitales adquiridas. Para ello, el elemento controlador 150 activa (etapa 251) el elemento de memoria 160 (si está deshabilitado) y el elemento procesador 155 que realiza uno o varios procesamientos (etapas 254) en las imágenes digitales adquiridas.

Preferentemente, el elemento procesador 155 puede configurarse para ejecutar uno o más algoritmos (por medio de un software, preferentemente almacenado en el elemento de memoria 160, y/o microprograma comprendido en el elemento procesador 155), adaptado para realizar un reconocimiento de objetos en cada imagen digital adquirida para detectar la presencia de uno o más sujetos buscados (como organismos acuáticos, restos de naufragios, etc.). Por ejemplo, el elemento procesador 155 puede implementar uno o más algoritmos de procesamiento de imágenes (balance de color, control de contraste, etc.) para mejorar cualitativamente el contenido pictórico de la imagen digital adquirida y, posteriormente, implementar uno o más algoritmos para el reconocimiento de las diferentes ocurrencias de un sujeto en particular (por ejemplo, formación geológica/evento geológico, seres vivos).

Los algoritmos de reconocimiento adecuados para su implementación en el elemento procesador 155 del sistema 100 pueden basarse en métodos computacionales útiles para la definición de algoritmos de reconocimiento de imágenes, por ejemplo: Viola, P., Jones, M., "Rapid object detection using a boosted cascade of simple features", Computer

Vision and Pattern Recognition, 2001, CVPR 2001 Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference, vol. 1, páginas 511-518, 2001; Koza, JR "Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection", MIT Press, Cambridge, MA, USA (1992); H. Zou, T. Hastie, "Regularization and variable selection via the elastic net" JR Statist. Soc. B, 67 (2) págs. 301-320, 2005 y BE Boser, I. Guyon y V. Vapnik "A training algorithm for optimal margin classifiers", Fifth Annual Workshop on Computational Learning Theory, páginas 144-152 ACM, 1992.

El procesamiento de imágenes digitales proporciona como resultado datos referidos al objeto que se va a identificar. Por ejemplo, en el caso en el cual el elemento procesador 155 se configura para detectar la presencia de una especie animal, como las medusas, los datos resultantes almacenados en el elemento de memoria 160 pueden comprender la presencia/ausencia de medusas, el número de especímenes y/o el tipo de medusa identificado en las imágenes capturadas.

Ventajosamente, el elemento procesador 155 se configura para expresar los datos resultantes mediante el uso de cadenas de caracteres alfanuméricos simples y, por lo tanto, tienen dimensiones muy pequeñas (por ejemplo, del orden de decenas de miles de bytes) con respecto a las imágenes adquiridas, particularmente si son imágenes de alta resolución, que tienen un tamaño considerable (en el orden de cientos de millones de bytes).

Además o como alternativa, el elemento procesador 155 se puede configurar para extrapolar porciones de imágenes relevantes de las imágenes digitales adquiridas. Por ejemplo, el elemento procesador 155, para cada individuo o grupo de individuos (como uno o más seres vivos de una especie de pez buscada o una conformación geológica específica) reconocidos en una imagen, se puede configurar para extrapolar una imagen que tenga un tamaño reducido, por ejemplo, limitada al sujeto o grupo de sujetos reconocidos.

El elemento procesador 155 mueve (etapa 257) los datos resultantes del procesamiento en la memoria 160, donde permanecen disponibles. El elemento controlador 150 puede apagar (etapa 260), el elemento procesador 155 y el elemento de memoria 160 o mantenerlos activos para continuar con una transmisión de datos.

En una modalidad preferida de la presente invención el elemento procesador 155 y el elemento de memoria 160 puede ser controlado por el elemento controlador 150 para realizar el procesamiento ya sea simultáneamente o de manera secuencial en más de una imagen digital previamente adquirida y almacenada en el elemento de memoria 160. De esta forma, es posible reducir un número de activaciones del elemento procesador 155 y del elemento de memoria 160 para obtener una reducción general del consumo de energía de las mismas imágenes digitales procesadas.

Además, el elemento procesador 155 y el elemento de memoria 160 pueden ser controlados por el elemento controlador 150 para realizar operaciones de comparación entre dos o más imágenes adquiridas (por ejemplo, para identificar el desprendimiento de material de un talud sumergido, de manera que se reconoce un deslizamiento).

En una modalidad de la presente invención, el elemento controlador 150 se configura para ajustar los parámetros de adquisición de la cámara de foto/vídeo 125 (es decir, el tiempo de exposición, la apertura del diafragma, el punto focal y/o la distancia focal) sobre la base de los datos resultantes obtenidos del procesamiento de las imágenes digitales adquiridas para mejorar una calidad de las imágenes adquiridas en lo siguiente (por ejemplo, los parámetros de adquisición se pueden ajustar con base en el tamaño de los sujetos identificados en las imágenes procesadas para aislar mejor a los sujetos buscados del fondo en las imágenes adquiridas siguientes).

Posteriormente, se puede implementar una operación de transmisión de datos. El elemento controlador 150 puede activar (etapa 263), el módulo de comunicación 115, el elemento de memoria 160 (si está deshabilitado) y el elemento procesador 155 para realizar la transmisión de datos a uno o más receptores externos al sistema 100 (por ejemplo, una estación de recolección de datos, no se muestra).

Ventajosamente, el sistema 100 verifica la posibilidad de una transmisión, por ejemplo, al comprobar (etapa 264) una posición en la superficie del sistema 100 (es decir, con al menos una o más antenas expuestas a la atmósfera) mediante la activación del detector de profundidad 140 y un análisis de una profundidad indicado por él. En el caso negativo, se suspende la operación de transmisión (etapa 265) y la comprobación (etapa 264) a través del detector de profundidad 140 se repite hasta que se detecta el alcance de la posición en la superficie.

En el caso de que la posición en la superficie del sistema 100 se confirme, el elemento controlador 150 prosigue mediante la activación de la operación de transmisión como sigue.

Preferentemente, si el módulo de transmisión 115 comprende más de un sistema de transmisión, la cantidad (y tipo) de datos transmitidos desde el módulo de comunicación 115 depende del tipo de transmisión usada. Por tanto, el elemento controlador 150 y/o el elemento procesador 155 están configurados para comprobar (etapa 266) el tipo de transmisión de datos disponible y seleccionar (etapa 269) la transmisión de los datos resultantes y/o la imagen adquirida asociada con estos; por ejemplo, sobre la base de la energía y el tiempo necesarios para realizar la transmisión.

