

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 895 454**

51 Int. Cl.:

G06T 19/00 (2011.01)

G05D 1/00 (2006.01)

G06T 15/50 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.11.2012 PCT/IB2012/002281**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.05.2013 WO13068821**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.11.2012 E 12791544 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.08.2021 EP 2777024**

54 Título: **Sistema y método de operación para vehículos operados de manera remota con imágenes en 3D superpuestas**

30 Prioridad:

09.11.2011 PT 2013105989 U

09.08.2012 US 201261681411 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.02.2022

73 Titular/es:

ABYSSAL S.A. (100.0%)

**Av. da Liberdade s/n Polo do Mar do Uptec Sala
A10 Leca da Palmeira
Matosinhos 4450-718, PT**

72 Inventor/es:

PARENTE DA SILVA, MANUEL, ALBERTO

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 895 454 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 y método de operación para vehículos operados de manera remota con imágenes en 3D superpuestas

La presente invención se refiere a un sistema de navegación y control tridimensional ("3D") para vehículos operados de manera remota ("ROV"), y métodos para su uso. En particular, la presente invención proporciona un sistema de navegación y control que está estandarizado con el fin de que sea compatible con una amplia gama de opciones de ROV.

Antecedentes de la invención

La exploración de la última frontera de la tierra, el mar, está impulsada en gran medida por la continua demanda de recursos energéticos. Debido a que los humanos no son capaces de soportar las presiones inducidas en las profundidades a las que ocurre el reconocimiento de energía, hemos llegado a ser cada vez más dependientes de la tecnología de ROV. El futuro de la exploración de los océanos solamente es tan rápido, fiable y seguro como la tecnología disponible.

La técnica anterior relacionada con la navegación de realidad aumentada, tal como la Publicación previa a la concesión de EE.UU. 2011/0153189, describe sistemas para superposición de objetos en 3D y alimentación de video, pero no proporcionan dispositivos cruciales para lidiar con las vicisitudes de la navegación submarina. Mientras tanto, los potentes sistemas gráficos usados para la navegación submarina, tales como los descritos en la Publicación previa a la concesión de EE.UU. 2009/0040070 A1 y la Patente de EE.UU. 8.015.507 no proporcionan una interfaz de navegación que cree una experiencia visual inmersiva para el piloto o el usuario.

Un defecto importante de la tecnología de navegación de ROV disponible es su incapacidad para proporcionar un conocimiento espacial completo, es decir, la capacidad de conocer constantemente la trayectoria de vuelo pasada y actual. Los sistemas de navegación actuales se basan en información de telemetría convencional, incluyendo la profundidad, el cabeceo, el balanceo, la inclinación de la cámara y el rumbo. No obstante, los sistemas de posicionamiento, que proporcionan la ubicación geográfica del ROV, no se han integrado de manera continua con los instrumentos de profundidad y orientación que constituyen los sistemas de telemetría convencionales.

Otro aspecto importante de la exploración submarina es la adquisición y aplicación de información con relación al lecho marino y las estructuras submarinas. Los modernos dispositivos de sonar multihaz con software de modelado proporcionan datos batimétricos en 3D detallados, que son esenciales para planificar y evaluar misiones exploratorias. Estos datos batimétricos se usan extensivamente por supervisores y representantes de clientes en la industria de recursos energéticos. No obstante, los sistemas convencionales no integran el uso del modelado batimétrico con la navegación en tiempo real de una forma que facilite el trabajo de los pilotos de ROV en sí mismos.

Al igual que los pilotos de aviones de combate, los pilotos de ROV deben navegar en tres dimensiones, en tiempo real y en condiciones en las que la visibilidad puede estar limitada a entre 2 y 10 metros. Por consiguiente, ambos tipos de pilotos deben tener datos rápidos, fiables e inteligentes que se les presenten en condiciones de baja visibilidad. No obstante, las interfaces de usuario dinámicas usadas para misiones de aviación complejas, que superponen información ambiental cuantitativa, planos textuales y otros gráficos importantes, no se han puesto a disposición para misiones submarinas comparativamente complejas.

Una clave para establecer un sistema operativo exitoso para las misiones de ROV es proporcionar una colaboración y comunicación eficaz entre todas las personas implicadas en el proyecto. La capacidad de introducir nuevos datos y compartir esos datos entre los usuarios del sistema, y particularmente con el piloto, conduce ventajosamente a una mayor eficiencia y seguridad.

Por consiguiente, hay una necesidad de un planteamiento aumentado para las interacciones piloto-ROV en el que se pueda visualizar la información y registrar en las tres dimensiones espaciales y en tiempo real.

Un sistema y método de ejemplo para recopilar, procesar y difundir información e imágenes de un lecho marino se describe en el documento FR2949167. El sistema proporciona una percepción visual simulada de un sitio submarino visitado en tiempo real, que es al menos comparable a la que se experimentaría por un buceador en el sitio real. La simulación usa, entre otras tecnologías, realidad virtual y realidad mixta para representar el entorno submarino.

Compendio de la invención

Esta descripción proporciona herramientas y características que implementan los sistemas y métodos con relación a la operación de ROV con imágenes en 3D e información de navegación superpuestas. Aunque las realizaciones y ejemplos se proporcionan en el contexto de las misiones submarinas, un experto en la técnica debería apreciar que los aspectos, características, funcionalidades, etc., tratados en esta descripción también se pueden extender virtualmente a cualquier tipo de proyecto de navegación complejo.

En un aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema para exploración según reivindicación 1. El sistema permite una integración continua entre una amplia variedad de sistemas de control de ROV. Es decir, la

invención permite a los ingenieros y supervisores planificar una o varias misiones en un sistema estándar común que se pueden usar para la operación y navegación de una amplia gama de ROV por pilotos y operadores.

En otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método de exploración según reivindicación 9.

La presente invención implica el uso de hardware informático, una o más pantallas de visualización, tecnología de sonar y software para una interfaz gráfica de usuario, todos los cuales pueden interactuar con uno o más ROV. La presente invención también implica el uso de bases de datos y software para su ejecución por el hardware informático, incluyendo numerosos módulos para: obtener, guardar y modelar elementos en 3D en el entorno de operación del ROV; sincronizar una cámara virtual para ver la imagen modelada con la cámara real de un ROV; proporcionar imágenes en 3D híbridas superponiendo imágenes de cámaras reales e imágenes modeladas de manera que las áreas de mayor interés se representen más visibles u opacas que las áreas de menor interés; y superponer información gráfica o textual en las imágenes en 3D híbridas. Se proporcionan módulos de software adicionales, que cooperan con la interfaz de usuario, para planificar, supervisar, registrar, compartir e informar de todos los aspectos de la exploración mediada por ROV.

Las diversas herramientas y características esquematizadas anteriormente y tratadas en detalle a continuación, pueden mejorar enormemente la forma en que se dirigen las operaciones submarinas. Por ejemplo, la invención dota a los operadores de ROV con sistemas operativos inmersivos para la planificación, supervisión e información de la misión. La visualización mejorada del entorno submarino y la comunicación mejorada con los supervisores y otros pilotos conducirán a una mejor eficiencia general y menos estrés durante los largos turnos de pilotaje. Las eficiencias de transferencia de datos y terminación de tareas creadas por el sistema operativo conducirán a beneficios adicionales, tales como la reducción de costes operativos y el consiguiente aumento de ingresos. Además, el uso más eficiente de los ROV debido a la mejora de la logística de la misión conducirá a un aumento en el período de utilización de esos ROV. Los beneficios para las entidades que inician y financian la investigación submarina incluyen un mejor acceso a informes detallados, e incluso a datos adquiridos en tiempo real, sin tener que visitar el sitio de investigación. Estos son solo algunos de los beneficios que aporta el sistema.

Breve descripción de los dibujos

Los aspectos, características y ventajas antes mencionados y otros se pueden entender mejor a partir de la siguiente descripción detallada con referencia a los dibujos que se acompañan en los que:

la Fig. 1A muestra una vista esquemática de un sistema, según una realización ejemplar;

la Fig. 1B muestra una vista esquemática de un sistema y sus funciones asociadas, según otra realización ejemplar;

las Figs. 2A y 2B representan vistas alternativas de una interfaz de usuario de un sistema según otra realización de la invención;

las Figs. 3A y 3B muestran vistas generales de la arquitectura de software de un sistema, en una realización ejemplar;

la Fig. 3C es una ilustración esquemática de sistemas en red, en una realización ejemplar;

la Fig. 4 representa módulos para lograr imágenes en 3D híbridas y un método para su uso, según otra realización más de la invención;

la Fig. 5A ilustra cálculos para alinear un video virtual y un video real, según una realización ejemplar;

la Fig. 5B ilustra imágenes en 3D híbridas obtenidas superponiendo un vídeo virtual y un vídeo real, según otra realización ejemplar, y

las Figs. 6A-6E representan varias vistas de una interfaz de navegación, según realizaciones ejemplares.

Descripción detallada de la invención

La invención proporciona un sistema de exploración según la reivindicación 1.

El módulo de superposición está configurado para superponer información gráfica, información textual o ambas, en las imágenes en 3D híbridas. La superposición se basa en un umbral de luminancia, en donde la luminancia en el formato hexadecimal Rojo-Verde-Azul se puede establecer en valores entre 0-0-0 y 255-255-255, y preferiblemente entre 0-0-0 y 40-40-40.

En una realización de la invención, el sistema operativo es capaz de compartir datos con una pluralidad de monitores remotos, en donde dicha pluralidad de monitores puede incluir hasta 12, y preferiblemente entre 3 y 9 monitores.

En otra realización de la invención, el sistema comprende además un sistema externo configurado para determinar si el sistema está funcionando o está en un estado de fallo. El sistema externo se puede configurar para conmutar la entrada del monitor de imágenes en 3D híbridas a una alimentación de video en directo si el sistema está en un estado de fallo.

- 5 En otra realización más de la invención, la interfaz de navegación comprende al menos tres monitores en red, en donde dichos monitores están dispuestos unos adyacentes a otros de manera que el monitor del medio muestre vídeo y realidad aumentada, mientras que ambos monitores laterales muestran una vista ampliada de un campo de operación.

- 10 En otra realización más de la invención, la interfaz de navegación comprende una o más pantallas táctiles, uno o más altavoces para proporcionar advertencias de audio y sonidos, uno o más micrófonos para recibir comandos de voz, una o más palancas de mando, uno o más mandos de juegos, y/o uno o más ratones de ordenador.

En otra realización más de la invención, las funciones del sistema operativo se abstraen de manera que el sistema operativo sea compatible con una pluralidad de opciones de hardware.

La invención también proporciona un método de exploración según la reivindicación 9.

- 15 El método según la invención comprende además el paso de superponer información gráfica, información textual, o ambas, sobre las imágenes en 3D híbridas.

