

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 382 629**

51 Int. Cl.:  
**G01V 1/00** (2006.01)  
**G01H 3/00** (2006.01)  
**B63G 8/39** (2006.01)  
**B63G 9/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **03011292 .4**  
96 Fecha de presentación: **17.05.2003**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1376079**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.01.2004**

54 Título: **Procedimiento para la detección de cuerpos móviles bajo el agua, transportados por el aire**

30 Prioridad:  
**27.06.2002 DE 10228681**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**12.06.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**12.06.2012**

73 Titular/es:  
**ATLAS ELEKTRONIK GMBH  
SEBALDSBRÜCKER HEERSTRASSE 235  
28305 BREMEN, DE**

72 Inventor/es:  
**Bülow, Heiko;  
Wicker, Kai y  
Neumeister, Dirk**

74 Agente/Representante:  
**de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 382 629 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**

Procedimiento para la detección de cuerpos móviles bajo el agua, transportados por el aire

La invención se refiere a un procedimiento para la detección de cuerpos móviles bajo el agua, transportados por el aire, que tras recorrer una trayectoria aérea y/o de caída en el aire, se sumergen en el agua, en especial de torpedos ligeros del género definido en el preámbulo de la reivindicación 1.

La amenaza de los barcos, en especial de los submarinos, por torpedos, todavía sigue siendo un problema grave en la conducción de la guerra en el mar. Bien es cierto que se han desarrollado distintas medidas eficientes, como el despliegue de fuentes de parásitos y señuelos para la desviación de un torpedo que llega, o el contrafuego de torpedos antitorpedo, sin embargo su empleo prometedor presupone un reconocimiento precoz de un torpedo que llega, para poder desplegar a tiempo en el agua, los medios defensivos.

En un procedimiento conocido para la defensa contra un torpedo que llega (documento DE 199 35 436 A1) se registra un torpedo en curso hacia el blanco, por un sonar activo instalado a bordo, mediante localización omnidireccional. El sonar activo está aquí en condiciones de cubrir el entorno del barco todo alrededor menos un hueco a popa que se genera a causa de oscurecimientos por las superestructuras del barco, como la torreta de un submarino. Para cerrar el hueco a popa, por el barco expuesto a la amenaza del torpedo se arrastra un llamado sonar de arrastre o towed array con el que se puede localizar pasivamente un torpedo que se aproxime en la zona de popa del barco. La localización se lleva a cabo en la forma conocida, mediante recepción selectiva direccional del ruido del torpedo, y determinación de un máximo de amplitud o potencia en la señal recibida del sonar de arrastre.

Puesto que en medida creciente, los datos de puntería para el ataque de un torpedo, se obtienen pasivamente en la gama de sonidos de baja frecuencia y, por otra parte, se han hecho más rápidos y silenciosos, con frecuencia el blanco reconoce un torpedo que llega más bien tarde, cuando ya se ha aproximado a aquel hasta unos pocos cientos de metros, de manera que al blanco le queda un tiempo extremadamente corto para la adopción de medidas de defensa. En especial, los torpedos ligeros son lanzados hacia las localizaciones del blanco, en la proximidad inmediata del blanco, mediante helicópteros o aviones, o se disparan a la zona próxima al blanco, desde un barco que conduce estos torpedos. Con los medios convencionales descritos, tales torpedos no se pueden reconocer hasta que después de su inmersión en el agua cuando se activa su equipo propulsor, o en los casos en los que están equipados con un sonar activo para la localización del blanco, el sonar activo emite los primeros impulsos sonoros. Pero entonces la distancia entre el torpedo que se mueve rápidamente y el barco atacado, es tan corta que no queda tiempo suficiente para un empleo efectivo de los medios de defensa, en especial del disparo eficaz de un torpedo antitorpedo.

En un procedimiento conocido para la defensa contra un torpedo (AUSTIN Joseph: "Torpedos modernos y contramedidas", tomo 3 (4), 17 de enero de 2011 (2001-01-17), páginas 1 – 10, XP 0624753770), un submarino sumergido detecta mediante un sonar pasivo, un ruido de chapoteo (splash) en su entorno, que se produce al sumergirse en el agua un torpedo ligero disparado desde una plataforma aérea, como un helicóptero, en la proximidad del submarino. Sobre la forma y manera de la detección de este ruido de chapoteo en la señal recibida del sonar pasivo, no se describe nada.

En un procedimiento conocido para la detección de un ruido pasajero, llamado transitorio, debajo del agua en presencia de un ruido de fondo (documento EP 0 535 570 A), los datos acústicos recibidos de una disposición sensorial pasiva a lo largo del tiempo, se subdividen en segmentos temporales, llamados ventanas. Para cada segmento temporal se calcula una función de correlación de breve duración y, mediante la formación del valor medio de todas las funciones de correlación de breve duración, se valora el ruido de fondo. El valor medio se resta de la función de correlación, y se determina la covarianza promedia del resto que queda. Al recibir nuevos datos acústicos, se miden las variaciones de la covarianza. Se concluye la presencia de un suceso transitorio cuando la covarianza supera un valor umbral predeterminado.

Un conocido sistema de seguridad para una piscina (documento US 5,563,580 A) presenta un llamado detector de chapoteo que detecta vibraciones en el agua y dispara una alarma.

