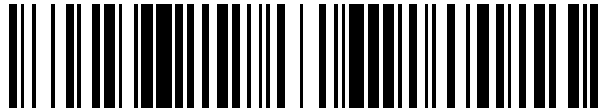


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 763 748**

21 Número de solicitud: 201831165

51 Int. Cl.:

**G01S 15/00** (2006.01)

**H04B 13/00** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**29.11.2018**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**29.05.2020**

71 Solicitantes:

**SOCIEDAD ANÓNIMA DE ELECTRÓNICA  
SUBMARINA S.M.E. (SAES) (100.0%)  
CTRA DE LA ALGAMECA S/N  
30205 CARTAGENA (Murcia) ES**

72 Inventor/es:

**FERNÁNDEZ PERLES, Joaquín**

74 Agente/Representante:

**DIAZ PACHECO, Maria Desamparados**

54 Título: **SISTEMA Y MÉTODO DE DETECCIÓN SUBACUÁTICA**

57 Resumen:

Sistema y método de detección subacuática que comprende: (a) una primera unidad subacuática, que comprende, a su vez: (a.1) un sónar activo y pasivo (4) de alta frecuencia que se dispone bajo el agua de forma fija y/o en modo sónar de arrastre bajo una embarcación y que está configurado para emitir una señal acústica y recibir el eco sónar; y (a.2) una unidad subacuática disuasoria (5) configurada para avisar a un elemento subacuático autorizado de su presencia en un área restringida; y donde el sistema comprende, además, (b) una segunda unidad en superficie que comprende: (b.1) una unidad de comunicaciones (2) configurada para establecer un interfaz de comunicaciones entre la unidad subacuática (4,5) y la unidad en superficie (1, 2, 3, 6); y (b.2) una unidad de control en superficie (1) configurada para procesar los datos adquiridos por el sónar activo y pasivo (4) y emitir un aviso mediante la unidad subacuática disuasoria (5) en el caso de detectar una presencia de un elemento subacuático no autorizado en un área restringida.

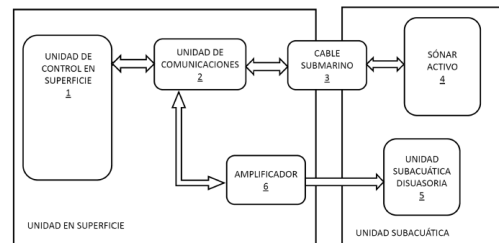


FIGURA 1

## DESCRIPCIÓN

### SISTEMA Y MÉTODO DE DETECCIÓN SUBACUÁTICA

5 El sector de la técnica al que pertenece la presente invención es el de los sistemas de detección subacuática para la detección de buceadores y de vehículos subacuáticos tripulados y no tripulados ofreciendo protección y vigilancia frente a las amenazas que puedan representar en puertos comerciales, bases navales, centrales eléctricas, plataformas petrolíferas, barcos fondeados, zonas medioambientalmente protegidas y pecios.

10

#### **ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR**

En los últimos años ha surgido un creciente interés a nivel internacional en relación con la protección de puertos, buques militares y civiles, así como infraestructuras críticas frente a las amenazas submarinas. Esta protección requiere el uso de sensores altamente especializados que se caractericen por una mayor probabilidad de detección y una baja probabilidad de falsa alarma.

El documento ES2076316T3 describe un sistema de sonar hidroacústico, en el cual se procesan las señales recibidas sin filtrado extenso de las mismas para conservar altos componentes Fourier de las señales recibidas y así conservar información útil de los objetivos. esto se consigue mediante el uso de un módulo detector de banda ancha la demodulación de las señales recibidas, y eliminando así la etapa de frecuencia intermedia usual. El módulo comprende un amplificador de entrada de banda ancha, un detector de onda completa de banda ancha y un filtro de paso bajo activo que tiene una frecuencia de corte de al menos 50 kHz.

El documento ES2422756T3 describe un sistema autónomo de procesamiento de señales acústicas que proporcionan disposiciones que pueden realizar autónomamente un procesamiento de señales acústicas de cantidad sustancial. El sistema y el método se pueden configurar para detectar, hacer seguimiento, clasificar y reportar autónomamente la presencia de dianas silenciosas, por ejemplo, dianas de submarinos, que puedan operar en áreas de tráfico denso.