El paso de modulación de la transparencia u opacidad comprende establecer un umbral de luminancia. En una realización ejemplar, establecer el umbral de luminancia comprende mantener un segundo plano del video virtual con una transparencia más alta que el segundo plano del video real.

- 20 Sincronizar el ángulo y la posición de las cámaras comprende los pasos de:

- a) calcular un ángulo entre un rumbo del vehículo y una dirección del campo de visión de una cámara real;
- b) calcular un ángulo entre una orientación vertical del vehículo y la dirección del campo de visión de la cámara real; y
- c) calcular un ángulo entre el vehículo y un horizonte geográfico.

- 25 En una realización adicional, el método según la invención también comprende el paso de mostrar dichas imágenes en 3D híbridas en una interfaz de navegación. El paso de mostrar comprende además modular la cantidad de información en 2D o 3D superpuesta sobre la pantalla de video en base a la posición del ROV con relación a las estructuras submarinas. En otra realización, el paso de mostrar comprende además proporcionar un minimapa, dicho minimapa que define un gráfico generado por ordenador que muestra cualquiera o ambos puntos cardinales o una posición de un objeto en 3D.

- 30 En otra realización más, el método según la invención comprende analizar la información mostrada para determinar el estado de los procedimientos.

En otra realización más, el método según la invención comprende actualizar la información mostrada a medida que se completan las tareas.

- 35 En otra realización más, el método según la invención comprende determinar el posicionamiento de dichos elementos en 3D usando un sistema de posicionamiento global.

En otra realización más, el método según la invención comprende el paso de planificar una misión de exploración submarina, en donde dicha planificación comprende introducir información determinada por el usuario para mostrarla en una interfaz de navegación, dicha información determinada por el usuario que comprende una cualquiera o una combinación de información de batimetría, información de punto de ruta del ROV, información de punto de control de ROV, información de procedimiento, información de procedimiento cronometrado, información de trayectoria de vuelo, elementos modelados en 3D, información de posición determinada por GPS e información del piloto. En una realización ejemplar, el método también comprende el paso de configurar el sistema operativo de manera que entrar, salir o permanecer más tiempo que un tiempo designado en una posición determinada por GPS desencadena una cualquiera o una combinación de una alarma, notificación, cambio de procedimiento o cambio de tarea.

- 40 En otra realización más, el método según la invención comprende la etapa de registrar una misión de exploración submarina, en donde dicho registro comprende registrar uno cualquiera o una combinación de datos de telemetría, datos de sonar, modelos en 3D, datos de batimetría, información de trayectoria de vuelo, información de puntos de ruta del ROV, información de puntos de control del ROV, información de procedimiento, información de posicionamiento y datos de inercia. En una realización ejemplar, el método también comprende notificar información que se ha registrado. En una realización ejemplar, el método también comprende guardar información que se ha registrado en una base de datos en red. En una realización ejemplar, el método también comprende producir un

informe en base a la información guardada, en donde dicho informe proporciona una recreación en 3D de la operación.

La invención también proporciona un producto de programa de ordenador, almacenado en un medio legible por ordenador, para implementar el método según la invención como se ha descrito en la presente memoria.

- 5 Como se ha mencionado anteriormente, se tratan en la presente memoria diversas características y funcionalidades a modo de ejemplo y realizaciones en un contexto de navegación de ROV para su uso en exploración submarina. En la descripción de tales ejemplos y realizaciones ejemplares, se emplea una terminología específica en aras de la claridad. No obstante, esta descripción no se pretende que se limite a los ejemplos y las realizaciones ejemplares tratadas en la presente memoria, ni a la terminología específica utilizada en tales discusiones, y se ha de entender
10 que cada elemento específico incluye todos los equivalentes técnicos que operan de una manera similar.

Definiciones

Los siguientes términos se definen de la siguiente manera:

Elementos en 3D; objetos en 3D - Datos que definen formas tridimensionales, obtenidos modelando la entrada derivada del sonar o entrada determinada por el usuario.

- 15 Abstracción; capa de abstracción - Una característica del software ejecutable, en donde diferentes formatos de datos se estandarizan en un formato común de manera que los componentes se hacen compatibles.

Motor de datos - Una colección de módulos, según una realización de esta invención, que es responsable de al menos la adquisición, almacenamiento e información de datos recopilados durante el curso de una misión de ROV.

- 20 Estado de fallo - Un estado, definido por un usuario o por un estándar, en donde la funcionalidad del sistema, según una realización de la invención, ha disminuido a un nivel inaceptable.

Umbral de luminancia - Un valor determinado por el sistema de intensidad de color de píxel RGB (Rojo, Verde, Azul) que define un estado visible pero transparente para las imágenes representadas por un dispositivo de salida de imágenes digitales.

- 25 Módulo - Una combinación de al menos un procesador de ordenador, memoria de ordenador y software personalizado que realiza una o más funciones definidas.

Motor de navegación - Una colección de módulos, según una realización de esta invención, que es responsable de hacer interactiva la interfaz de navegación y producir datos para mostrar en la interfaz de navegación.

- 30 Posicionado; geoposicionado; etiquetado - Tener una ubicación definida por el Sistema de Posicionamiento Global de satélites y/o sistemas de posicionamiento acústico o inercial, y opcionalmente tener una ubicación definida por una profundidad por debajo del nivel del mar.

ROV - Un vehículo operado de manera remota; a menudo un vehículo acuático.

Motor de visualización - Una colección de módulos, según una realización de esta invención, que es responsable de producir el aspecto mostrado de la interfaz de navegación.

Sistema

- 35 Hardware y dispositivos

Haciendo referencia ahora a los dibujos, en donde los mismos números de referencia designan partes idénticas o correspondientes a lo largo de las diversas vistas, la Fig. 1A representa esquemáticamente un sistema según una realización de la invención. Este sistema incluye un ROV y su instrumentación asociada 1, un sistema operativo alojado dentro del hardware de ordenador 3 y una interfaz de usuario y sus dispositivos asociados 2. El sistema operativo 3 media la interacción entre el ROV 1 y el usuario 4, de manera que el usuario pueda enviar comandos y consultas de información al ROV 1, y obtener respuestas mecánicas y salida de datos del ROV 1.
40

- 45 Como se ve a partir de la Fig. 1B, el sistema operativo 3 puede recibir información en directo obtenida por el sonar en tiempo real en 3D de múltiples haces del ROV 1, datos de telemetría, datos de posicionamiento y video, así como objetos en 3D programados de una base de datos 5, y procesar esos datos para proporcionar modelos en 3D en directo del entorno tanto para la realidad aumentada como para la representación en 3D completa mostrada en la interfaz de usuario 2. La interfaz de usuario 2 también se puede usar para mostrar videos obtenidos usando la instrumentación digital del ROV 1, incluyendo, por ejemplo, cámaras y otros sensores. El ROV 1 utilizado en el sistema de la presente invención está equipado con instrumentación convencional para telemetría y posicionamiento, que son sensibles a los comandos mediados por el sistema operativo 3.

En una realización de la invención, el hardware para el sistema operativo 3 incluye un ordenador de bastidor de alta gama que se puede integrar fácilmente con cualquier sistema de control de ROV. Los diversos módulos de software que definen además el sistema operativo se describirán con más detalle a continuación.

Con referencia a las Figs. 2A y 2B, la interfaz hombre-máquina incluye al menos un monitor 7 y preferiblemente tres monitores 7 interactivos para la navegación. Según una realización mostrada en la Fig. 2A, el monitor 7 central proporciona una alimentación de video y realidad aumentada (AR), mientras que los monitores laterales proporcionan una expansión del campo de visión de operación. En otro aspecto, los monitores laterales pueden permitir al usuario tener una vista panorámica del entorno del ROV usando visualización en 3D completa desde el punto de vista del ROV. Como se ve en la Fig. 2B, la interacción entre el usuario y el sistema puede utilizar palancas de mando 8 o mandos de juegos. En otra realización, la interfaz de usuario 2 puede emplear tecnología de pantalla táctil o multitáctil, advertencias de audio y sonidos, comandos de voz, un ratón de ordenador, etc.

Módulos funcionales

Más que desarrollar un sistema operativo 3 diferente para cada marca y modelo de ROV 1, la presente invención funciona por abstracción, de manera que el sistema operativo 3 descrito y el hardware asociado funcionen de la misma forma con todos los ROV 1. Por ejemplo, si un componente entrega "\$DBS, 14.0,10.3" como coordenadas de profundidad y rumbo, y otro componente entrega "\$HD, 15.3,16.4" como coordenadas de rumbo y profundidad, estas cadenas de datos se analizan en sus respectivas variables: Profundidad1 = 14.0, Profundidad2 = 16.4, Rumbo1 = 16.4, Rumbo2 = 15.3. Este análisis permite que ambos sistemas funcionen de la misma forma, independientemente de los detalles del formato de datos.

Desarrollando una capa de abstracción de controladores para la comunicación entre el sistema operativo 3 y el hardware del ROV, el usuario 4 se dota con una comunicación de datos continua y no está restringido a usar modelos de ROV particulares. Esta abstracción permite además que los usuarios 4 y los sistemas 3 se comuniquen y la información de red entre varios sistemas, y compartan información entre varios proyectos submarinos. El uso de un único sistema también permite una reducción de costes en formación, mantenimiento y operación de este sistema.

La Fig. 3A representa una visión de conjunto de la arquitectura de software que ilustra las partes componentes del ROV 1, la interfaz de usuario 2 y el sistema operativo 3. Se proporcionan contrapartes de software para la instrumentación de telemetría, posicionamiento, video y sonar del ROV. Con el fin de implementar funciones de usuario que incluyan planificación, registro, navegación, supervisión e información final, el sistema operativo 3 proporciona un motor de navegación, un motor de visualización y un motor de datos. El sistema operativo 3 está en red de manera que los servicios conectados y las unidades de comando externas puedan proporcionar entrada de datos en tiempo real. Una de tales unidades de comando externas se puede configurar como un controlador de vigilancia. El sistema de controlador de vigilancia externo puede realizar comprobaciones periódicas para determinar si el sistema está funcionando correctamente o si está en un estado de fallo. Si el sistema está en un estado de fallo, el controlador de vigilancia puede cambiar las entradas de los monitores, o desviarlas, a una alimentación de video en directo convencional hasta que el sistema esté operando correctamente.

La Fig. 3B representa una visión de conjunto de la arquitectura de software adicional que ilustra que el sistema operativo 3, que media las funciones de usuario antes mencionadas, está conectado en red para proporcionar comunicación entre una consola de supervisión multitáctil y un piloto o pilotos. La Fig. 3C ilustra otro nivel de conectividad más, en donde el sistema de navegación de un primer ROV puede compartir todos sus datos dinámicos con el sistema de navegación de otro ROV sobre la red.