En una conocida investigación experimental en un tanque de agua (Shi Sheng-Guo y otros: "Investigación experimental del sonido de chapoteo de la entrada en el agua de un cuerpo a baja velocidad", Database accession nº E2005149025592; & Harbin Gongcheng Daxue Xuebao; Harbin Gongcheng Dacue Cuebao/Journal of Harbin Engineering University, diciembre 2004, tomo 26, Nº suppl. Diciembre 2004 (2004-12); páginas 99 – 102), se mide el ruido acústico que se genera al caer un cuerpo en el agua, mediante un hidrófono de compresión y un hidrófono vectorial. Se realiza un análisis básico para reconocer las relaciones entre la intensidad del choque y el ángulo de entrada, así como la característica del espectro del choque y de los impulsos producidos del ruido. El experimento sirve para comprender las características del ruido de chapoteo (splashing sound) que se genera en el agua durante la inmersión de un torpedo.

Un conocido sistema de alarma de una piscina (documento US 4,604,610 A) tiene un hidrófono dispuesto en la superficie del agua, y un sensor inamovible unido con el hidrófono, que mide movimientos ondulatorios verticales del

agua que afectan al hidrófono. El hidrófono está unido con un amplificador previo y con un detector de picos. Si la señal de salida del detector de picos sobrepasa un valor umbral, se produce una alarma que hay que achacar, o bien a un alto nivel de una señal de audio que afecta al hidrófono, o bien a una turbulencia en el agua en la piscina.

5 En un procedimiento conocido para la detección de un vehículo propulsado por hélices (documento DE 42 20 429 A1), con el procedimiento DEMON se determinan las frecuencias y sus armónicos de las líneas espectrales de la curva envolvente de un ruido recibido, demodulado, de frecuencia limitada. Para obtener también en caso de malas condiciones de utilización / perturbadoras, una información sobre la credibilidad del resultado, se utilizan lógicas borrosas. El procedimiento se emplea para la detección de barcos, submarinos y helicópteros.

10 Un conocido submarino (documento DE 101 28 973 C1) presenta para el reconocimiento de torpedos de localización activa, una multitud de hidrófonos receptores omnidireccionales, así como una unidad para procesamiento de señales, para la determinación de datos del torpedo, a partir de las señales de salida de los hidrófonos. Los hidrófonos están distribuidos discrecionalmente sobre la superficie del submarino, y fijados directamente sobre el revestimiento exterior del submarino.

15 En un procedimiento conocido para la detección de la entrada de un objeto en el agua (documento US 5,959,534 A) se determina la frecuencia o la gama de frecuencias de las ondas sonoras que se producen al entrar el objeto en el agua. Luego se detectan las ondas sonoras pertenecientes a la frecuencia, y se produce una señal eléctrica que es representativa de la amplitud de las ondas sonoras. Se genera una alarma cuando la amplitud de la señal eléctrica excede un valor predeterminado en un periodo predeterminado de tiempo.

20 La misión de la invención se basa en indicar un procedimiento del tipo citado al comienzo que permita un reconocimiento precoz de cuerpos móviles bajo el agua, como torpedos o proyectiles submarinos con propulsión por cohetes, y por supuesto antes aún de que hayan tomado su carrera hacia el blanco.

La misión se resuelve según la invención, mediante las notas características en la reivindicación 1.

25 El procedimiento según la invención tiene la ventaja de reconocer el cuerpo móvil bajo el agua ya en su inmersión en el agua, de manera que no se tiene que esperar hasta que el cuerpo móvil bajo el agua emita sonido de banda ancha o de banda estrecha mediante la conexión de su accionamiento, o la activación de su propio sonar de localización. Puesto que, por ejemplo, en cada caso según el tipo de un torpedo ligero, transcurren unos 5 – 20 segundos hasta que, después de la inmersión del torpedo en el agua, la batería de accionamiento pueda suministrar la energía para la propulsión del torpedo, con el procedimiento según la invención se detecta el torpedo mucho antes que en los conocidos procedimientos de detección. Así pues se puede emitir un aviso de torpedo anticipado en este intervalo no despreciable de tiempo, y también poner ya a disposición una indicación sobre la dirección de marcha, de manera que se puedan introducir a su tiempo las medidas defensivas, lo cual mejora esencialmente las probabilidades para la maniobra de diversión o la destrucción del torpedo. El análisis wavelet [de ondículas] discreto suministra para ello con ventaja, una resolución de la señal recibida, simultáneamente en el tiempo y en frecuencia, indica pues 30 qué frecuencias de la señal recibida dominan en un tiempo especial, y de este modo permite la prueba de la señal recibida en diversos grados de detalle. El wavelet se puede adaptar muy bien al acontecimiento a detectar en la señal recibida. Si se selecciona adecuadamente la escalada del wavelet, se pueden analizar acontecimientos de corta duración en la señal recibida, que contengan componentes elevados de frecuencia, como el ruido de chapoteo del torpedo que se sumerge.

40 Formas apropiadas de realización del procedimiento según la invención, con perfeccionamientos y acondicionamientos ventajosos de la invención, se deducen de las demás reivindicaciones.

45 Según una forma preferente de realización de la invención, para el análisis wavelet, se somete la señal recibida, por intervalos de tiempo, a varios escalones sucesivos de transformación de cada una de las transformaciones wavelet discretas, y a partir de las transformadas wavelet obtenidas en todos los escalones de transformación, se forma una función producto en función del tiempo. La función producto se compara con un umbral y, en caso de superar el umbral en un punto temporal de la función producto, se reconoce la detección del ruido de chapoteo, de manera que en ese momento se puede emitir un aviso relativo al ataque mediante un cuerpo móvil bajo el agua.