Finalmente, el documento ES2159220A1 describe sistema de sonar pasivo para evitar colisiones con cetáceos que consiste en un sistema permanente de localización pasiva (sonar pasivo) y

seguimiento en tiempo real de los movimientos individuales de cetáceos (en particular cachalotes, *Physeter macrocephalus*) para prevenir colisiones con embarcaciones de todos los tipos. El sistema está constituido por una serie de boyas acústicas fijas y pasivas con posibilidad de disponer de una boya acústica activa para calibración, un software de análisis de posición, un sistema de comunicación boya-boya, un sistema de comunicación boyas-estación terrestre, un software de seguimiento geográfico en tres dimensiones estación terrestre, un sistema de comunicación estación terrestre-barcos, un sistema de recepción en barco del seguimiento geográfico. Este sistema se aplica a áreas donde el tráfico marítimo provoca colisiones con cetáceos, lo que tiene como consecuencias daños materiales y humanos para las navieras y pone en peligro la conservación de algunas especies de cetáceos.

### EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

El objeto de la presente invención se define según las reivindicaciones a las que se hace referencia a continuación. Así pues, el sistema de detección subacuática está configurado para la detección de intrusos en barcos, puertos e instalaciones marítimas críticas según la reivindicación 1. Por otro lado, es también un objeto de la presente invención, un método de detección subacuática de intrusos según la reivindicación 14. En las reivindicaciones dependientes se detallan realizaciones particulares y/o preferidas de la invención.

Más concretamente, el sistema de detección subacuática, objeto de la presente invención, comprende cuatro unidades básicas: (a) una primera unidad activa subacuática, que es un sónar activo y pasivo de alta frecuencia que se instala bajo el agua de forma fija y/o en modo sónar de arrastre bajo una embarcación y que está configurado para emitir una señal acústica y recibir el eco sónar; (b) una segunda unidad subacuática disuasoria configurada para avisar a un elemento subacuático autorizado de su presencia en un área restringida; (c) una tercera unidad en superficie configurada para establecer un interfaz de comunicaciones entre las unidades que componen el sistema; y (d) una cuarta unidad en superficie para proporcionar el interfaz de usuario y el procesamiento de datos. Este sistema en conjunto es modular, lo que facilita actualizaciones futuras del mismo. Además, es un sistema ligero, lo que facilita su transporte y despliegue operativo; y, por último, tiene un área de cobertura amplia.

Por otro lado, el método de detección subacuática, objeto de la presente invención, comprende: (a) una etapa para instalar un sónar activo de alta frecuencia bajo el agua, disponiendo de una etapa de emisión de una señal acústica y recepción del eco sónar; (b) una etapa de

procesamiento de la señal eco s3nar; (c) una etapa para detecci3n de la presencia de un elemento subacu3tico en un 3rea restringida; y (d) una etapa de aviso/alerta subacu3tica cuando se ha subacu3tico detectado la presencia del elemento subacu3tico en el 3rea restringida.

5      As3 pues, gracias a la invenci3n as3 descrita es posible disponer de un sistema y un m3todo para la detecci3n subacu3tica para la detecci3n de buceadores y de veh3culos subacu3ticos tripulados y no tripulados ofreciendo protecci3n y vigilancia frente a las amenazas que puedan representar en puertos comerciales, bases navales, centrales el3ctricas, plataformas petrol3feras, barcos fondeados, zonas medioambientalmente protegidas y pecios, de una forma m3s eficaz y sencilla  
10     que con los sistemas descritos en el estado de la t3cnica.

A lo largo de la descripci3n y las reivindicaciones la palabra «comprende» y sus variantes no pretenden excluir otras caracter3sticas t3cnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y caracter3sticas de la invenci3n se desprender3n  
15     en parte de la descripci3n y en parte de la pr3ctica de la invenci3n. Los siguientes ejemplos y dibujos se proporcionan a modo de ilustraci3n, y no se pretende que restrinjan la presente invenci3n. Adem3s, la presente invenci3n cubre todas las posibles combinaciones de realizaciones particulares y preferidas aqu3 indicadas.

## 20     **BREVE DESCRIPCI3N DE LOS DIBUJOS**

A continuaci3n, se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invenci3n y que se relacionan expresamente con una realizaci3n de dicha invenci3n que se presenta como un ejemplo no limitativo de 3sta.