Motor de visualización

Como se ve a partir de las Figs. 1B y 3A, el motor de visualización del sistema operativo 3 incluye además módulos para implementar imágenes en 3D, imágenes en dos dimensiones ("2D") y proporcionar una actualización del entorno en tiempo real. Estos módulos se muestran en la Fig. 4, que ilustra de una forma escalonada cómo opera el sistema para crear imágenes en 3D híbridas superpuestas.

Un módulo de base de datos en 3D 10 incluye tecnología de presentación en 3D avanzada para permitir que todas las etapas de la operación del ROV se ejecuten con referencia a un entorno de aguas profundas en 3D recreado visualmente. Este entorno está compuesto por la batimetría del lecho marino y el equipo modelado, por ejemplo, estructuras de dispositivos de energía oceánica.

Como se ha tratado anteriormente, las principales fuentes de datos de imagen son modelado en 3D pregrabado de datos de sonar (es decir, video en 3D generado por ordenador) y posiblemente otros datos de video; datos de sonar en directo y datos de video obtenidos en tiempo real; elementos en 3D determinados por el usuario; comunicaciones textuales o gráficas destinadas a ser mostradas en la pantalla de la interfaz de usuario. La posición geográfica y la profundidad de cualquier elemento o región incluidos en los datos de imagen se conocen mediante el posicionamiento de GPS, mediante el uso de sistemas de posicionamiento acústico y/o inercial, y/o por referencia a mapas.

En una realización preferida de la invención, un módulo de generación de video virtual 11 se proporciona para usar los elementos en 3D almacenados antes mencionados o elementos en 3D detectados en tiempo real para crear un video virtual de tales elementos en 3D. El módulo de generación de video virtual 11 puede funcionar en conjunto con un módulo de sincronización 12.

- 5 El módulo de sincronización 12 alinea la posición de la cámara virtual del video virtual con el ángulo y la posición de una cámara real en un ROV. La cámara virtual define un campo de visión para el video virtual, que se extiende entre 45 y 144 grados desde un punto de vista central. Como se ilustra en la Fig. 5A, la alineación de los ángulos de cámara virtual y real se logra calculando el ángulo entre el rumbo del ROV y la dirección del campo de vista de la cámara; calculando el ángulo entre la vertical del ROV y la dirección del campo de visión de la cámara; y calculando
10 el ángulo entre el ROV y el horizonte geográfico. Estos ángulos calculados se usan luego para determinar una coordenada de pantalla de objeto equivalente del eje X-Y digital en intervalos de tiempo determinados o en cualquier momento una variable cambia un valor.

- Se proporciona un módulo de superposición 13, cuya función se esquematiza adicionalmente en la Fig. 5B, para superponer el video virtual 20 generado y el video en tiempo real 21 sincronizado adquirido por la cámara digital de los ROV. El resultado es una imagen en 3D superpuesta híbrida 22, en donde el sistema dibuja eficazmente el entorno en 3D generado en la parte superior de la parte no visible de la alimentación de video, mejorando de este modo enormemente la visibilidad para el piloto del ROV. Más específicamente, el software de superposición divide el video de alimentación de la cámara y el video en 3D generado en varias capas en el almacenador temporal z del sistema de representación en 3D. Esto permite el aplanamiento de las capas y su superposición, que simula la
20 percepción espacial y facilita la navegación.

- El módulo de superposición 13 manipula uno cualquiera o ambos de los videos virtual 20 o real 21, en base a un umbral de luminancia, para ser más transparentes en las áreas de menor interés, permitiendo de este modo que se muestre a través el área correspondiente de la otra alimentación de video. Según una realización de la invención, la luminancia en el formato hexadecimal Rojo-Verde-Azul puede estar entre 0-0-0 y 255-255-255, y preferiblemente
25 entre 0-0-0 y 40-40-40. Las áreas de menor interés se pueden seleccionar por un sistema por defecto o por el usuario. La intensidad del color de las imágenes en áreas de menor interés se establece en el umbral de luminancia, y la región correspondiente del otro video se establece en una luminancia normal. Por ejemplo, mostrado en la Fig. 5B, el segundo plano del video virtual 20 se mantiene relativamente más transparente que el primer plano. De este modo, cuando el video real 21 se superpone a la imagen en 3D virtual 20, el video real 21 se aumenta selectivamente principalmente con el primer plano virtual, que contiene una estructura submarina de interés.

Motor de navegación

- La interfaz de navegación en 2D en pantalla para el piloto del ROV implica superponer datos geoposicionados o información técnica en un sistema de representación en 2D. El geoposicionamiento o geoetiquetado de datos y elementos se ejecuta por referencia a mapas o satélites de posicionamiento global. La interfaz de navegación
35 resultante, como se ve en las Figs. 6A-6D, recuerda a las consolas de visualización de guía frontal tipo aviación. En el caso de la navegación submarina, la pantalla está configurada para indicar la posición del ROV 1 en base a coordenadas conocidas y usando un sistema de sonar que registra imágenes en 3D desde la posición de un ROV para una navegación posterior. De esta forma, la presente invención proporciona una visualización inmersiva de la operación del ROV.

- La Fig. 6A ilustra la superposición de información textual y símbolos 30 en la representación de video en 2D de la interfaz de usuario del ROV. La Fig. 6B ilustra la superposición de elementos en 3D 31 sobre la representación de video. La superposición de estos datos sobre la alimentación de video es útil, no solamente para navegar y controlar el ROV 1, sino también para ejecutar las funciones de planificación y supervisión relacionadas del sistema operativo 3. Esta superposición se puede lograr de una forma similar a la superposición de las alimentaciones de video, es decir, obteniendo las coordenadas de pantalla de un objeto y representando texto y números cerca de esas
45 coordenadas.

- El módulo de planificación permite a los ingenieros y/o supervisores planificar una o varias misiones del ROV. Haciendo referencia de nuevo a la Fig. 6A, una característica importante del módulo de planificación es la entrada y presentación de información batimétrica 32 a través de visualización en 3D. Como se ve en la Interfaz de Navegación, los puntos de ruta 33 y los puntos de control 34 se superponen sobre la alimentación de video. Estos elementos se pueden identificar, por ejemplo, por número y/o por la distancia desde un punto de referencia. En otras palabras, además de superponer las especificaciones técnicas y la información de estado 30 del ROV 1 u otras estructuras relevantes, la interfaz de navegación también proporciona posiciones determinadas por GPS para la navegación y la información del piloto.

- Los procedimientos 35, incluyendo los procedimientos cronometrados (tareas de observación de posiciones fijas, por ejemplo), se pueden incluir en la interfaz de navegación como texto. Dada esta información de procedimiento, un piloto de ROV está habilitado para anticipar y completar tareas con mayor precisión. Un usuario también puede usar el sistema para definir áreas accionables. Las áreas accionables son áreas geoposicionadas en el entorno submarino que desencadenan una acción del sistema cuando se entra, se sale o se permanece más de un tiempo

designado. La acción de desencadenamiento podría ser una alarma, notificación, cambio de procedimiento, cambio de tarea, etc.

Haciendo referencia a la Fig. 6C, usando una serie de reglas establecidas en el módulo de planificación o mediante la entrada manual, el sistema puede mostrar más o menos información geoetiquetada en 2D en la interfaz de navegación. Por ejemplo, como se ve en 36, durante la operación de un ROV cuando el piloto está a 100 metros de un objeto geoetiquetado, el sistema puede mostrar solamente información general con relación a la estructura general, o información específica necesaria para una tarea actual específica en el área cercana. A medida que el piloto se acerca a la estructura geoetiquetada, mostrada en 37, el sistema puede mostrar de manera incremental más información acerca de los componentes de esa estructura. Este nivel de control de detalle dinámico y manual puede aplicarse tanto a información textual como simbólica 30, así como al aumento de elementos en 3D 31.

Con referencia a la Fig. 6D, el módulo de planificación también puede proporcionar información en pantalla con relación a la trayectoria de vuelo 38. Como se ve en la Fig. 6E, otra característica importante de la invención se incorpora por un minimapa 39, es decir, un gráfico superpuesto en el video, que puede incluir una variedad de representaciones diferentes, tales como pequeños íconos que representan objetos de destino. El minimapa 39 puede mostrar los puntos cardinales (Norte, Sur, Este, Oeste) en una representación en 3D, opcionalmente además de una representación de un objeto relevante en el espacio tridimensional. El minimapa 39 se puede colocar en una esquina y se puede mover, descartar y recuperar por el usuario.

Motor de datos

El motor de datos, que media en las funciones de almacenamiento y transferencia de datos de la invención, incorpora, por lo tanto, los módulos de registro y supervisión.

El módulo de registro registra o graba toda la información puesta a disposición por el sistema operativo y guarda tales datos en una base de datos central para acceso futuro. La información disponible puede incluir cualquier o toda la telemetría, los datos de sonda, los modelos en 3D, la batimetría, los puntos de ruta, los puntos de control, las alarmas o averías, los procedimientos, las operaciones y los registros de navegación, tales como información de trayectoria de vuelo, datos de posicionamiento e inercia, etc.

Una parte esencial de cualquier operación en alta mar que proporciona datos críticos al cliente después de que se concluye la operación. Después de la operación, durante la etapa de información final e informes, el módulo de información final e informes puede proporcionar un escenario en 3D completo o reproducción de la operación. El módulo de información final e informes puede proporcionar un informe sobre la trayectoria de vuelo planificada frente a la trayectoria de vuelo real, los puntos de ruta, los puntos de control, varias desviaciones en el plan, las alarmas dadas por el ROV, incluyendo detalles del tipo de alarma, hora y ubicación, los procedimientos, los puntos de control, etc. listos para ser entregados al cliente. Por consiguiente, el sistema operativo está configurado para proporcionar informes interactivos de cuatro dimensiones (tres dimensiones espaciales más tiempo) para cada operación. Esto permite un análisis rápido y una comprensión completa de las operaciones.

Otro elemento de software más que interactúa con la interfaz de navegación es el módulo supervisor. La ejecución del módulo supervisor habilita a uno o más supervisores para ver y/o utilizar la interfaz de navegación y, por extensión, cualquier ROV 1 que se controle desde la interfaz. Estos supervisores no necesitan compartir la ubicación del piloto o pilotos del ROV, sino que más bien pueden emplear los elementos de conectividad representados en las Figs. 3B y 3C. Se puede usar una pluralidad de consolas de supervisión multitáctiles en diferentes ubicaciones. Por ejemplo, uno podría tener nueve monitores conectados a tres estructuras de hardware ejemplares, incluyendo un ROV 1, donde solamente un sistema operativo 3 recoge los datos del ROV y comparte información con los demás. Alternativamente, se pueden usar entre uno y 12 monitores en red, y preferiblemente se pueden usar entre 3 y 9.