50 Para reducir la tasa de falsas alarmas, según una forma ventajosa de realización de la invención, en la señal recibida se detecta adicionalmente un ruido del motor, irradiado por el cuerpo móvil bajo el agua después de arrancar su equipo propulsor, y/o un impulso acústico emitido por un sonar de localización del cuerpo móvil bajo el agua, y se comprueba en cuanto a plausibilidad con el ruido detectado de chapoteo. Si la prueba de plausibilidad conduce a una confirmación de la detección del torpedo mediante el análisis wavelet, se activarán los medios de defensa contra torpedos. Gracias a la alarma previa emitida a causa del ruido detectado de chapoteo, en este momento están ya preparados los medios de defensa, de tal modo que se puede llevar a cabo su disparo sin más dilación.

55 Según una forma ventajosa de realización de la invención, se utiliza como transductor electroacústico un hidrófono omnidireccional que vigila su entorno todo alrededor y, por tanto, reconoce la inmersión de un cuerpo móvil bajo el agua en la zona de vigilancia.

En una forma preferente de realización de la invención se utiliza como transductor electroacústico, una disposición de hidrófonos, un llamado conjunto de hidrófonos, con características de recepción, selectivas en dirección. A causa de las características de recepción del conjunto de hidrófonos, se puede indicar el sector o haz de recepción, en cuya señal recibida se detecta el ruido de chapoteo. El ángulo de dirección del haz de recepción indica la localización hacia el cuerpo móvil bajo el agua, de manera que se puede determinar su dirección de marcha.

La invención se describe a continuación en detalle, de la mano de un ejemplo de realización ilustrado en el dibujo. Se muestran:

- Figura 1 Un esquema de bloques de una disposición de conexión, para la explicación del procedimiento de detección para cuerpos móviles bajo el agua transportados por el aire.
- Figura 2 Ejemplos de wavelets almacenados en la memoria de wavelets en la figura 1.
- Figura 3 Diagrama de una señal recibida y de varias señales temporales de detalle, deducidas de transformaciones wavelet en cuatro escalones de transformación.
- Figura 4 Un diagrama de una función producto en función del tiempo, a partir de las señales temporales de detalle, obtenidas en los escalones de transformación.

El procedimiento descrito a continuación sirve para la detección de cuerpos móviles bajo el agua, transportados por el aire, que son lanzados por un helicóptero o por un avión, o disparados por un barco de superficie y, después de recorrer una trayectoria de caída o de vuelo en el aire, se sumergen en el agua. Un ejemplo de semejante cuerpo móvil bajo el agua, es un torpedo ligero o un proyectil submarino con propulsión por cohetes. Tales cuerpos móviles bajo el agua se transportan por el aire en una forma tal que se sumergen en el agua en la proximidad inmediata del blanco, por lo general a una distancia de menos de un kilómetro del blanco, conectan su accionamiento un poco tiempo después de la inmersión y después inician su marcha hacia el blanco. Al mismo tiempo se activa un sonar de localización con el que se localiza activamente el blanco y el cuerpo móvil bajo el agua se dirige al blanco. El procedimiento descrito a continuación permite al blanco reconocer un cuerpo semejante móvil bajo el agua, transportado por el aire, muy temprano, de manera que a pesar de la alta velocidad de marcha del cuerpo móvil bajo el agua, se dispone de tiempo suficiente para poner en funcionamiento medios apropiados de defensa para la maniobra de diversión (softkill) o destrucción (hardkill). En el primer caso se despliegan fuentes de parásitos y señuelos que por una parte perturban el sonar de localización del cuerpo móvil bajo el agua, de manera que el blanco bajo la protección de estas fuentes de parásitos, se puede apartar de la posición localizada, y por otra parte dirigir el cuerpo móvil bajo el agua hacia los señuelos que se encuentran en otra posición. En el segundo caso se disparan por el blanco los llamados torpedos antitorpedo que marchan al encuentro del cuerpo móvil bajo el agua que ataca, y lo aniquilan mediante la carga explosiva.

Para la realización del procedimiento de detección, el blanco, por ejemplo, un submarino, dispone de un receptor electroacústico que vigila el entorno acuático todo alrededor del blanco, en cuanto a incidencia de sonidos. El receptor puede ser un único hidrófono omnidireccional, cuando el procedimiento se deba de utilizar exclusivamente para la detección. Si junto a la simple detección se deba de averiguar también la localización respecto al cuerpo móvil bajo el agua, o sea, la dirección de aproximación del cuerpo móvil bajo el agua, se empleará como receptor 10 electroacústico una disposición de hidrófonos, un llamado conjunto de hidrófonos, con características de recepción, selectivas en dirección. Una disposición semejante de hidrófonos puede ser una base cilíndrica de un sonar panorámico pasivo, dispuesta en la proa de un submarino, una antena lineal instalada en los costados longitudinales del submarino, un llamado conjunto de flanco, una disposición de transductores que siguen el contorno exterior del submarino, un llamado conjunto conformal [matriz de conformación], o una llamada base de interceptación como está descrita en el documento DE 196 12 503 C2. Para poder detectar también cuerpos móviles bajo el agua, que se aproximan empujados por arriba, se utiliza también una llamada base IDRS, en la que los hidrófonos están distribuidos discrecionalmente sobre la superficie del cuerpo del submarino, y fijados directamente sobre su revestimiento exterior.