Ventajosamente, cuando el tipo de transmisión usado requiere una cantidad significativa de energía y/o tiempo para

- la transmisión de datos (por ejemplo, en el caso de un tipo de comunicación por satélite) el sistema 100 puede configurarse para transmitir solo los datos resultantes del procesamiento de la imagen/imágenes adquirida(s) (como cadenas alfanuméricas que constituyen un reporte conciso de los resultados del procesamiento de la imagen adquirida). Por el contrario, mediante un tipo de transmisión menos compleja en términos de energía requerida (por ejemplo, una transmisión en la banda VHF) el sistema 100 puede configurarse para transmitir imágenes digitales adquiridas o sus porciones extrapoladas por el elemento procesador 155, además de o alternativamente a los datos resultantes. De esta forma, es posible comunicar la mayor cantidad de información posible sobre el sujeto monitoreado por el sistema 100 mientras se mantiene un bajo consumo de energía para realizar la transmisión de datos.
- Los datos resultantes, porciones de imágenes y/o la imagen adquirida asociada con ellos se transmiten (etapa 275) por el módulo de comunicación 115.
- Ventajosamente, pueden enviarse al mismo tiempo un número de imágenes adquiridas, varios grupos de porciones de la imagen y/o varios grupos de los datos resultantes asociados con estas, por ejemplo, codificadas en una única señal de radiofrecuencia.
- Al final de la transmisión, el elemento controlador 150 (etapa 278) desactiva el módulo de comunicación 115, el elemento de memoria 160 y elemento procesador 155.
- Opcionalmente, una vez realizada la transmisión de los datos resultantes y/o imagen adquirida asociada con estos, el elemento controlador 150 puede eliminar del elemento de memoria 160 tales datos resultantes y/o tal imagen adquirida asociada con ellos para contener una ocupación del espacio de almacenamiento disponible del elemento de memoria 160.
- En una modalidad alternativa de la presente invención el módulo de comunicación 115 puede omitirse, las imágenes adquiridas y los datos resultantes de su procesamiento pueden obtenerse una vez que el sistema se recupera (por ejemplo, al retirar el elemento de memoria 160 del sistema y conectarlo a un ordenador).
- De vuelta ahora a la Figura 3, es una representación esquemática del sistema 100 dispuesto en una estación fija 305 de acuerdo con una modalidad de la presente invención.
- La estación fija 305 comprende un conjunto de soporte 310 fijado a un elemento de soporte 307 (por ejemplo, una estructura natural como una pared de roca o artificial como un pilar, un amarradero sumergido o una estación cableada sumergida) y, opcionalmente, uno o más dispositivos de monitoreo (no mostrados) adaptados para llevar a cabo la adquisición de parámetros ambientales relacionados con el entorno acuático (temperatura, composición química de la masa de agua, etc.).
- El conjunto de soporte 310 de la ubicación fija 305 puede comprender servomecanismos para rotar el sistema 100 a lo largo de una o más direcciones para permitir que la cámara de foto/vídeo 125 enmarque una región del entorno acuático lo más grande posible.
- Preferentemente, el sistema 100 dispuesto en la estación fija 305 recibe la energía necesaria para su operación desde un sistema de suministro de alimentación de la estación fija 305 (o desde una estación base que no se muestra) por medio de un cable de alimentación 315 conectado al módulo de suministro de alimentación 120 del sistema 100; por ejemplo, el cable de alimentación 315 está acoplado con un conector normalmente aislado herméticamente de una puerta (no mostrado). Alternativamente, el módulo de suministro de alimentación 120 puede estar equipado con un paquete de baterías o conectado a un paquete de baterías externo (como se describió anteriormente).
- En una modalidad de la presente invención, el módulo de comunicación 115 del sistema 100 está conectado por medio de un cable 320 (también en este caso acoplado con un conector del sistema 100) a la estación base (no se muestra) para transmitir las imágenes adquiridas, porciones de imagen y/o datos resultantes de su procesamiento realizado por el elemento procesador 155 (por ejemplo, en tiempo real).
- En otra modalidad de la presente invención el sistema 100 está equipado con un conjunto de acoplamiento selectivo (no se muestra, por ejemplo, electroimanes o abrazaderas electromecánicas) a través del cual se acopla con la estación fija 305 de manera liberable. El elemento procesador 155 se configura para identificar a partir de las imágenes capturadas, la ocurrencia de un evento relevante (por ejemplo, una erupción volcánica). El elemento controlador 150, a su vez, se configura para activar el conjunto de acoplamiento selectivo cuando el elemento procesador 155 identifica la ocurrencia del evento relevante. De esta forma es posible asegurar que el sistema alcance la superficie para comunicar información relacionada con la ocurrencia del evento sin sufrir daños. Alternativamente, el sistema 100 puede adaptarse para liberar solo los módulos de control 110, de comunicación 115 y de alimentación 120 tras la detección de una ocurrencia del evento.
- El sistema 100 también está adaptado para disponerse en una pluralidad de dispositivos oceanográficos adaptados al entorno acuático, tanto para la operación cerca de la superficie (por ejemplo, boyas o la deriva) como para la operación subacuática (por ejemplo, vehículos subacuáticos autónomos, AUV), los cuales son particularmente adecuados para

el monitoreo ambiental de grandes áreas y por períodos prolongados (de semanas a años, sin embargo, no se excluyen los monitoreos de menor duración, del orden de horas). Se observa que el término dispositivo oceanográfico no circunscribe una esfera de uso de tales objetos a masas de agua oceánica; además, estos dispositivos oceanográficos pueden usarse para estudios también en diferentes entornos acuáticos, como los lagos, sin requerir modificaciones sustanciales.

Las Figuras 4A-4C ilustran ejemplos de dispositivos oceanográficos con los cuales el sistema 100 se puede acoplar: una boya a la deriva 405, un flotador perfilador 410 y un planeador submarino 415, respectivamente.

La boya a la deriva 405 (se muestra en la Figura 4A) es un dispositivo oceanográfico diseñado para flotar en la superficie 420 de la masa de agua y para ser transportado por las corrientes. Generalmente, la boya a la deriva 405 comprende una cubierta, por ejemplo, de forma sustancialmente esférica (aunque no se excluyen formas diferentes como la cilíndrica o de paralelepípedo), adaptada para contener al menos un miembro flotante (no mostrado, como una cámara de aire) y herramientas para la adquisición de datos con relación a parámetros físicos (por ejemplo, temperatura y conductividad del agua) y/o bioquímicos (por ejemplo, nutrientes inorgánicos disueltos en agua). Además, la boya a la deriva 405 comprende un módulo de posicionamiento, como un módulo GPS, que permite un geoposicionamiento de los datos recolectados.