La conexión en red proporcionada como se muestra en las Figs. 3B y 3C pueden reducir riesgos, tales como el error humano, en las operaciones de múltiples ROV, incluso las coordinadas desde naves separadas. La conexión en red a través del módulo supervisor permite la compartición de información entre los sistemas, el personal y las operaciones del ROV a lo largo de todo el flujo de trabajo de la operación.

De este modo, se ha mostrado y descrito un sistema y método con relación a la navegación y el control de los ROV. El método y sistema no se limitan a ninguna configuración de hardware o software en particular. Las muchas variaciones, modificaciones y aplicaciones alternativas de la invención que serían evidentes para los expertos en la técnica y que no se apartan del alcance de las reivindicaciones se considera que están cubiertas por la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de exploración que comprende:

un vehículo operado de manera remota (ROV) (1), en donde dicho ROV (1) comprende una cámara de video para adquirir una alimentación de video en directo (21);

5 un sistema operativo en red (3) que comprende un motor de visualización, en donde dicho motor de visualización comprende además:

un módulo de base de datos (10) de elementos en 3D que representan objetos dispuestos en un entorno operativo de dicho vehículo operado de manera remota (1);

10 un módulo de generación de video virtual (11) para generar una alimentación de video virtual (20) que incorpora dichos elementos en 3D;

un módulo de sincronización (12) para sincronizar un ángulo y posición de una cámara virtual con un ángulo y posición de la cámara de video montada en el vehículo, en donde la cámara virtual define un campo de visión para la alimentación de video virtual (20), en donde el campo de visión está entre alrededor de 45 y 144 grados desde un punto de vista central; y

15 un módulo de superposición (13) para superponer dicha alimentación de vídeo virtual (20) y dicha alimentación de video en directo (21), en donde dicho módulo de superposición (13) está configurado para modular la transparencia u opacidad de una región de menor interés en una de las alimentaciones de video virtual o en directo (20, 21) en base a un umbral de luminancia, de manera que una región correspondiente de la otra alimentación de video sea más visible, dichas alimentaciones de video virtual y en directo (20, 21) superpuestas que comprenden imágenes en 3D híbridas (22); y

20 una interfaz de navegación (2) configurada para mostrar dichas imágenes en 3D híbridas (22), dicha interfaz de navegación (2) que comprende al menos un monitor en red (7),

caracterizado por que sincronizar el ángulo y la posición de la cámara de video comprende los pasos de:

25 calcular un ángulo entre un rumbo del vehículo (1) y una dirección de un campo de visión de la cámara de video;

calcular un ángulo entre una orientación vertical del vehículo (1) y la dirección del campo de visión de la cámara de video; y

calcular un ángulo entre el vehículo (1) y el horizonte geográfico.

30 2. El sistema según la reivindicación 1, en donde el módulo de superposición (13) está configurado para superponer información gráfica, información textual o ambas, sobre las imágenes en 3D híbridas (22).

3. El sistema según cualquiera de la reivindicación 1 o 2, en donde el umbral de luminancia está en formato hexadecimal Rojo-Verde-Azul, y en donde la luminancia se establece en valores entre 0-0-0 y 255-255-255.

35 4. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, en donde el sistema operativo es capaz de compartir datos con una pluralidad de monitores remotos, dicha pluralidad que comprende hasta 12 monitores remotos, y entre 3 y 9 monitores remotos.

5. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 4, que comprende además un sistema externo configurado para determinar si el sistema está funcionando o está en un estado de fallo.

40 6. El sistema según la reivindicación 5, en donde el sistema externo está configurado para conmutar la entrada del monitor de imágenes en 3D híbridas (22) a dicha alimentación de video en directo (21) si el sistema está en un estado de fallo.

7. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 6, en donde la interfaz de navegación (2) comprende al menos tres monitores en red (7), en donde dichos monitores (7) están dispuestos unos adyacentes a otros de manera que el monitor del medio muestre las alimentaciones de video virtual y en directo (20, 21) superpuestas, mientras que ambos monitores laterales muestran una vista ampliada de un campo de operación.

45 8. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 7, en donde los elementos en 3D se obtienen de cualquiera de los datos de sonar pregrabados, datos de sonar en directo, objetos en 3D programados, entradas determinadas por el usuario y batimetría.

9. Un método de exploración, que comprende:

almacenar elementos en 3D en un módulo de base de datos (10), dichos elementos en 3D que representan objetos dispuestos en el entorno operativo de un vehículo operado de manera remota (1);

generar una alimentación de vídeo virtual (20) de dichos elementos en 3D;

obtener una alimentación de video en directo (21) usando una cámara de video;

5 sincronizar un ángulo y posición de una cámara virtual con un ángulo y posición de la cámara de video montada en el vehículo operado de manera remota (1), en donde la cámara virtual define un campo de visión para la alimentación de video virtual (20); y

10 superponer dicha alimentación de video virtual (20) y dicha alimentación de video en directo (21) en una pantalla de video, en donde la superposición comprende además el paso de modular la transparencia u opacidad de una región de menor interés en una de las alimentaciones de video virtual o en directo (20, 21) en base a un umbral de luminancia, de manera que una región correspondiente de la otra alimentación de video sea más visible, dichas alimentaciones de video virtual y en directo (20, 21) superpuestas que comprenden imágenes en 3D híbridas (22),

caracterizado por que sincronizar el ángulo y la posición de la cámara de video comprende los pasos de:

15 calcular un ángulo entre un rumbo del vehículo (1) y una dirección de un campo de visión de la cámara de video;

 calcular un ángulo entre una orientación vertical del vehículo (1) y la dirección del campo de visión de la cámara de video; y

 calcular un ángulo entre el vehículo (1) y un horizonte geográfico.

20 10. El método según la reivindicación 9, que comprende además superponer información gráfica, información textual, o ambas, sobre las imágenes en 3D híbridas (22).

 11. El método según la reivindicación 9, en donde la modulación en base al umbral de luminancia comprende mantener un segundo plano de la alimentación de video virtual (20) con una transparencia más alta que el segundo plano de la alimentación de video real (21).

25 12. El método según una de las reivindicaciones 9 - 11, en donde el paso de superposición comprende además modular la cantidad de información en 2D o 3D superpuesta sobre la pantalla de video en base a la posición del ROV (1) con relación a objetos dispuestos en el entorno de operación del vehículo operado de manera remota (1).

30 13. El método según una de las reivindicaciones 9 - 12, en donde el paso de superposición comprende además proporcionar un minimapa (39), dicho minimapa (39) que define un gráfico generado por ordenador que muestra cualquiera de o ambos puntos cardinales o una posición de un objeto en 3D.

 14. El método según cualquiera de las reivindicaciones 9 - 13, que comprende el paso de configurar el sistema operativo de manera que entrar, salir o permanecer más tiempo que un tiempo designado en una posición determinada por GPS desencadena una cualquiera o una combinación de una alarma, notificación, cambio de procedimiento o cambio de tarea.

35 15. El método según cualquiera de las reivindicaciones 9 - 14, en donde los elementos en 3D se obtienen de cualquiera de datos de sonar pregrabados, datos de sonar en directo, objetos en 3D programados, entradas determinadas por el usuario y batimetría.

 16. Un producto de programa de ordenador, almacenado en un medio legible por ordenador, para implementar el método según una cualquiera de las reivindicaciones 9 - 15.