En el ejemplo de realización el receptor 10 electroacústico está realizado como antena lineal con una multitud de hidrófonos 11 alineados equidistantes unos junto a otros. Para la formación de las características selectivas direccionales de recepción, se fijan sectores de recepción, llamados haces, unos junto a otros sin dejar huecos, en dirección horizontal, con un eje principal de máxima sensibilidad receptora, mediante los cuales se recibe el sonido emitido en el agua, en forma direccional selectiva. Para ello los hidrófonos 11 están unidos en forma conocida con un conformador 12 de direcciones en el que las señales de salida de los hidrófonos 11 se retardan en tiempo o en fase, y precisamente de tal manera que, teniendo en cuenta una dirección deseada de recepción que corresponda con el eje principal de un sector de recepción, todas las señales de salida estén en fase. Los correspondientes tiempos  $\tau_i$  de retardo se generan en un calculador 13 de tiempos de retardo, en función de uno de estos ángulos  $\Theta_j$  alimentados de dirección de recepción o de localización. En el conformador 12 de direcciones se suman las señales de salida, en fase, de los hidrófonos 11, formadas para cada ángulo  $\Theta_j$  de localización, para formar una señal conjunta, llamada a continuación señal recibida, que se somete a un procesamiento de señales descrito a continuación.

Si en lugar del conjunto de hidrófonos se utiliza un hidrófono omnidireccional, se suprime el conformador 12 de direcciones con el calculador 13 de tiempos de retardo, y la señal eléctrica de salida del hidrófono 11, designada asimismo como señal recibida, se somete directamente al procesamiento de señales.

5 El procesamiento descrito a continuación de las señales recibidas está destinado en especial a la detección de una componente de la señal en la señal recibida que tenga su origen en el ruido de chapoteo producido al sumergirse el cuerpo móvil bajo el agua, en el agua, llamado en lo sucesivo por brevedad "splash". Aquí la señal recibida se evalúa por intervalos de tiempo y, para ello, se subdivide en intervalos sucesivos de tiempo. Cada intervalo de tiempo se somete repetidas veces a una transformación wavelet discreta, obteniendo en varios escalones sucesivos de transformación, llamados niveles, transformadas wavelet. A partir de las transformadas wavelet en todos los escalones de transformación (niveles), se forma una función producto en función del tiempo, y la función producto función del tiempo se compara con un umbral. Si se rebasa el umbral por la función producto en un punto temporal, esto se evalúa como detección de un splash, y se indica acústica y/o visualmente como aviso ante un ataque inminente de un cuerpo móvil bajo el agua, por ejemplo, de un torpedo o de un proyectil submarino con propulsión por cohetes. Puesto que normalmente el accionamiento del cuerpo móvil bajo el agua se conecta, según el tipo, unos 5 – 20 segundos después de la inmersión que produce el splash, del cuerpo móvil bajo el agua, en el agua, y es entonces cuando el cuerpo móvil bajo el agua adopta su marcha dirigida al blanco, se dispone de este tiempo adicional a la duración del recorrido del cuerpo móvil bajo el agua hasta alcanzar una distancia mínima al blanco, en el que todavía se pueden emplear por el blanco, medios eficaces de defensa, para desplegar los medios de defensa suficientemente pronto para una defensa efectiva o para la destrucción del cuerpo móvil bajo el agua que llega.

20 Para la ilustración del procedimiento, el procesamiento de las señales está subdividido en la figura 1, en bloques funcionales individuales. En el bloque 15 funcional se forman los intervalos de tiempo de la señal recibida, que se someten sucesivamente en el bloque 16 funcional, a una transformación wavelet digital. En una memoria 17 para wavelets de muestra está almacenada una multitud de distintos wavelets, de los que se selecciona uno especialmente apropiado para la detección de un splash, y se alimenta al bloque 16 funcional. Los wavelets almacenados están adaptados a una detección de los diferentes splash provocados por conocidos cuerpos móviles bajo el agua, según el tipo, y en cada caso según altura de caída, peso y velocidad de inmersión. Si se sospecha el empleo de distintos cuerpos móviles bajo el agua, se pueden utilizar para los distintos cuerpos móviles bajo el agua, wavelets optimizados en análisis wavelet paralelos o sucesivos. Ejemplos de posibles wavelets almacenados, están representados en la figura 2. La figura 2 muestra en los diagramas de arriba abajo un wavelet de Daubechies de segundo, cuarto y sexto orden. Otro ejemplo de wavelet sería el llamado wavelet de sombrero mejicano. Asimismo se pueden emplear otros wavelets.

35 En la figura 3 está representado gráficamente el análisis wavelet realizado en el bloque 16 funcional. El diagrama superior muestra a título de ejemplo, una señal recibida que, junto a ruidos de fondo, contiene una componente de la señal, que resulta de un splash. Primeramente se somete la señal recibida con un wavelet seleccionado de la memoria 17, con el factor  $a=1$  de escalada, en el ejemplo de realización con el wavelet de Daubechies de segundo orden (diagrama superior en la figura 2), a una transformación wavelet. En la transformación wavelet se generan como transformadas wavelet, una llamada señal temporal de aproximación que contiene informaciones globales de la señal recibida, y una llamada señal temporal de detalle que contiene informaciones detalladas de la señal recibida.