25                     **FIG.1-** Muestra un esquema del sistema de detecci3n subacu3tica objeto de la presente invenci3n.

## **EXPOSICI3N DE UN MODO DETALLADO DE REALIZACI3N DE LA INVENCION**

30     Tal y como se muestra en la figura 1 el sistema objeto de la invenci3n comprende una unidad de superficie (1 a 3 y 6) y una unidad sumergida (4,5). La unidad sumergida comprende un s3nar activo y pasivo (4) de alta frecuencia que se dispone bajo el agua en un punto fijo, en una primera realizaci3n, y que est3 configurado para emitir una se3al ac3stica y recibir el eco s3nar. En una  
35     segunda realizaci3n pr3ctica, se dispone en modo s3nar de arrastre bajo una embarcaci3n, con

un cabo flexible bajo el casco de la embarcación, siendo éste un aspecto novedoso en este tipo de sónares que normalmente se instalan en un punto fijo o suspendidos de un buque amarrado o anclado (nunca navegando).

- 5 La unidad sumergida comprende una unidad sumergida disuasoria (5) configurada para avisar a un elemento subacuático no autorizado de su presencia en un área restringida y comprende un conjunto de transductores configurados para facilitar la comprensión de los mensajes acústicos de voz transmitidos al agua.
- 10 El sistema de la invención se completa con una unidad de superficie (1, 2, 3, 6). La unidad de superficie está formada por una unidad de control de superficie (1), una unidad o interfaz de comunicaciones (2), un cable subacuático (3) conectado con el sónar activo (4) y una unidad amplificadora (6) conectada con la unidad sumergida disuasoria.
- 15 La unidad o interfaz de comunicaciones (2) está configurada para establecer un interfaz de comunicaciones entre las unidades que componen el sistema, proporcionando alimentación e interfaz de datos a la unidad sumergida, y conectando con la unidad de control de superficie (1) con una interfaz tipo Ethernet, con posibilidad de conexión cableada o inalámbrica.
- 20 Finalmente, el sistema se completa con la unidad de control de superficie (1) que está configurada para proporcionar el interfaz de usuario y el procesamiento de datos, compuesto principalmente por un ordenador que se puede proporcionar en diversas configuraciones según el número de unidades sumergidas conectadas o la configuración requerida del sistema (portátil, para montaje en buque o armario para instalación en un centro de control).
- 25 Las ventajas y características del sistema descrito son múltiples. Así, el alcance de detección puede llegar hasta 1000 m dependiendo de las condiciones del entorno, como consecuencia de la potencia sonora transmitidas y la sensibilidad y directividad del grupo hidrofónico utilizado.
- 30 La unidad de control (1) permite la detección, seguimiento y clasificación automática de los contactos amenazas, utilizando técnicas de procesamiento sonar habituales en estos sistemas. Esto permite que cuando se detecta una de las amenazas anteriores, aparezca una traza de forma automática, se clasifique, también de manera automática, el contacto gracias a un algoritmo de evaluación del comportamiento de las trazas y se genere una alarma al operador.
- 35 Otra característica es que el sónar activo (4) está configurado para la emisión de pulsos CW y

FM, configurando la transmisión de la antena y estableciendo el ajuste apropiado en el procesamiento de la señal sonar recibida. Además, comprende unos medios configurados para la orientación electrónica del haz de emisión, permitiendo ajustar el ángulo vertical del mismo para adaptarlo a las condiciones de despliegue de la antena. Finalmente, el nivel de fuente es ajustable en la unidad de superficie, ajustando la potencia de transmisión de la antena desde la interfaz de usuario.

El sistema tiene una cobertura angular de  $90^{\circ}/180^{\circ}/270^{\circ}/360^{\circ}$ , restringiendo la transmisión de energía a los sectores seleccionados, y procesando los ecos recibidos exclusivamente de los sectores seleccionados. Además, existen zonas con supresión de alarmas que son configurables por el operador y que establecen áreas donde se ignoraran las señales recibidas.

Las presentaciones gráficas de Distancia y Azimut permiten gran precisión en la localización de la amenaza con la presentación de los seguimientos sobre un mapa cartográfico. La carta electrónica integrada se facilita con el sistema en base a los requerimientos del cliente.