40

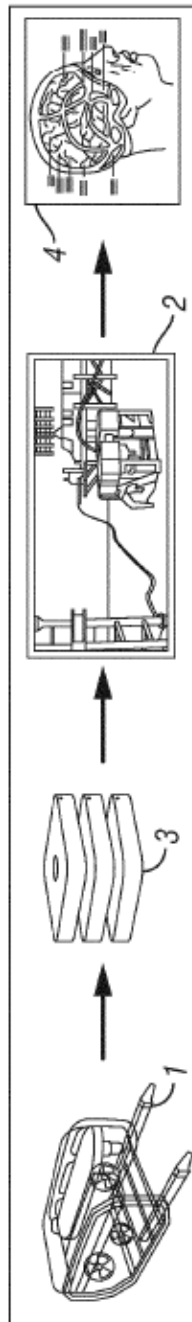


FIG. 1A

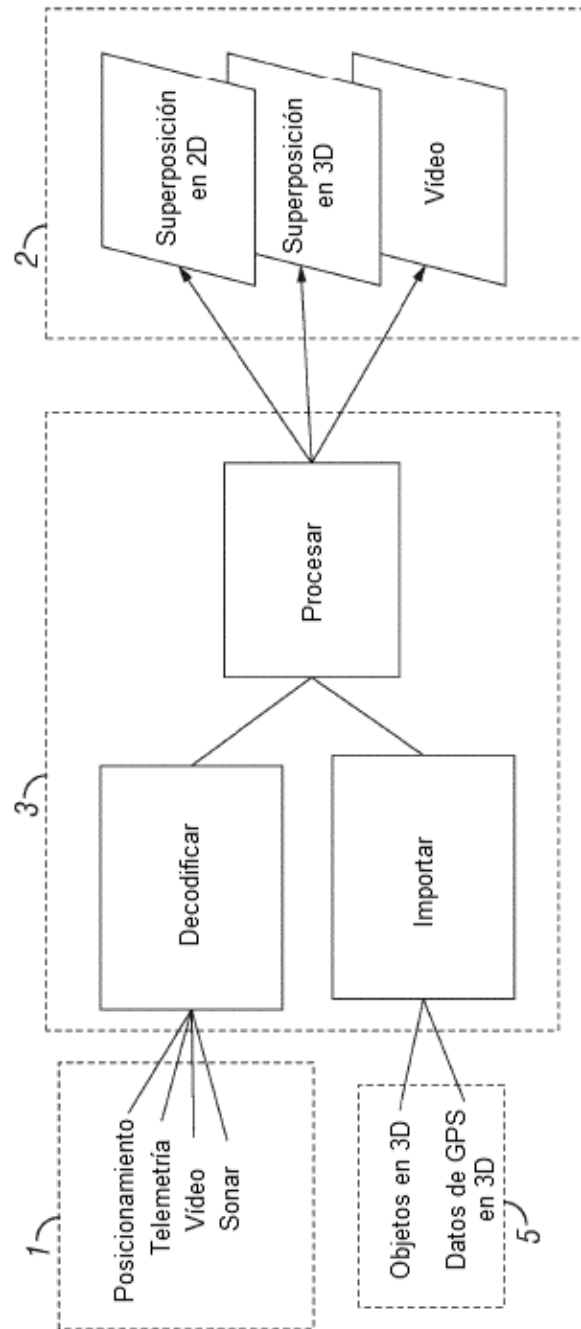
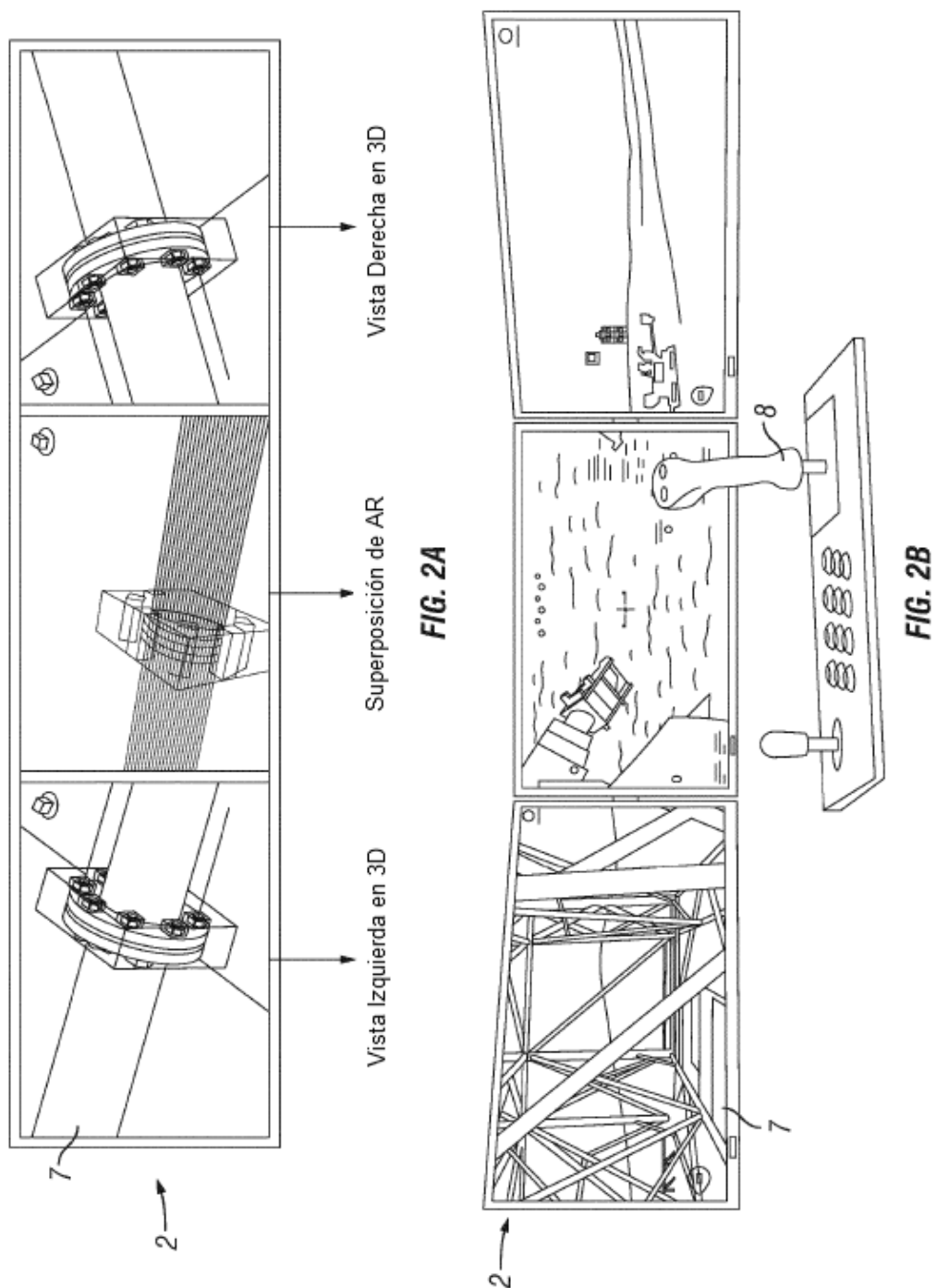