40 En la figura 3, de las dos transformadas wavelet obtenidas mediante la transformación wavelet de la señal recibida en el primer escalón de transformación (nivel 1), únicamente está representada la señal temporal de detalle. En esta señal temporal de detalle del primer escalón de transformación o del "nivel 1", se realiza a su vez una transformación wavelet con la misma wavelet, pero siendo ahora su factor de escalada  $a=2$ . De las transformadas wavelet aquí obtenidas del segundo escalón de transformación (nivel 2), en la figura 3 de nuevo sólo está representada la señal temporal de detalle del segundo escalón de transformación o del "nivel 2". Este proceso se prosigue hasta que estén disponibles una cantidad apropiada de señales temporales de detalle procedentes de sucesivos escalones de transformación. El número de las transformaciones realizadas para la obtención de un buen resultado de la detección, es función de las condiciones de utilización / perturbadoras (relación señal – ruido, SNR) de la señal recibida. En cada una de las transformaciones sucesivas se duplica siempre el factor de escalada del wavelet utilizado, o sea, se aumenta a 4, 8, 16 ... En la figura 3 están representadas las señales temporales de detalle de en total cuatro escalones de transformación. No obstante, se pueden realizar todavía otras transformaciones wavelet sucesivas, siendo para  $n$  transformaciones realizadas,  $a=2^{n-1}$  el factor de escalada del wavelet en la  $n$ -ésima transformación, que conduce a las señales temporales de detalle del  $n$ -ésimo escalón de transformación (nivel  $n$ ). El aumento del factor de escalada significa una dilatación en el tiempo del wavelet.

55 Las señales temporales de detalle así obtenidas en todos los escalones de transformación, se multiplican punto por punto en el bloque 18 funcional, y así mediante todas las señales temporales de detalle, se obtiene una función producto en función del tiempo. Esta función producto está representada en el diagrama de la figura 4. Mediante la multiplicación de las señales funcionales de detalle, se refuerzan en la función producto las componentes que se correlacionan de las señales en las transformadas wavelet, mientras que por término medio se anulan los ruidos no correlacionados. La función producto se compara en el bloque 19 funcional con un umbral. Si la función producto supera el umbral  $S$  en un punto temporal, como es el caso en la función producto según la figura 4 en el punto  $t_x$  temporal, en la salida del bloque 19 funcional del comparador se presenta una señal que por una parte se alimenta a

una unidad 20 indicadora, y allí produce un aviso de torpedo, y por otra parte dirige la apertura de una puerta 21. En la puerta 21 está situado el ángulo  $\Theta_j$  de localización ajustado en cada caso, bajo el cual se recibe momentáneamente la señal recibida sometida al procesamiento de la señal. Si la señal de salida del bloque 19 funcional del comparador, abre la puerta 21, el ángulo momentáneo de localización se alimentará a la unidad 20 indicadora, y allí se muestra como la marcación  $\Theta_{UK}$  que indica la dirección de aproximación del cuerpo móvil bajo el agua. Además, la señal de salida del bloque 19 funcional del comparador, activa un cronómetro 22 de forma que este muestre la hora momentánea en la unidad 20 indicadora, con lo que en la unidad 20 indicadora, se puede hacer visible el momento de la detección del cuerpo móvil bajo el agua.

5

El análisis wavelet descrito sobre la base de la señal temporal de detalle, derivada de la señal recibida, se puede realizar de igual modo, también con la señal temporal de aproximación. También en este caso se forma después la función producto mediante las señales temporales de aproximación obtenidas en cada escalón de transformación, y se compara la función producto con un umbral. Una señal de salida que se presente en el umbral, se alimenta después, de igual forma, a la unidad 20 indicadora, a la puerta 21 y al cronómetro 22. En la figura 1 se ha renunciado a una representación de esta rama de la señal y únicamente está ilustrado el bloque funcional correspondiente al bloque 18 funcional, para la formación del producto mediante las señales temporales de aproximación.

10

15

También es posible realizar el proceso descrito de la formación del producto, para las dos transformadas wavelet en todos los escalones de transformación, es decir, tanto con las señales temporales de detalle, como también con las señales temporales de aproximación, y comprobar las señales de salida en los dos bloques funcionales de los comparadores, en cuanto a plausibilidad, antes de dirigir las a la unidad 20 indicadora, a la puerta 21 y al cronómetro 22. Tan sólo cuando se cumpla el criterio de plausibilidad, se alimentarán los citados elementos funcionales.

20

Para la reducción de la tasa de alarmas falsas, mediante un procesamiento correspondiente de la señal recibida en un momento posterior después del cual el cuerpo móvil detectado bajo el agua ha arrancado su equipo propulsor y, en su caso, ha activado su sonar de localización, todavía detecta componentes adicionales en la señal recibida, que proceden del ruido emitido de accionamiento del cuerpo móvil bajo el agua, o representan los impulsos sonoros emitidos por el sonar de localización del cuerpo móvil bajo el agua. Estas detecciones se realizan con métodos convencionales conocidos. De este modo se obtienen otras detecciones del cuerpo móvil bajo el agua y, mediante una prueba de plausibilidad, se puede mejorar la eficiencia de la defensa contra el torpedo.