La boya a la deriva 405 comprende un elemento de suministro de alimentación (por ejemplo, un paquete de baterías, no mostrado) diseñado para asegurar un tiempo de operación generalmente del orden de meses.

Durante su operación (también denominada misión de aquí en adelante), la boya a la deriva 405 permanece flotando en la superficie de la masa de agua en la que cual coloca, se mueve a la deriva mediante las corrientes de la masa de agua mientras adquiere datos y los transmite a través de un módulo de comunicación por radiofrecuencia, por ejemplo, vía satélite.

El sistema 100 se puede acoplar con la boya a la deriva 405 de una manera mecánica simple, por ejemplo, mediante el acoplamiento de la caja 123 con una pared exterior de la boya a la deriva 405 a través de cualquier método conocido en la técnica (por ejemplo, mediante soldadura o mediante el uso de estructuras de soporte y conexión correspondientes fijadas a la boya a la deriva 405 y a la caja 123 del sistema 100). De hecho, el sistema 100 está adaptado para operar la adquisición, el procesamiento y la transmisión de las imágenes adquiridas y/o datos resultantes referidos a estas de una manera completamente independiente de la boya a la deriva 405.

Ventajosamente, el sistema 100 se puede acoplar con la boya a la deriva 405 para que el sistema 100 está permanentemente en posición en la superficie (es decir, con al menos una o más antenas del módulo de comunicación 115 expuestas a la atmósfera). En esta disposición no es necesario configurar el elemento de control para comprobar la posición del sistema de superficie 100 al inicio de la transmisión de datos (es decir, las etapas 264 y 265 pueden omitirse). Además, en caso de que el módulo de comunicación 115 esté equipado con un elemento de geoposicionamiento es posible configurar el elemento controlador 150 de tal manera que, en cada adquisición de una imagen digital, se detecte una ubicación geográfica correspondiente del sistema 100 y esta última se asocia con la imagen digital adquirida (de esta manera se obtiene un geoposicionamiento preciso de las imágenes escaneadas).

En una modalidad diferente, el sistema 100 se puede conectar al elemento de suministro de alimentación de la boya a la deriva 405 (por ejemplo, por medio de un cable eléctrico, no mostrado, conectado a un conector del sistema 100) para recibir energía de este.

Además o alternativamente, el sistema 100 se puede conectar a un elemento de control y almacenamiento (no mostrado) de la boya a la deriva 405 (por ejemplo, a través de un cable eléctrico conectado a un conector asociado con el módulo de control 110 o el de comunicación 115) para transmitir las imágenes escaneadas, sus porciones y/o los datos resultantes referidos a estas.

El flotador perfilador 410 (se muestra en la Figura 4B) es un AUV diseñado para ser transportado por las corrientes de la masa de agua. El flotador perfilador 410 está diseñado para alternar fases de inmersión, durante las cuales los datos relacionados con parámetros físicos y bioquímicos (como en el caso de la boya a la deriva 405) se adquieren mediante detectores adecuados, y fases de deriva en la superficie, durante las cuales los datos adquiridos se transmiten a una estación base (no se muestra).

El flotador perfilador 410 por lo general comprende una cubierta de forma sustancialmente cilíndrica (aunque son posibles cubiertas de otras formas) en la que se alojan medios para la adquisición de datos (no se muestran), un módulo de posicionamiento (no se muestra), tal como un módulo GPS (de manera similar a lo descrito arriba con relación a la boya a la deriva 405). Un elemento de suministro (no mostrado) asegura al flotador perfilador 410 un tiempo de operación preferentemente del orden de años.

Además, el flotador perfilador 410 comprende un conjunto de inmersión/emersión (no mostrado), por ejemplo, que comprende flotadores inflables 425 y un conjunto para inflar/desinflar relativo (no mostrado).

El sistema 100 se puede acoplar al flotador perfilador 410 de una manera mecánica simple, por ejemplo, mediante el acoplamiento de la caja 123 a una pared exterior del flotador perfilador 410 a través de cualquier método conocido en la técnica (nuevamente por soldadura o por estructuras de soporte y conexión). Incluso en este caso, el sistema 100 está adaptado para operar la adquisición, el procesamiento y la transmisión de las imágenes adquiridas y/o los datos resultantes referidos a estas de una manera completamente independiente del flotador perfilador 410.

De forma similar a la descrita anteriormente con respecto a la boya a la deriva 405, el sistema 100 se puede conectar al elemento de suministro del flotador perfilador 410 (por ejemplo por medio de un cable eléctrico conectado a un conector del sistema 100) para recibir energía de este y/o un elemento de control y almacenamiento (no mostrado) del flotador perfilador 410 (por ejemplo, a través de un cable eléctrico conectado a un conector asociado con los módulos de control 110 o de comunicación 115) para transmitir las imágenes capturadas y/o los datos resultantes referidos a estas.

En este caso, la comprobación de la posición en la superficie asegura que la operación de transmisión de datos realizada por el módulo de comunicación 115 es implementada por el elemento controlador 150 del módulo de control 110 en correspondencia con las fases de deriva en la superficie. Si el módulo de comunicación 115 está equipado con un elemento de geoposicionamiento el elemento controlador 150 puede configurarse para detectar una posición geográfica del sistema 100 una vez detectada la posición en la superficie de este y luego asociarla con las imágenes adquiridas, sus porciones y/o los datos resultantes referidos a estas que se van a transmitir (de esta manera se obtiene un geoposicionamiento de las imágenes adquiridas).

El planeador submarino 415 (se muestra en la Figura 4C) es un AUV diseñado para seguir rutas específicas, por ejemplo, preestablecidas, o para ser conducido en un modo remoto y está diseñado (de manera similar al flotador perfilador 410) para alternar las fases de inmersión durante las cuales se adquieren datos relacionados con los parámetros físicos, y las fases de navegación en la superficie, durante las cuales los datos adquiridos se transmiten a la estación base.