Otra característica del sistema es que permite la integración de varias unidades sumergidas en una unidad de control (1) común, permitiendo la cobertura de áreas mayores o de mayor complejidad manteniendo un puesto común de control.

El sistema de la invención, además, facilita distintos modos de despliegue (fondo del mar, puerto, buque fondeado) utilizando la misma unidad sonar (4) sumergida con leves modificaciones en el sistema de fijación, y soportadas por el mismo software de procesamiento con diferentes configuraciones dentro de la unidad de control (1). Además, el sistema permite trabajar como un sistema autónomo o integrado en un sistema de vigilancia, facilitando el arranque y funcionamiento autónomo con remisión de la información de estado y alertas en el sistema a un sistema de control de seguridad por medio de una interfaz Ethernet.

Físicamente, la invención se implementa en un dispositivo de reducidas dimensiones, peso ligero y poco mantenimiento, con unidades que pueden suministrarse en configuraciones con pesos no superiores a 40 kg en aire (peso individual de cada unidad).

En una realización particular, el sistema implementa un protocolo de comunicaciones inalámbrico disponible como opción entre la unidad intermedia de comunicaciones (2) y la unidad de control (1), sustituyendo la interfaz Ethernet cableada y evitando la necesidad de tendidos de cable

difíciles, dependiendo de la instalación.

5 En otra realización particular, el sistema integra una pluralidad de sensores para compensar cualquier movimiento de la unidad sumergida, como parte de los componentes de la unidad y facilitando la compensación de los movimientos de esta (especialmente para el despliegue en modo suspendido).

10 En otra realización particular, el sistema comprende medios configurados para grabar y reproducir datos digitales, por medio de un disco duro interno que permite la grabación de los datos digitalizados por la antena y con la posibilidad de aplicarlos como entrada del procesamiento sonar, facilitando así tareas de revisión de alertas detectadas dentro del periodo de grabación.

15 El sistema configura tres niveles de test de funcionamiento del sistema, incluyendo un primer nivel de reporte de estado de los componentes (disponibilidad, sensor de temperatura, etc.), un segundo nivel que evalúa la señal recibida a nivel pasivo y el tercer nivel que realiza una verificación de bucle de transmisión y recepción. Todos realizados a nivel de la unidad activa sumergida y controlados y reportados a la unidad de interfaz de usuario.

20 Finalmente, el sistema comprende un modo de entrenamiento integrado a los operadores, proporcionado como opción e incorporando señales pregrabadas que reproducen diversos escenarios de interés. En otra realización particular, comprende predicciones de prestaciones acústicas proporcionadas como opción y basado en modelos de predicciones internacionalmente reconocidos e implementados para ajustarse a las características propias del sistema.

25

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema de detección subacuática que se **caracteriza** porque comprende: **(a)** una primera unidad sumergida, que comprende, a su vez: **(a.1)** un sónar activo y pasivo (4) de alta frecuencia que se dispone bajo el agua de forma fija y/o en modo sónar de arrastre bajo una embarcación y que está configurado para emitir una señal acústica y recibir el eco sónar; y **(a.2)** una unidad sumergida disuasoria (5) configurada para avisar a un elemento subacuático autorizado de su presencia en un área restringida **(b)** una segunda unidad en superficie que comprende: **(b.1)** una unidad de comunicaciones (2) configurada para establecer un interfaz de comunicaciones entre la unidad sumergida (4,5) y la unidad en superficie (1,2,3,6); y **(b.2)** una unidad de control en superficie (1) configurada para procesar los datos adquiridos por el sónar activo y pasivo (4) y emitir un aviso mediante la unidad sumergida disuasoria (5) en el caso de detectar una presencia de un elemento subacuático no autorizado en un área restringida.
2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1 donde la unidad sumergida disuasoria (5) está configurada para avisar a un elemento subacuático no autorizado de su presencia en un área restringida y comprende un conjunto de transductores configurados para facilitar la comprensión de los mensajes acústicos de voz transmitidos al agua.
3. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la unidad de comunicaciones (2) está configurada para establecer un interfaz de comunicaciones entre las unidades que componen el sistema, proporcionando alimentación e interfaz de datos a la unidad sumergida, y conectando con la unidad de control de superficie (1) con una interfaz tipo Ethernet, con posibilidad de conexión cableada o inalámbrica.
4. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la unidad de control de superficie (1) que está configurada para proporcionar el interfaz de usuario y el procesamiento de datos y comprende al menos una computadora configurada para la detección, seguimiento y clasificación automática de los contactos amenazas, de tal forma que cuando se detecta una amenaza, aparezca una traza de forma automática, se clasifique el contacto, también de manera automática gracias a un algoritmo de evaluación del comportamiento de las trazas y se genere una alarma al operador.