FIG. 1B



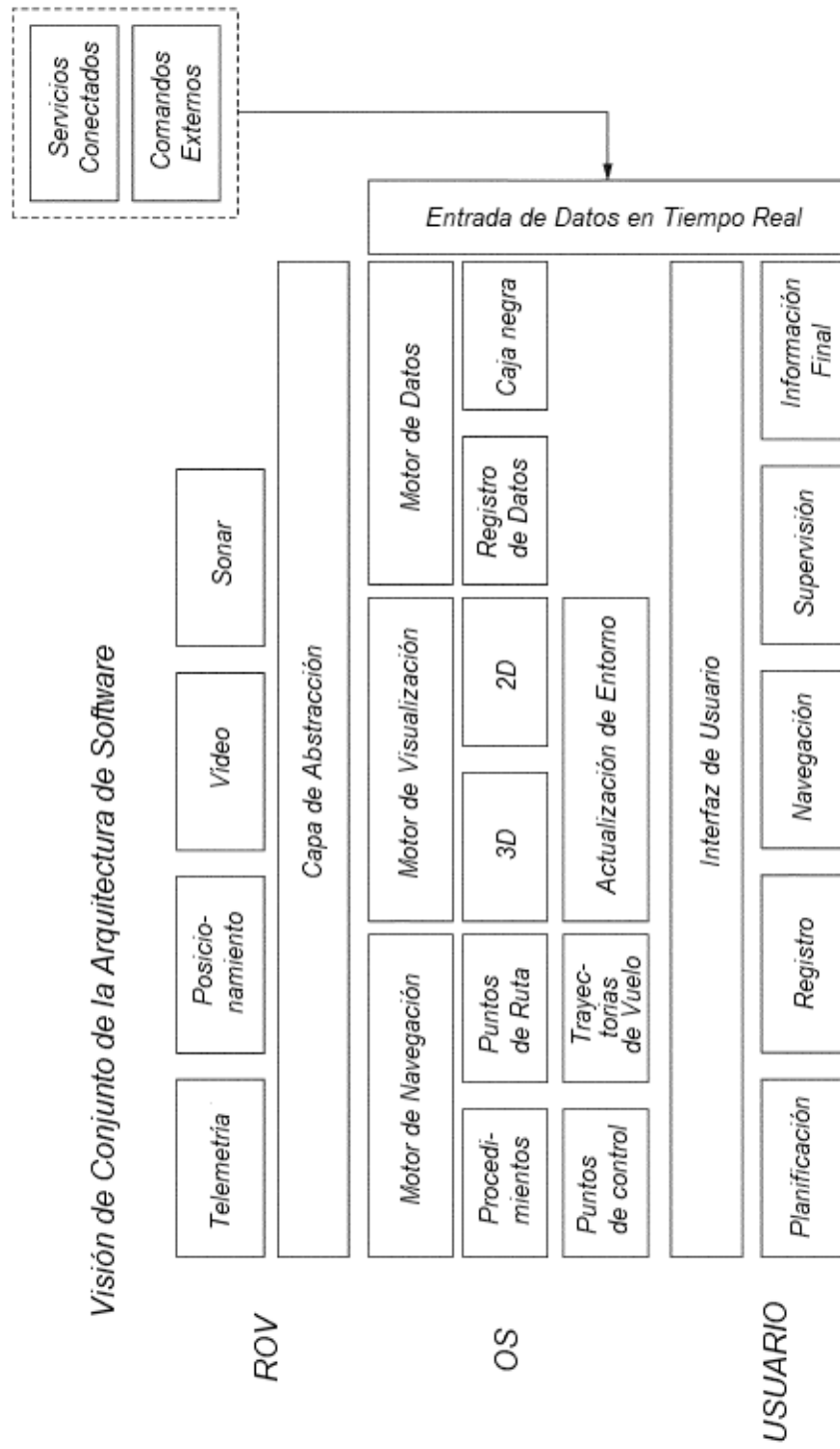


FIG. 3A

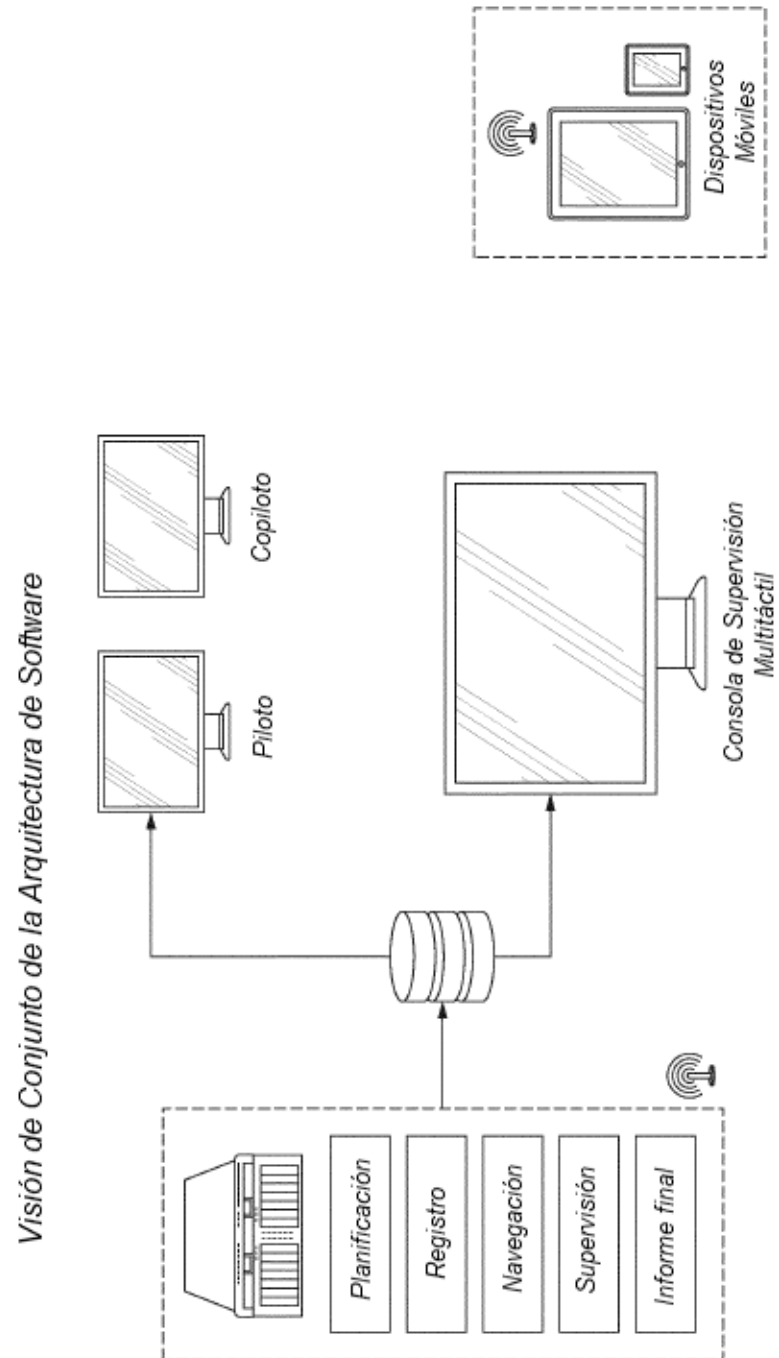


FIG. 3B

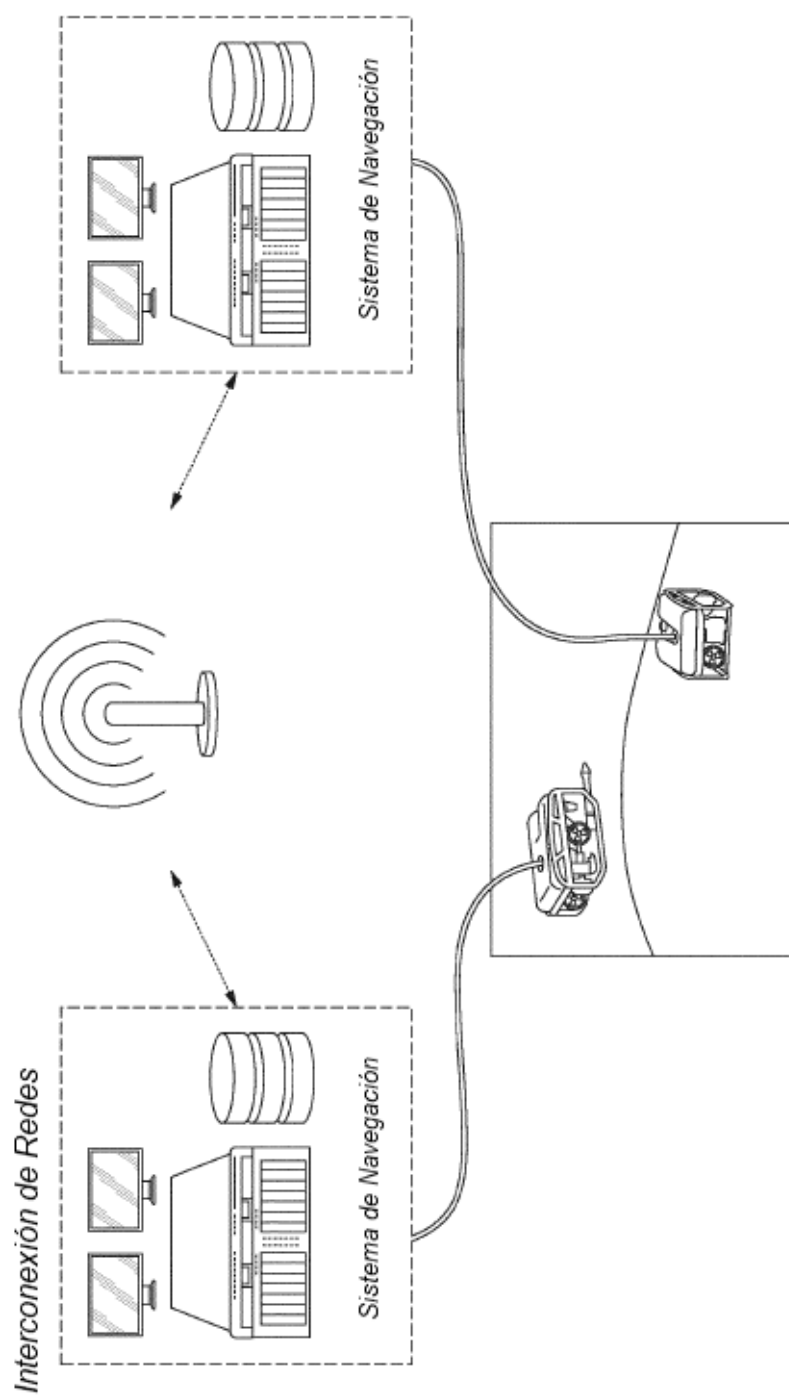


FIG. 3C

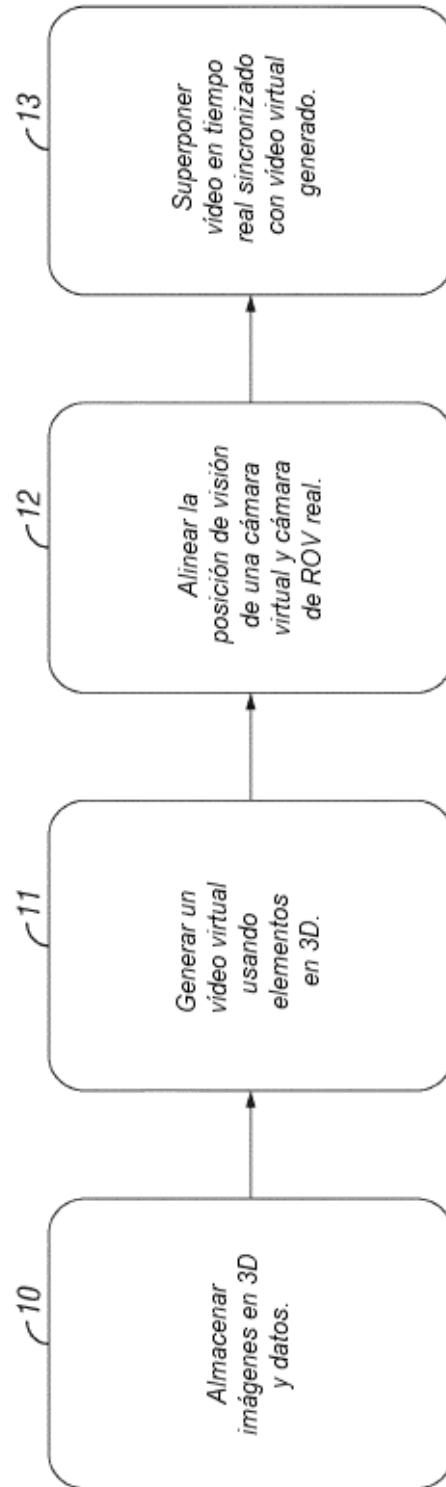


FIG. 4