El planeador submarino 415 habitualmente comprende una cubierta que tiene una forma sustancialmente ahusada de la que sobresalen elementos de navegación (alerones, timones, etc.). El planeador submarino 415 comprende alas 430 y (opcionalmente) órganos direccionales 435 que sobresalen de una cubierta del planeador submarino y un conjunto de flotación y compensación (no visible en la Figura) formado dentro de la cubierta. El planeador submarino 415 es capaz de moverse al accionar el conjunto de flotación y compensación para realizar pequeños cambios de equilibrio (por ejemplo, por medio de las masas móviles comprendidas en el conjunto de flotación y compensación), y flotabilidad (por ejemplo, al variar la cantidad de líquido contenido en los tanques de lastre integrados en el conjunto de flotación y compensación) que se traducen en movimientos gracias a las alas 420 y a los órganos direccionales 425.

Dentro de la cubierta también se encuentran los instrumentos para la adquisición de datos (no mostrados), un módulo de posicionamiento (no mostrado), tal como un módulo GPS. Un elemento de suministro (no mostrado) también está incluido en la cubierta y proporciona al planeador submarino 415 un tiempo de operación del orden de semanas.

El sistema 100 se puede acoplar con el planeador submarino 415 de una manera mecánica simple, por ejemplo, mediante el acoplamiento de la caja 123 a una pared exterior del planeador submarino 415 mediante cualquier método conocido en la técnica (también en este caso, mediante soldadura o mediante estructuras de soporte y conexión). El sistema 100 está adaptado para realizar la adquisición, el procesamiento y la transmisión de las imágenes adquiridas y/o los datos resultantes referidos a estas de una manera sustancialmente independiente del planeador submarino 415.

Como en el caso del flotador perfilador vertical 410, el sistema 100 comprueba el alcance de la posición en la superficie e indica el alcance de una fase de navegación en la superficie antes de iniciar la operación de transmisión de datos. También en este caso es posible configurar el sistema para obtener un geoposicionamiento de las imágenes adquiridas, de sus porciones y/o de los datos resultantes referidos a estas a través de un elemento de geoposicionamiento durante las fases de navegación en la superficie.

En una modalidad de acuerdo con la presente invención, el sistema 100 está conectado al conjunto de control del planeador submarino 415 (por ejemplo, el conjunto de control se conecta mediante un cable a un conector acoplado con el módulo de control 110 del sistema 100). Gracias a esta conexión, el elemento controlador 150 (configurado adecuadamente) del sistema 100 puede controlar el planeador submarino 415. Por ejemplo, el elemento controlador 150 del sistema 100 se puede configurar para controlar (cambiar) una ruta del planeador submarino 415 para seguir los movimientos de un sujeto identificado, como seres vivos (por ejemplo, un banco de medusas), identificado por el procesamiento mediante el elemento procesador 155 de las imágenes adquiridas de la cámara 125 del módulo de adquisición 105.

El sistema 100 permite ampliar el rango de funcionalidades de las plataformas fijas y/o los dispositivos oceanográficos de una forma sencilla, sin necesidad de someter a estos últimos a cambios sustanciales (por lo tanto, se pueden acoplar a las plataformas fijas y/o los dispositivos oceanográficos ya existentes). En particular, el uso del sistema 100

proporciona a la plataforma fija o a los dispositivos oceanográficos con los que se acopla la capacidad de capturar imágenes, realizar su procesamiento para obtener datos relacionados con uno o más objetos seleccionados y transmitir tales imágenes y/o datos de manera eficiente e independientemente de las operaciones habituales realizadas por la plataforma fija o por los dispositivos oceanográficos.