25

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento para la detección de cuerpos móviles bajo el agua, transportados por el aire, que tras recorrer una trayectoria aérea y/o de caída en el aire, se sumergen en el agua, en especial de torpedos ligeros, en el que las señales recibidas de un receptor (10) electroacústico empleado para la vigilancia de su entorno en el agua, se someten a un procesamiento de señales dispuesto para la detección de un ruido de chapoteo (splash) producido, por la inmersión del cuerpo móvil bajo el agua, caracterizado porque en el procesamiento de señales se emplean medios del análisis wavelet discreto.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la señal recibida se subdivide en intervalos de tiempo, y cada intervalo de tiempo se somete en varios escalones sucesivos de transformación, a una transformación wavelet discreta, porque a partir de las transformadas wavelet obtenidas en todos los escalones de transformación, se forma una función producto en función del tiempo, y porque la función producto en función del tiempo se compara con un umbral (S), y en caso de superarlo se reconoce la detección del ruido de chapoteo.
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque en cada escalón de transformación se obtienen como transformadas wavelet, una señal temporal de aproximación que contiene informaciones globales, y una señal temporal de detalle que contiene informaciones detalladas, y porque la transformación wavelet discreta se aplica en el primer escalón de transformación, a la señal recibida y, en cada escalón subsiguiente de transformación, a la señal temporal de detalle y/o a la señal temporal de aproximación, que procede de cada escalón precedente de transformación.
- 20 4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque para la formación de la función producto en función del tiempo, de las transformadas wavelet se multiplican unas con otras, punto por punto, cada una de las señales temporales de detalle y/o de las señales temporales de aproximación de todos los escalones de transformación.
- 25 5. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizado porque en las sucesivas transformaciones wavelet se utiliza la misma wavelet con factor creciente de escalada.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque el factor de escalada de wavelet se duplica en cada transformación subsiguiente.
7. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 2 a 6, caracterizado porque para la transformación wavelet se dispone de una multitud de wavelets de muestra que están dispuestos especialmente para la detección de los ruidos de chapoteo de distintos tipos de cuerpos móviles bajo el agua, con diferentes tipos de despliegue en el agua.
- 30 8. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 2 a 7, caracterizado porque como wavelet se utiliza un wavelet de Daubechies de segundo orden.
9. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque en la señal recibida se detecta adicionalmente un ruido de accionamiento emitido por el cuerpo móvil bajo el agua después de arrancar su equipo propulsor, y/o un impulso sonoro emitido por un sonar acústico de localización del cuerpo móvil bajo el agua, y se comprueba en cuanto a plausibilidad con el ruido detectado de chapoteo (splash).
- 35 10. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque la detección del ruido de chapoteo (splash) se presenta acústica y/o visualmente, como aviso de torpedo o como preaviso de torpedo en una unidad (20) indicadora.
11. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 2 a 10, caracterizado porque en el punto temporal de rebasamiento del umbral se mide e indica la hora absoluta.
- 40 12. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque como receptor (10) electroacústico se utiliza un hidrófono unidireccional.
13. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque como receptor (10) electroacústico se utiliza una disposición de hidrófonos con características de recepción, selectivas en dirección.
- 45 14. Procedimiento según la reivindicación 13, caracterizado porque el ángulo de dirección de la característica de recepción, en cuya señal recibida, se detecta el ruido de chapoteo (splash), se emite como orientación ( $\Theta_{UK}$ ) del cuerpo móvil bajo el agua, y se indica en una unidad (20) indicadora.