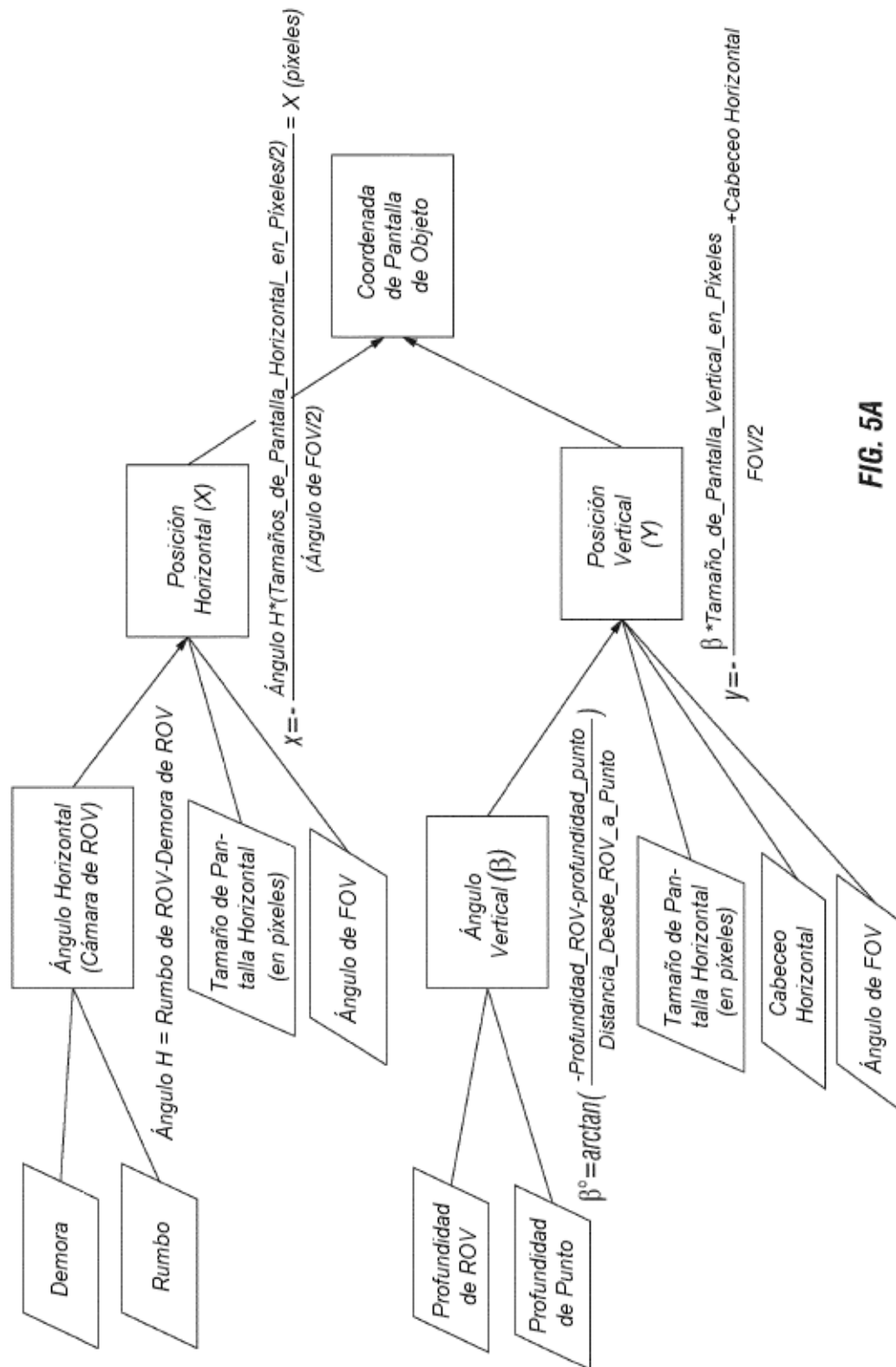


FIG. 5A

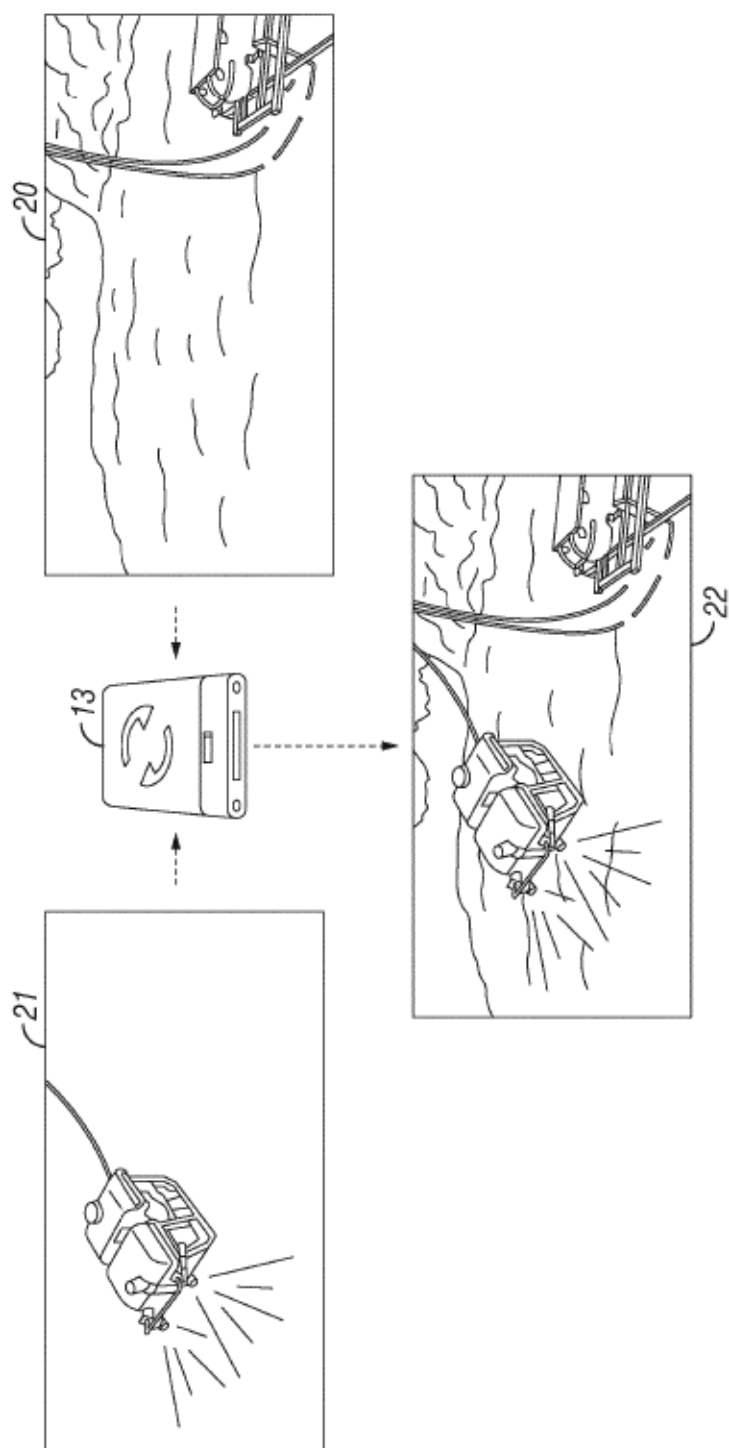


FIG. 5B

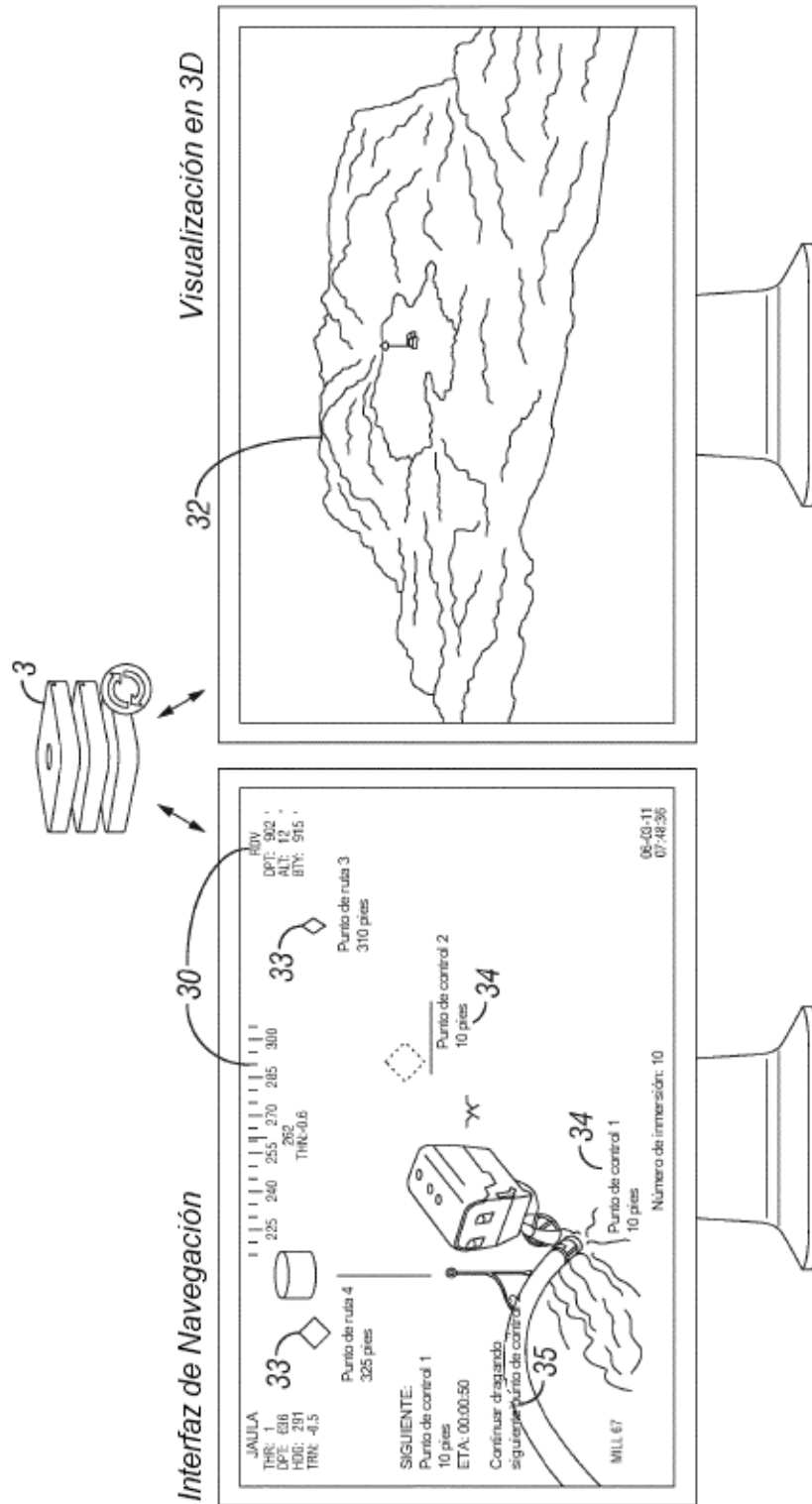


FIG. 6A

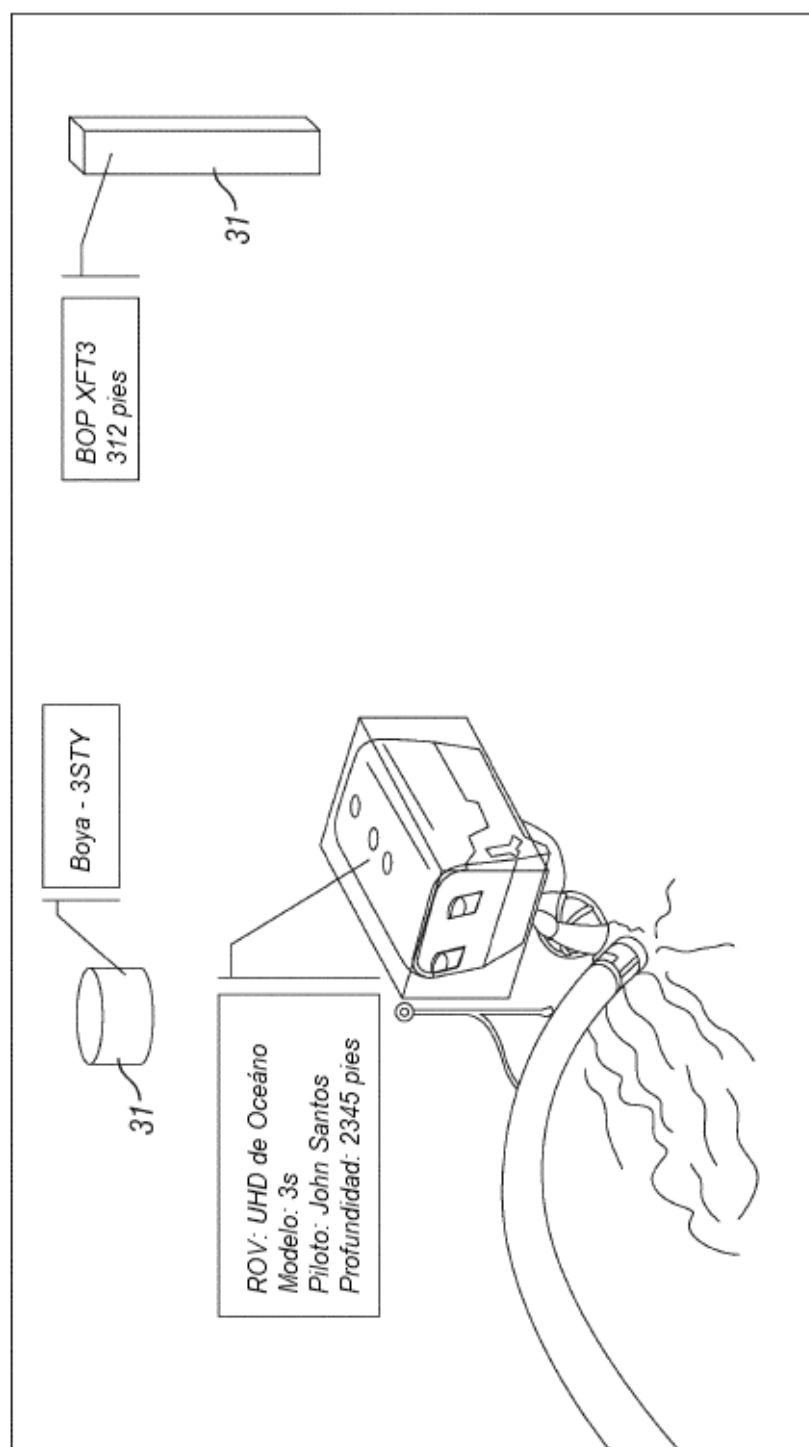
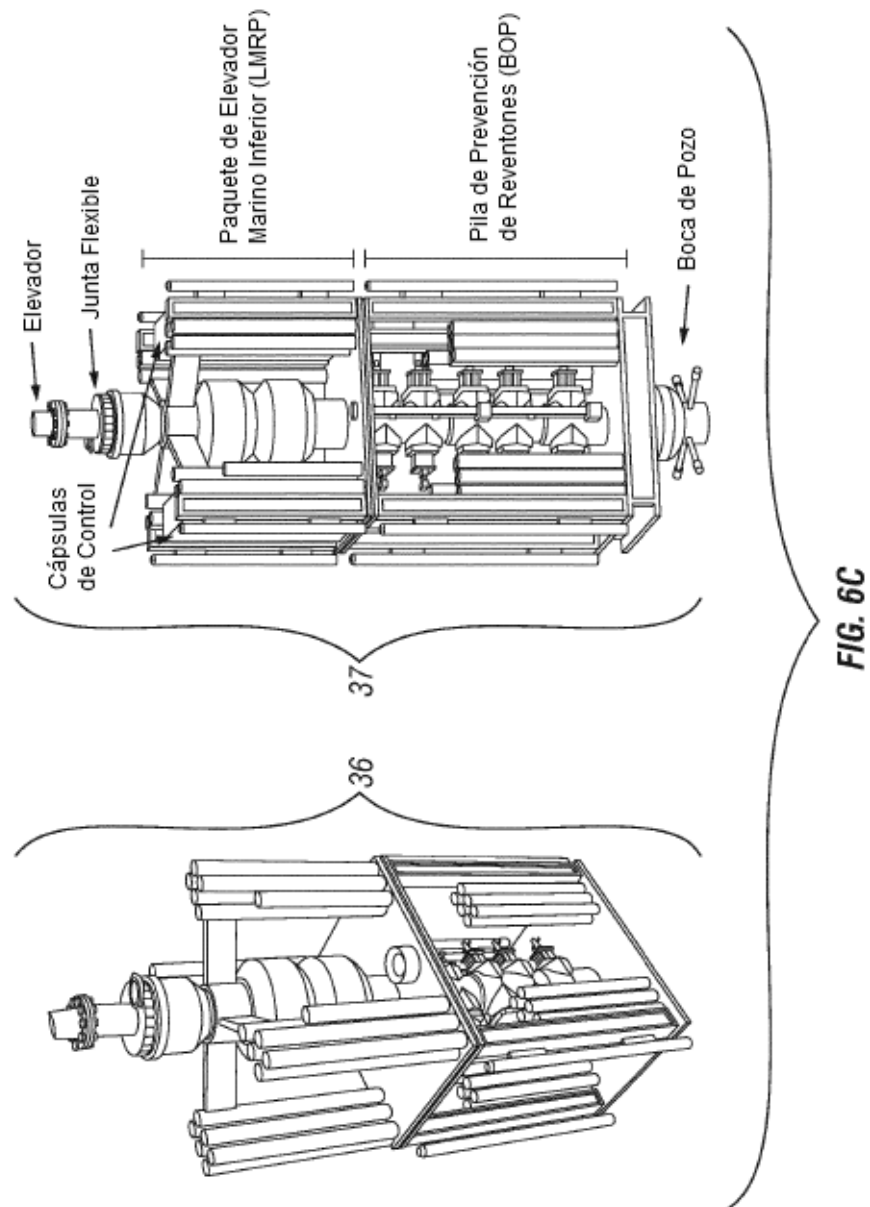