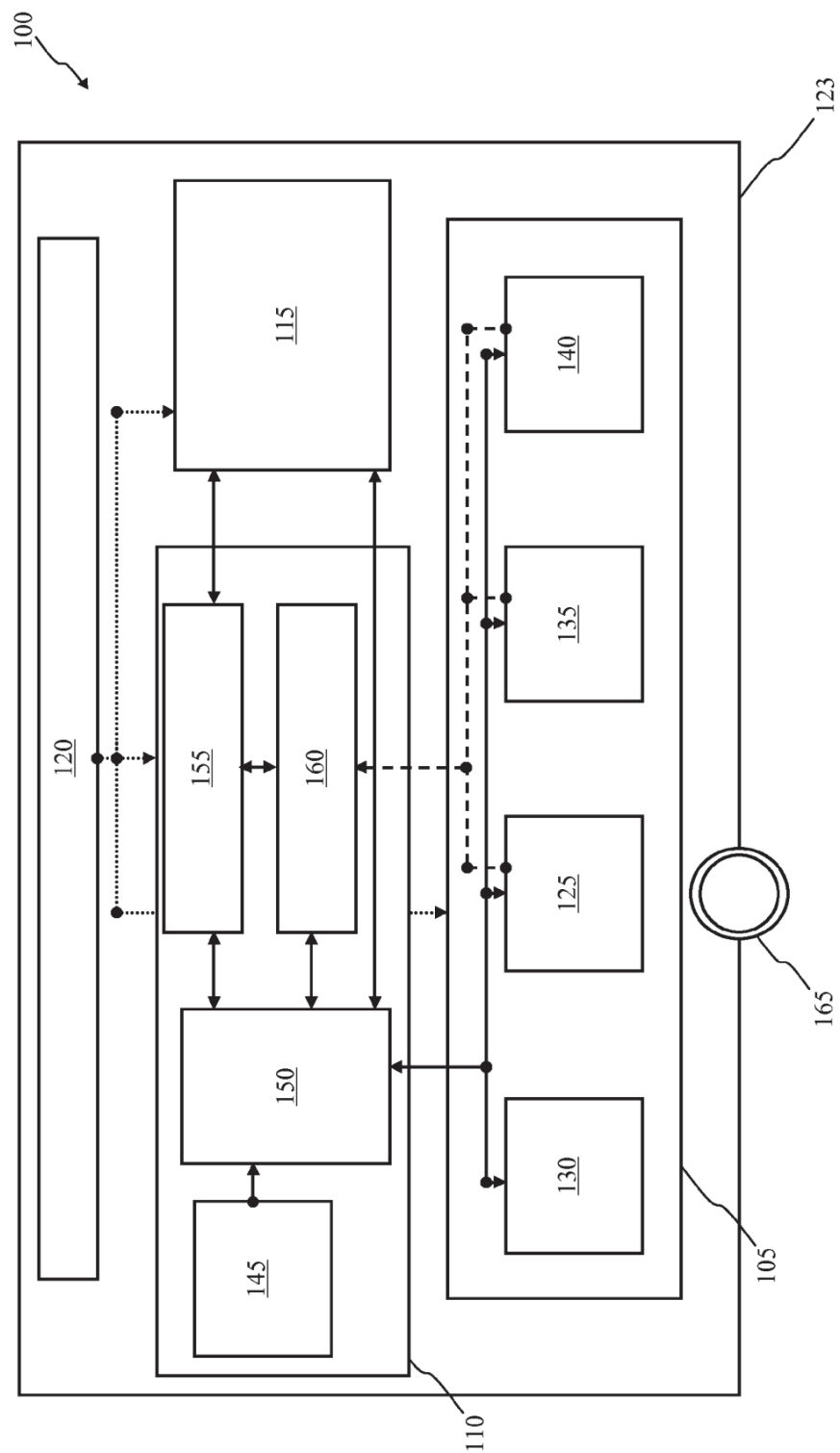
- 5 El sistema 100 es adecuado para implementaciones muy compactas y ligeras que tienen un impacto extremadamente moderado en la flotación y/o en la navegación de los dispositivos oceanográficos (en particular los AUV) en los cuales el sistema 100 está instalado.
- 10 El sistema 100 es adecuado para misiones de larga duración (por ejemplo, del orden de meses o años), incluso cuando se alimenta de un paquete de baterías, gracias a la activación selectiva de los elementos del sistema 100 (realizado por el elemento controlador 150) que mantiene un consumo de energía del sistema 100 extremadamente bajo.
- 15 Finalmente, el sistema 100 gracias a su estructura modular se presta a diversas modificaciones y se puede llevar a cabo de manera sencilla y poco costosa a partir de componentes electrónicos y electromecánicos de uso general.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo oceanográfico (405, 410, 415) que comprende un sistema (100) para adquirir y procesar imágenes de un entorno acuático, dicho sistema (100) que comprende:
 - un módulo de adquisición (105) adaptado para adquirir imágenes de un entorno acuático que se va a monitorear;
 - un módulo de control (110) adaptado para controlar automáticamente la operación del sistema (100) y procesar y almacenar las imágenes adquiridas, el módulo de control (110) que comprende:
 - un elemento controlador (150) configurado para controlar automáticamente la adquisición de las imágenes mediante el módulo de adquisición (105);
 - un elemento de procesamiento (155) configurado para ser activado por el elemento controlador para procesar las imágenes adquiridas al realizar uno o más algoritmos adaptados para realizar un reconocimiento de sujetos en las imágenes adquiridas para identificar al menos un sujeto buscado;
 - un módulo de comunicación (115) adaptado para transmitir a receptores externos al sistema (100) las imágenes adquiridas y/o los datos resultantes de dicho procesamiento de las imágenes adquiridas realizado por el módulo de control (110), dicho módulo de comunicación (115) que comprende uno o más componentes electrónicos adaptados para transmitir señales de radiofrecuencia adaptadas para ser recibidas por receptores apropiados externos al dispositivo oceanográfico;
 - un módulo de suministro de alimentación (120) adaptado para proporcionar energía al módulo de adquisición (105), al módulo de control (110) y al módulo de comunicación (115), y
 - una caja (123) adaptada para alojar el módulo de adquisición (105), el módulo de control (110), el módulo de comunicación (115) y el módulo de alimentación (120), la caja que está configurada para mantener herméticamente aislado el sistema (100) para adquirir y procesar imágenes del entorno acuático, en donde: el elemento controlador (150) se configura para:
 - activar el elemento de procesamiento (155) después de que el módulo de adquisición haya adquirido una pluralidad de imágenes del entorno acuático que se van a monitorear para hacer que el elemento de procesamiento realice dicho procesamiento en dicha pluralidad de imágenes adquiridas;
 - desactivar el elemento de procesamiento (155) después de que el elemento de procesamiento procesó dicha pluralidad de imágenes adquiridas mediante el módulo de adquisición, y en donde:
 - el módulo de adquisición (105) comprende un detector de profundidad (140) conectado al elemento controlador (150), el elemento controlador (150) que se configura para activar el módulo de comunicación (115) en correspondencia con una detección proporcionada por el detector de profundidad (140) de una posición del sistema (100) en la superficie del entorno acuático, y
 - dicho dispositivo oceanográfico (405, 410, 415) es uno seleccionado entre:
 - una boya a la deriva (405);
 - un flotador perfilador (410);
 - un planeador submarino (415).
2. Un dispositivo oceanográfico (405, 410, 415) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el elemento controlador (150) se configura para determinar una frecuencia de adquisición de las imágenes de la pluralidad de imágenes mediante el módulo de adquisición (105), preferentemente con base en instrucciones proporcionadas durante una fase de programación del sistema (100) y/o de acuerdo con un resultado del procesamiento realizado por el elemento de procesamiento (155) de al menos una imagen previamente adquirida.
3. Un dispositivo oceanográfico (405, 410, 415) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el módulo de control (110) comprende además un elemento de memoria (160) configurado para almacenar las imágenes adquiridas mediante el módulo de adquisición (105) y/o los datos resultantes del procesamiento realizado por el elemento de procesamiento (155).
4. Un dispositivo oceanográfico (405, 410, 415) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el módulo de adquisición (105) comprende una cámara de foto/vídeo (125), y en donde la caja hermética (123) comprende un elemento transparente (165) para permitir que la cámara de foto/vídeo (125) realice la adquisición de las imágenes del entorno acuático.
5. Un dispositivo oceanográfico (405, 410, 415) de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el elemento controlador (150) se configura para seleccionar un punto focal y/o una longitud focal de la cámara de foto/vídeo (125) con base en las características de un sujeto que se va a identificar y con base en las instrucciones proporcionadas durante una fase de programación del sistema (100).
6. Un dispositivo oceanográfico (405, 410, 415) de acuerdo con la reivindicación 5, en donde el elemento controlador (150) se configura para mantener constante un punto focal y/o una longitud focal de la cámara de foto/vídeo (125) durante una operación del sistema (100).
7. Un dispositivo oceanográfico (405, 410, 415) de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, en donde el elemento controlador (150) se configura para ajustar los parámetros de adquisición de la cámara de foto/vídeo (125) de

acuerdo con un resultado del procesamiento realizado por el elemento de procesamiento (155) en imágenes adquiridas previamente adquiridas.