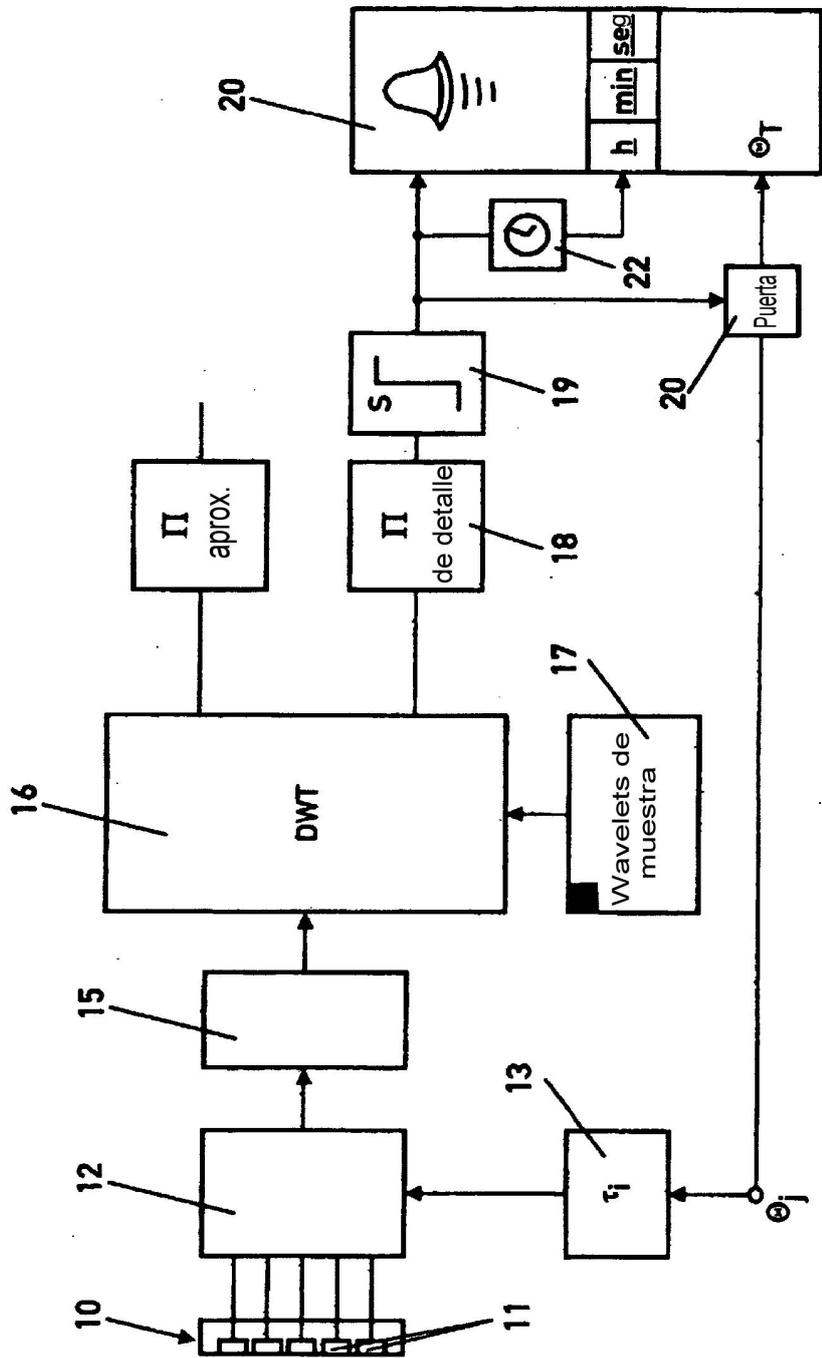


Fig. 1

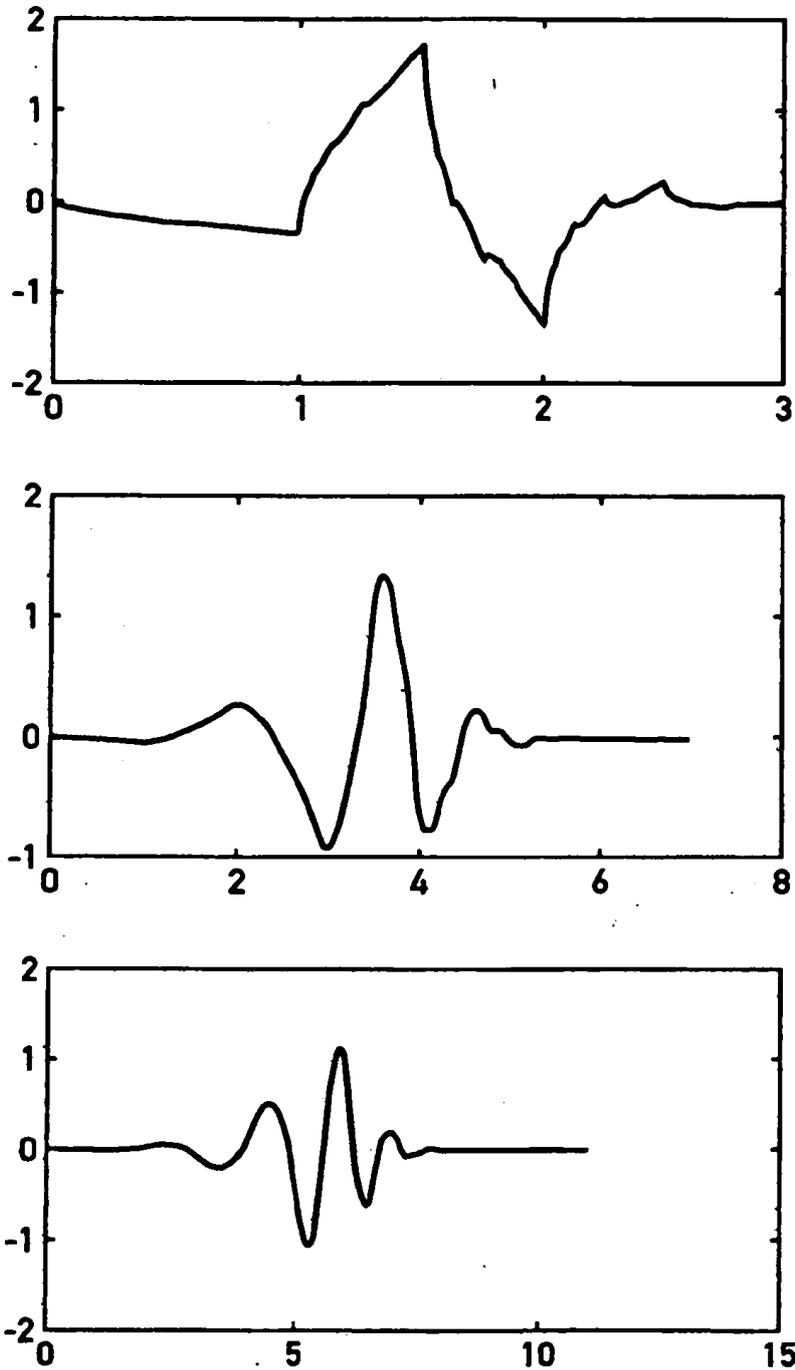
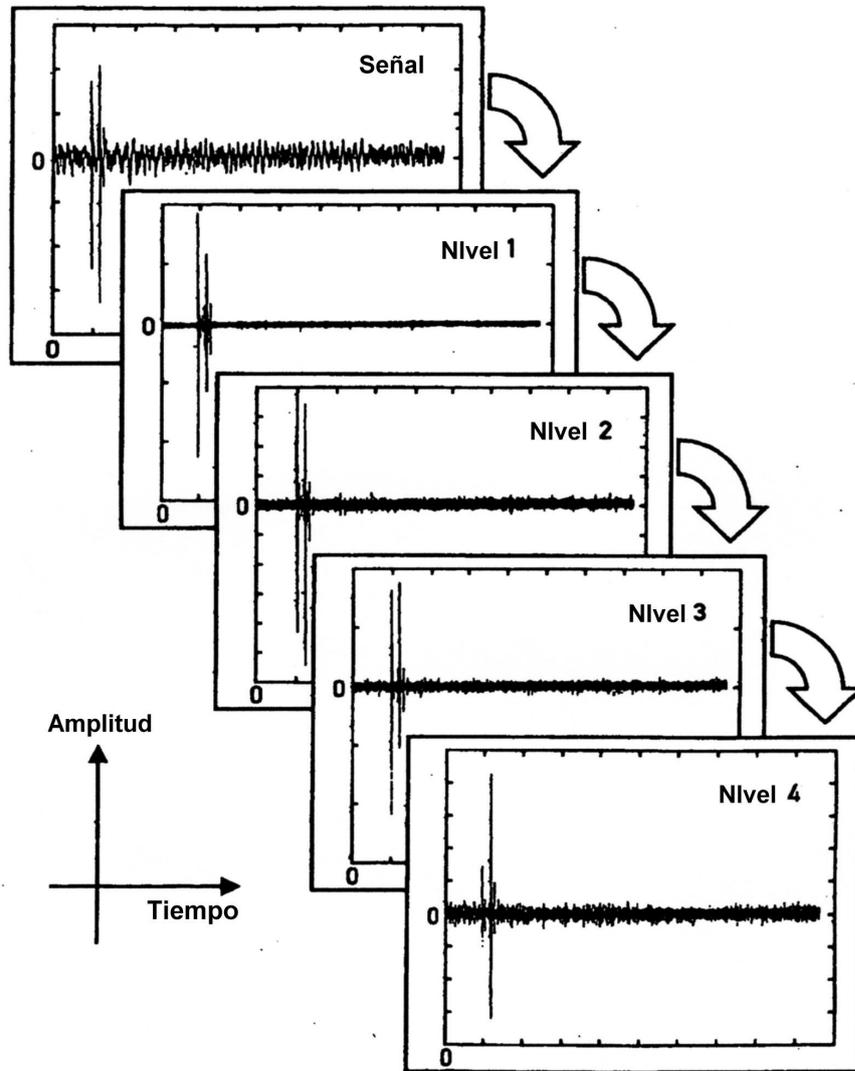