- 5
5. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el s3n3nar activo y pasivo (4) est3 configurado para la emisi3n de pulsos CW y FM, configurando la transmisi3n de la antena y estableciendo el ajuste apropiado en el procesamiento de la se3al sonar recibida; y donde adem3s, comprende unos medios configurados para la orientaci3n electr3nica del haz de emisi3n, permitiendo ajustar el 3ngulo vertical del mismo para adaptarlo a las condiciones de despliegue de la antena; y donde, adem3s, el nivel de fuente es ajustable en la unidad de superficie, ajustando la potencia de transmisi3n de la antena desde la interfaz de usuario.
- 10
6. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una cobertura angular de 90°/180°/270°/360°, restringiendo la transmisi3n de energ3a a los sectores seleccionados, y procesando los ecos recibidos exclusivamente de los sectores seleccionados; y donde, adem3s, existen zonas con supresi3n de alarmas que son configurables por el operador y que establecen 3reas donde se ignoraran las se3ales recibidas.
- 15
7. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las presentaciones gr3ficas de Distancia y Azimut permiten gran precisi3n en la localizaci3n de la amenaza con la presentaci3n de los seguimientos sobre un mapa cartogr3fico; y donde la carta electr3nica integrada se facilita con el sistema en base a unos requerimientos previos.
- 20
8. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el sistema implementa un protocolo de comunicaciones inal3mbrico disponible como opci3n entre la unidad intermedia de comunicaciones (2) y la unidad de control (1), sustituyendo la interfaz Ethernet cableada y evitando la necesidad de tendidos de cable dificultosos, dependiendo de la instalaci3n.
- 25
9. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el sistema integra una pluralidad de sensores para compensar cualquier movimiento de la unidad sumergida, como parte de los componentes de la unidad y facilitando la compensaci3n de los movimientos de esta.
- 30
10. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende medios configurados para grabar y reproducir datos digitales, por medio de
- 35

un disco duro interno que permite la grabación de los datos digitalizados por la antena y con la posibilidad de aplicarlos como entrada del procesamiento sonar, facilitando así tareas de revisión de alertas detectadas dentro del periodo de grabación.

- 5
11. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende tres niveles de test de funcionamiento del sistema, incluyendo un primer nivel de reporte de estado de los componentes, un segundo nivel que evalúa la señal recibida a nivel pasivo y el tercer nivel que realiza una verificación de bucle de transmisión y recepción; donde todos los niveles están realizados a nivel de la unidad activa sumergida
- 10
- y controlados y reportados a la unidad de interfaz de usuario.
12. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende un modo de entrenamiento integrado a los operadores, proporcionado como opción e incorporando señales pregrabadas que reproducen diversos escenarios de
- 15
- interés.
13. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende predicciones de prestaciones acústicas proporcionadas como opción y basado en modelos de predicciones internacionalmente reconocidos e implementados
- 20
- para ajustarse a las características propias del sistema.
14. Un método de detección subacuática que se implementa en el sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 y que se **caracteriza** porque comprende: **(a)** una etapa de colocar un sónar activo de alta frecuencia y que comprende una etapa de emitir una señal acústica y recibir el eco sónar; **(b)** una etapa de procesamiento de la señal eco sónar; **(c)** una etapa de detección de una presencia de un elemento subacuático en un área restringida; y **(d)** una etapa de aviso subacuático al elemento subacuático detectado su presencia en el área restringida.
- 25