- 5 8. Un dispositivo oceanográfico (405, 410, 415) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores de la 4 a la 7, en donde el módulo de adquisición (105) comprende un detector de brillo (135) adaptado para medir un nivel de brillo del entorno acuático y un conjunto de iluminación (130) adaptado para iluminar el entorno acuático, y en donde el elemento controlador (150) está preferentemente configurado para:
 - 10 - activar el detector de brillo (135) antes de la adquisición de las imágenes para obtener el nivel de brillo del entorno que se va a monitorear y compararlo con un nivel de brillo umbral, y
 - activar el conjunto de iluminación (130) en caso de que dicho nivel de brillo sea menor que dicho umbral de nivel de brillo.
- 15 9. Un dispositivo oceanográfico (405, 410, 415) de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el elemento controlador (150) se configura para ajustar los parámetros de adquisición de la cámara de foto/vídeo (125) con base en el nivel de brillo detectado por el detector de brillo (135).
- 20 10. Un dispositivo oceanográfico (405, 410, 415) de acuerdo con la reivindicación 9, en donde el elemento controlador (150) se configura para ajustar una apertura del diafragma y una distancia focal de la cámara de foto/vídeo (125) para ajustar una profundidad de campo de la cámara de foto/vídeo (125).
- 25 11. Un dispositivo oceanográfico (405, 410, 415) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el elemento de procesamiento (155) está configurado, además, para:
 - proporcionar, como datos resultantes de dicho procesamiento de las imágenes adquiridas, datos referidos al menos a un sujeto buscado expresados a través de una pluralidad de cadenas de caracteres alfanuméricos, y/o
 - proporcionar, como datos resultantes de dicho procesamiento de las imágenes adquiridas, al menos una porción relevante de la imagen, que comprende al menos un sujeto buscado identificado, extrapolada de la al menos una imagen adquirida.
- 30 12. Un dispositivo oceanográfico (405, 410, 415) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dichos uno o más componentes electrónicos comprendidos en el módulo de comunicación (115) están adaptados para transmitir señales de radiofrecuencia en una o más bandas de frecuencia entre 30 KHz y 30 GHz.
- 35 13. Un dispositivo oceanográfico (405, 410, 415) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8, 9, 10, en donde dicho uno o más componentes electrónicos comprendidos en el módulo de comunicación (115) están adaptados para transmitir señales de radiofrecuencia en una o más bandas de frecuencia entre 30 KHz y 30 GHz.
- 40 14. Un dispositivo oceanográfico (405, 410, 415) de acuerdo con la reivindicación 11 y cualquiera de las reivindicaciones 8, 9, 10, 13, en donde el elemento controlador (150) se configura para seleccionar entre la transmisión a través de señales de radiofrecuencia de la al menos una imagen adquirida, de la al menos una porción relevante de la imagen y/o de la pluralidad de cadenas de caracteres alfanuméricos de acuerdo con una o más bandas de frecuencia seleccionadas para la transmisión a través de señales de radiofrecuencia.