Fig. 2



⋮

Fig. 3

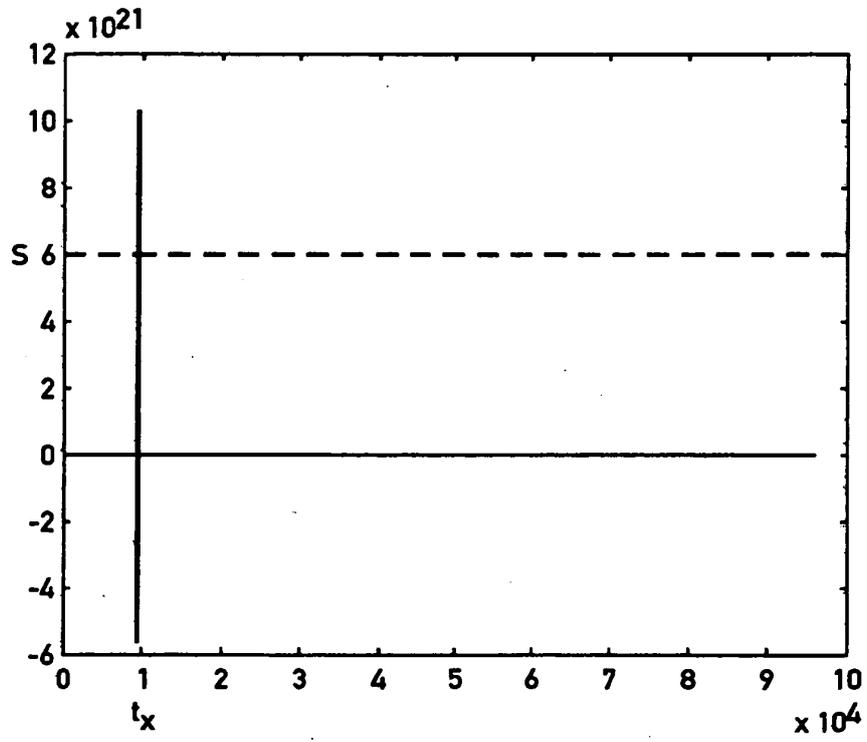


Fig. 4