FIG. 6B



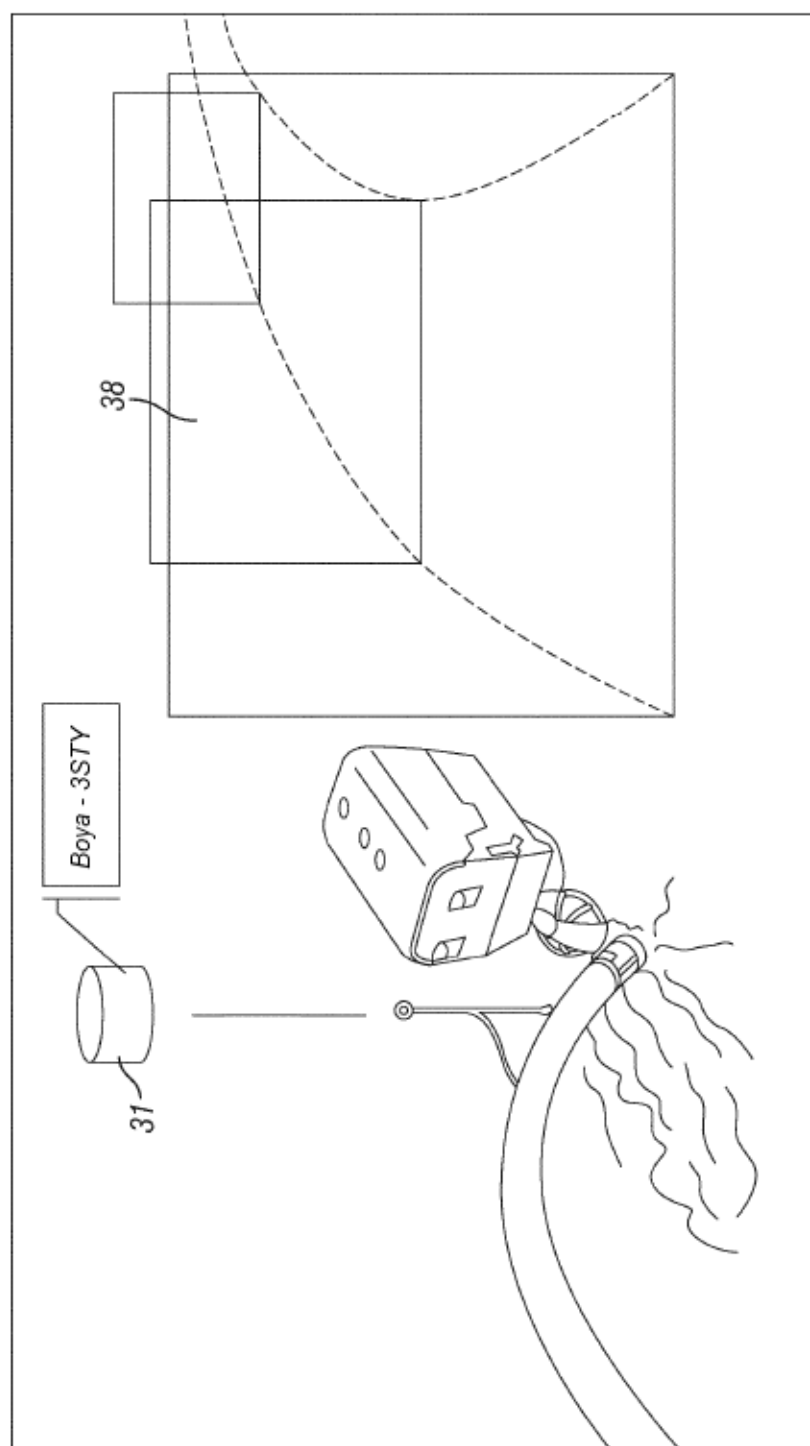


FIG. 6D

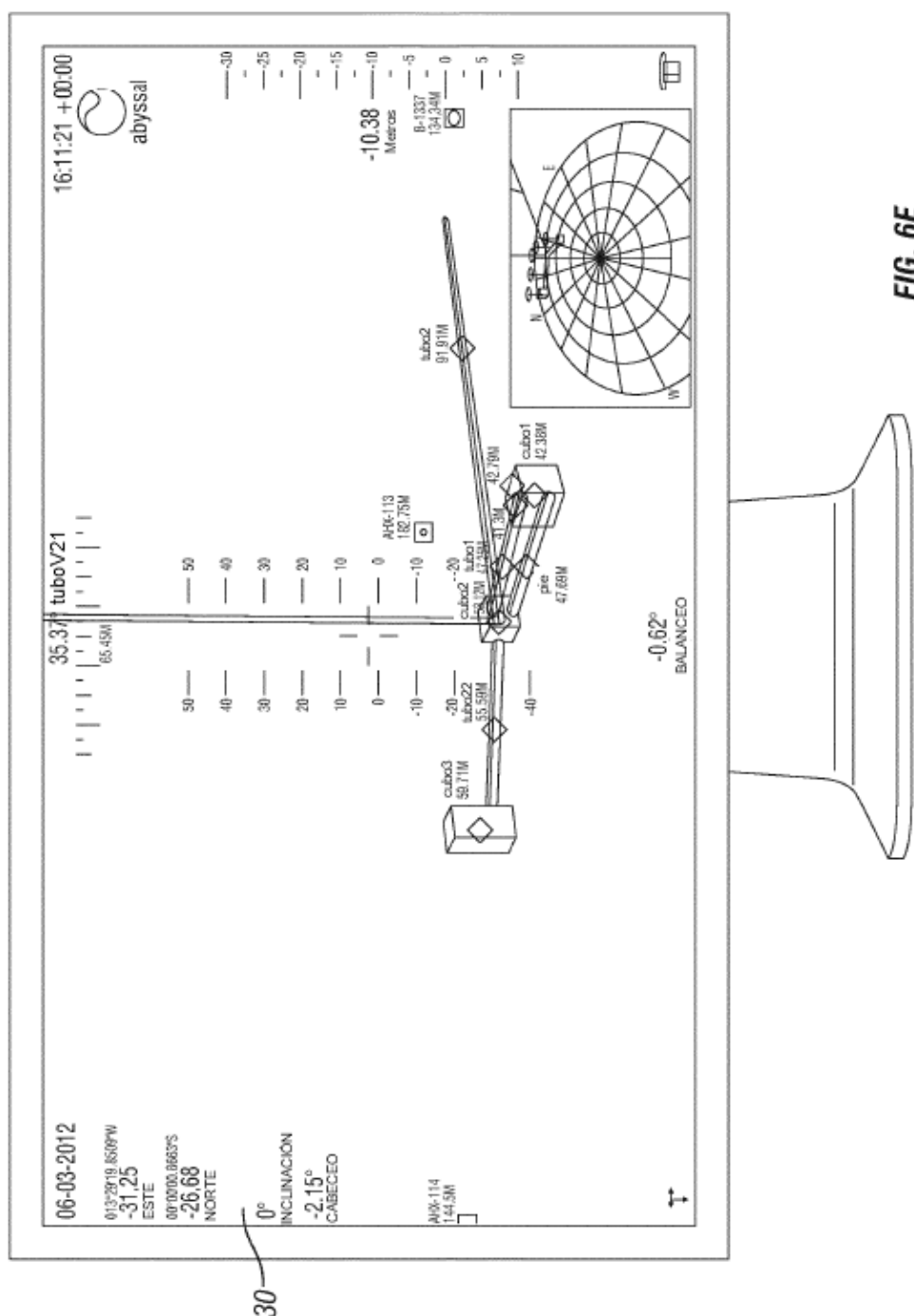


FIG. 6E