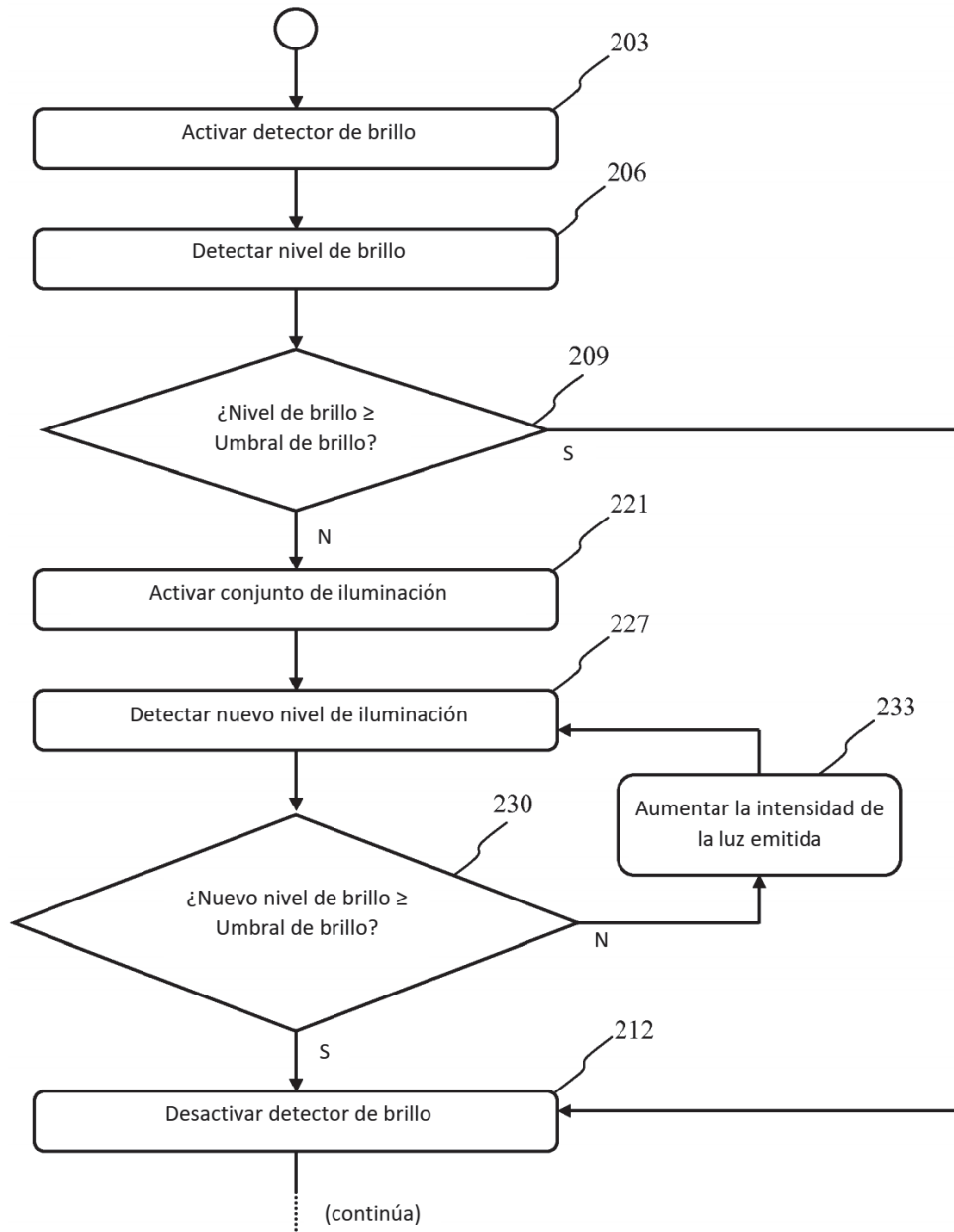


FIGURA 2A

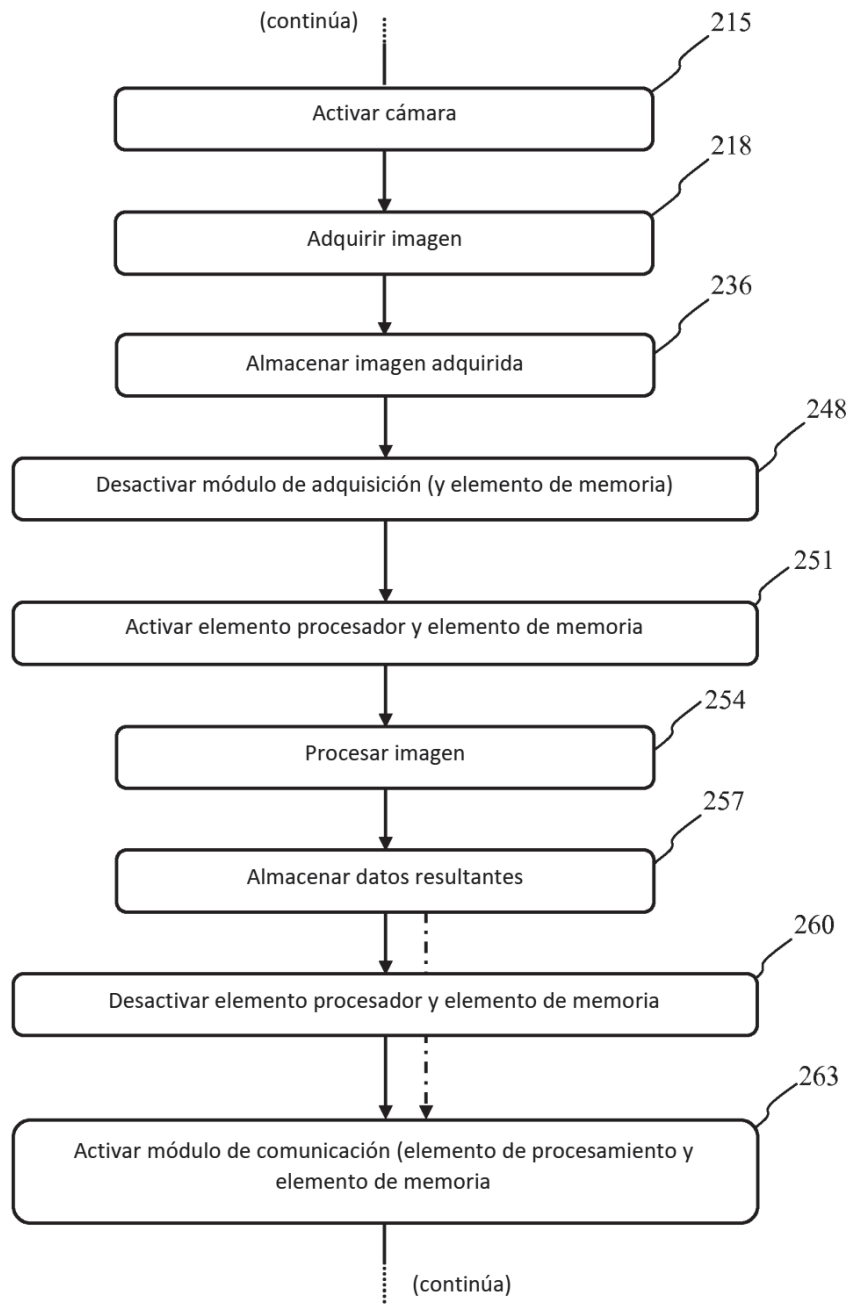


FIGURA 2B

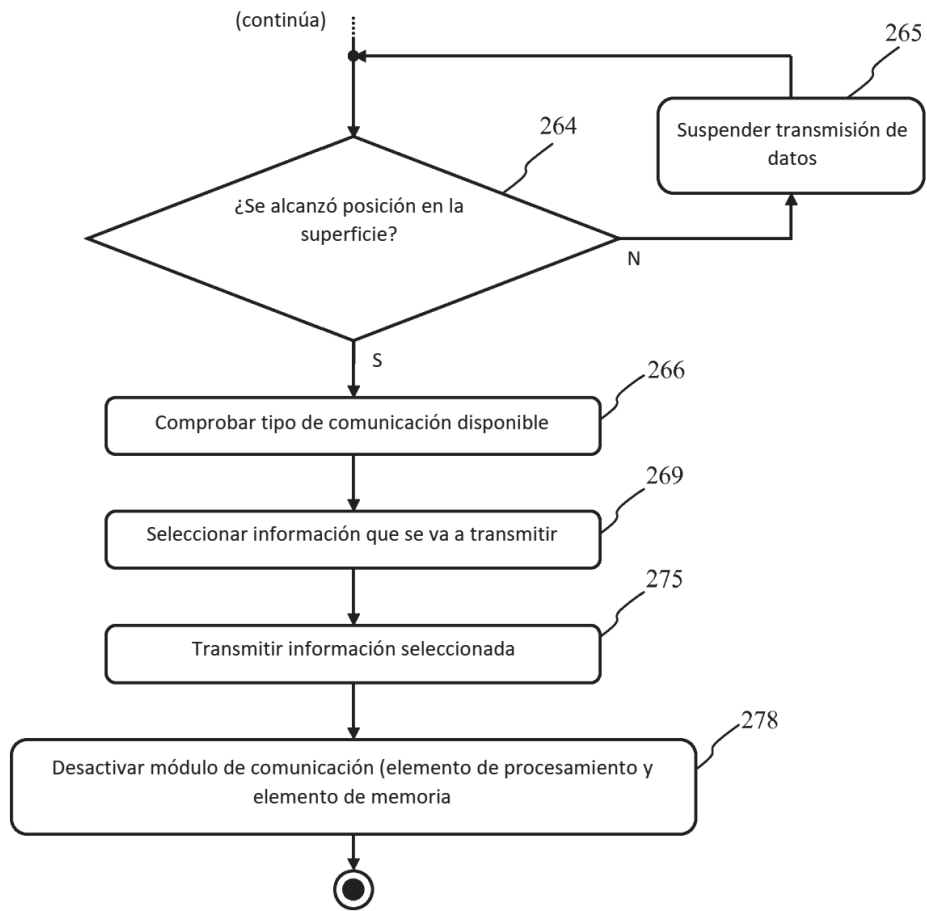
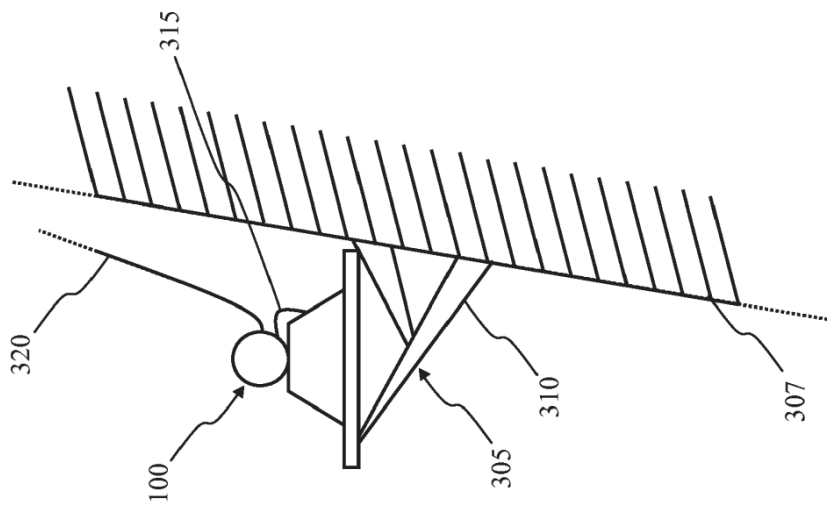