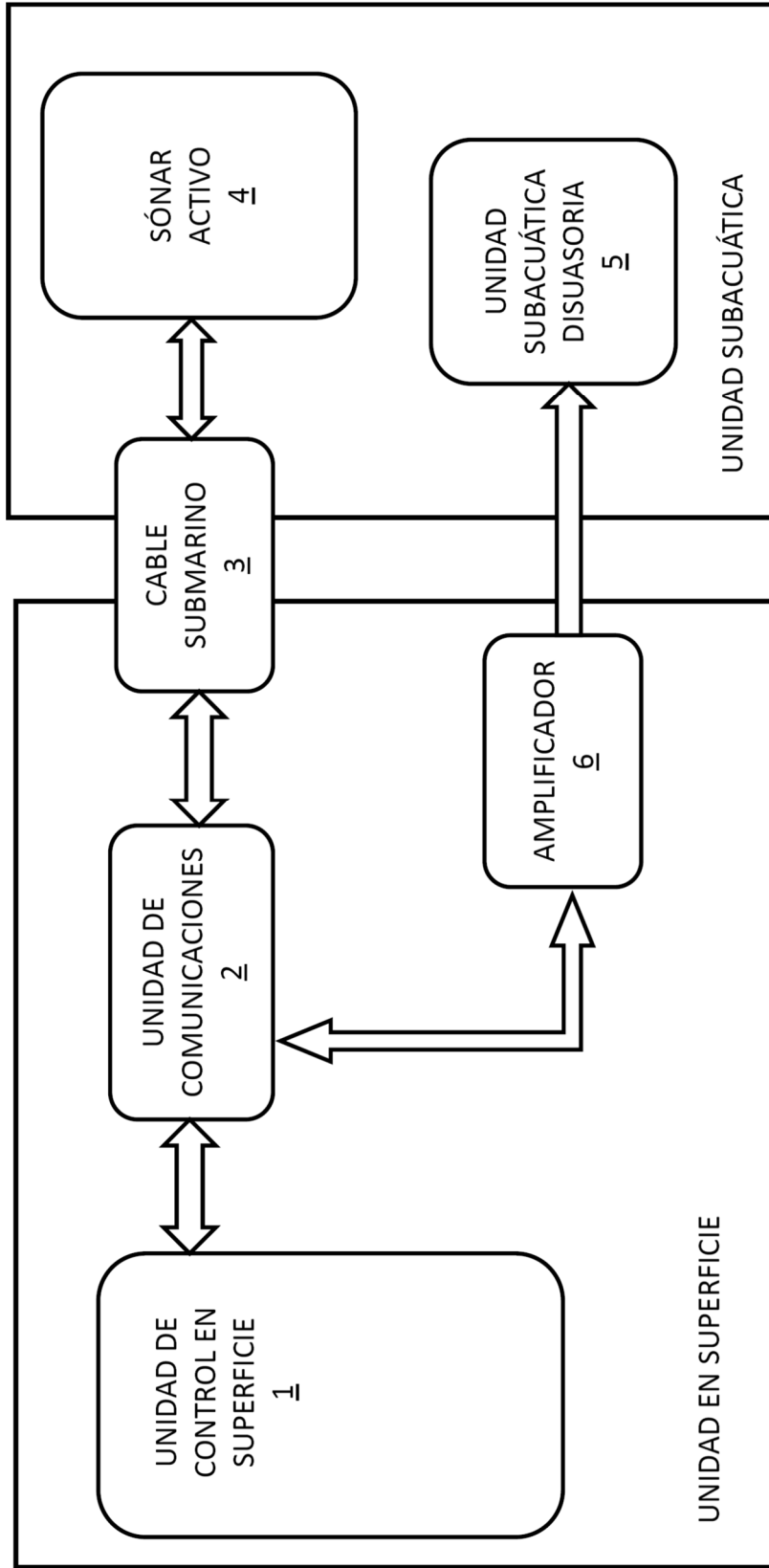


FIGURA 1



- ②① N.º solicitud: 201831165  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 29.11.2018  
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **G01S15/00** (2006.01)  
**H04B13/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	US 2015276930 A1 (PROCTOR ALAN) 01/10/2015, desc.; figs. 1-3	1-14
Y	US 2011300793 A1 (RHODES MARK et al.) 08/12/2011, todo el documento	1-14
A	US 2017016989 A1 (SMITH MICHAEL et al.) 19/01/2017, todo el documento	1-14
A	JP 2005046034 A (NICHIMO KK) 24/02/2005, todo el documento	1-14

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia  
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría  
A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita  
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud  
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
30.12.2019

Examinador  
G. Madariaga Domínguez

Página  
1/2

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01S, H04B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

WPI, EPODOC