FIGURA 2C



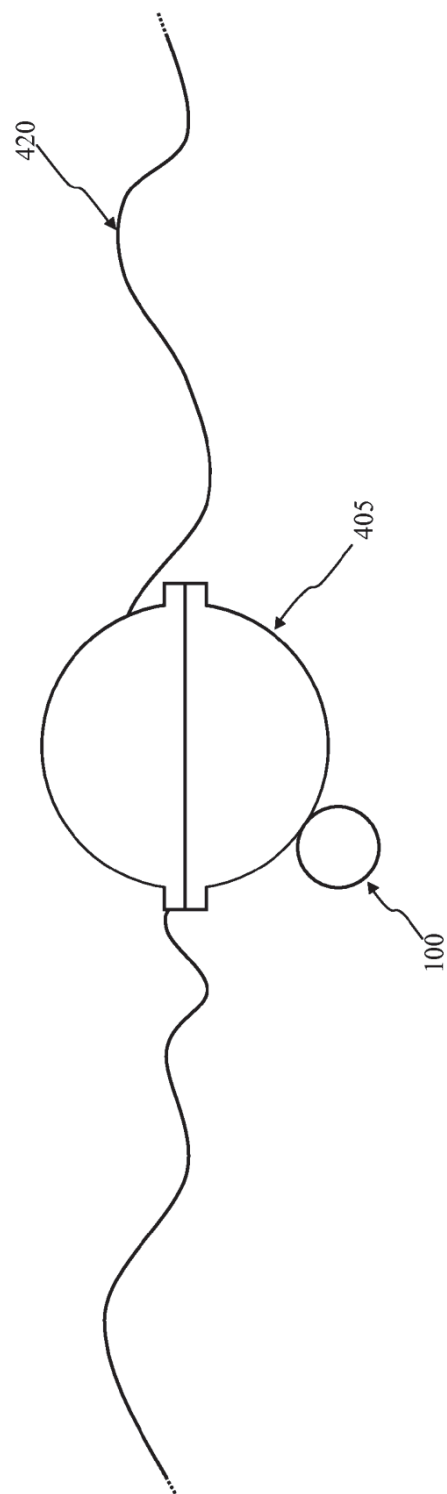


FIGURE 4A

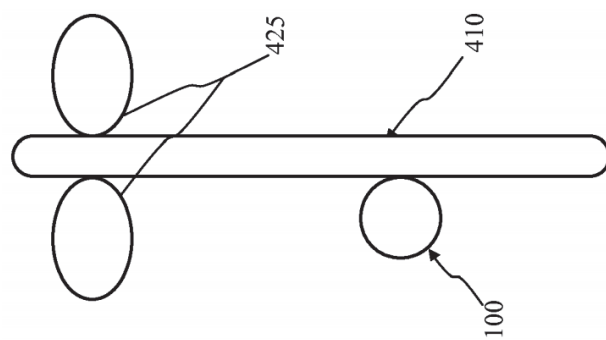


FIGURA 4B

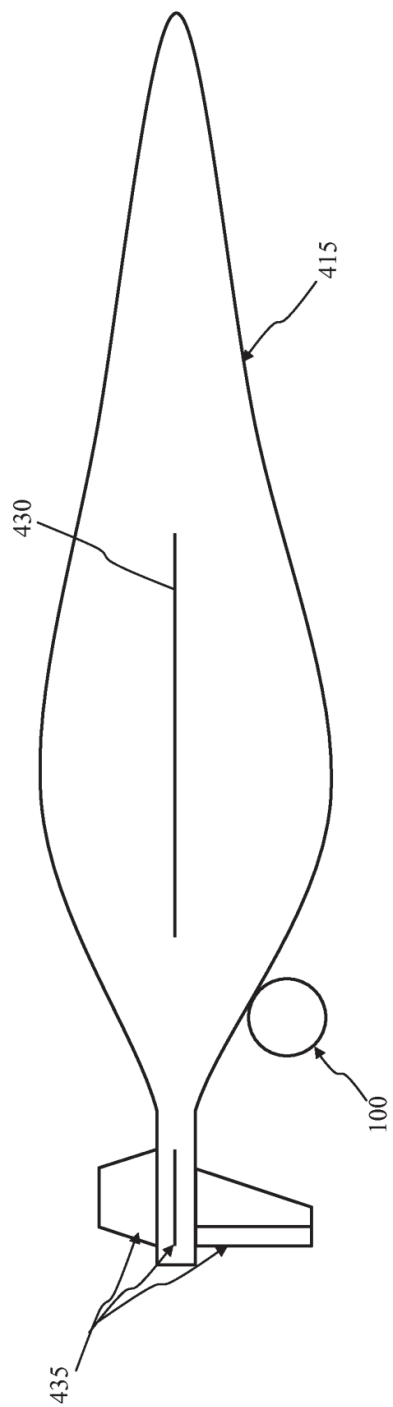


FIGURE 4C