

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional
22 de febrero de 2018 (22.02.2018)

WIPO | PCT

(10) Número de publicación internacional
WO 2018/033656 A1

(51) Clasificación internacional de patentes:
G01H 3/08 (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2017/070580

(22) Fecha de presentación internacional:
11 de agosto de 2017 (11.08.2017)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:
P 201631097 16 de agosto de 2016 (16.08.2016) ES

(71) Solicitante: TÉCNICAS Y SERVICIOS DE INGENIERIA, S.L. [ES/ES]; Avda. Pío XII, 44. Bajo Izda., Torre 2, 28016 Madrid (ES).

(72) Inventores: BELTRÁN PALOMO, Publio; Técnicas Y Servicios De Ingeniería, S.L., Avda. Pío XII, 44. Bajo Izda., Torre 2, 28016 Madrid (ES). MORENO RODRÍGUEZ, Alfonso; Técnicas Y Servicios De Ingeniería, S.L., Avda. Pío XII, 44. Bajo Izda., Torre 2, 28016 Madrid (ES).

(74) Mandatario: PONS ARIÑO, Ángel; Glorieta de Rubén Darío, 4, 28010 Madrid (ES).

(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,

(54) Title: NON-INTRUSIVE DEVICE AND METHOD FOR DETECTING CAVITATION IN A SHIP

(54) Título: DISPOSITIVO NO INTRUSIVO Y MÉTODO PARA DETECTAR CAVITACIÓN EN UN BUQUE

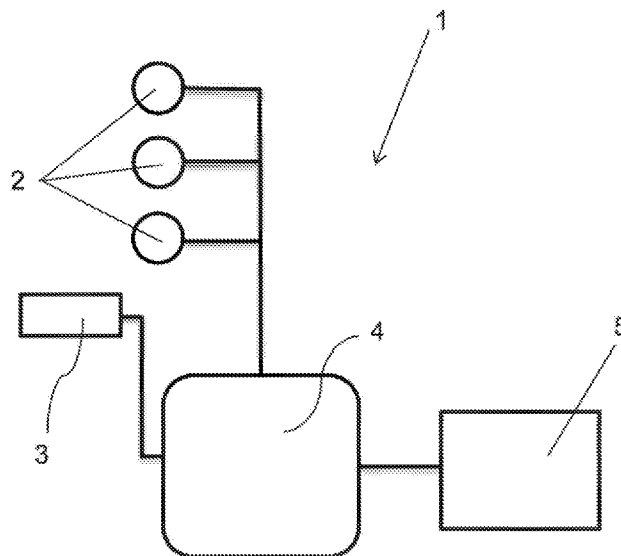


FIG. 1

(57) Abstract: The present invention relates to a non-intrusive device and a method for automatically detecting cavitation in a ship, said cavitation being caused by a propeller of the ship or the interaction between the hull and the propeller of the ship. More specifically, this non-intrusive device comprises at least one accelerometer intended to be installed inside the hull of the ship in an intersection of at least two primary elements of the structure of the hull in the area close to the propeller, a connector for connecting to the tachometer of the ship, and a control unit intended to receive information from the accelerometer and the tachometer so as to detect cavitation and notify a user by means of an interface.

(57) Resumen: El objeto de la presente invención es un dispositivo no intrusivo y un método de detección automática de cavitación en un buque, en donde dicha cavitación es producida por una hélice del buque o la interacción casco-hélice del mismo. Más concretamente, este dispositivo no intrusivo comprende al menos un acelerómetro destinado a ser instalado en el interior del casco del buque en una



WO 2018/033656 A1

RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados designados (*a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

- *con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))*
- *antes de la expiración del plazo para modificar las reivindicaciones y para ser republicada si se reciben modificaciones (Regla 48.2(h))*

intersección de al menos dos elementos primarios de la estructura del caso en la zona cercana a la hélice, un conector para vincularse con el tacómetro del buque, una unidad de control destinada a recibir información del acelerómetro y del tacómetro para detectar cavitación y notificarlo a un usuario a través de una interfaz.

**DISPOSITIVO NO INTRUSIVO Y MÉTODO PARA DETECTAR CAVITACIÓN EN UN
BUQUE**

DESCRIPCIÓN

5

OBJETO DE LA INVENCION

El objeto de la presente invención es un dispositivo no intrusivo y un método de detección automática de cavitación en un buque, en donde dicha cavitación es producida por una hélice del buque o la interacción casco-hélice del mismo.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Actualmente, la cavitación es la principal causa de la aparición de erosión en las hélices y en los timones de los buques. La cavitación también es una de las fuentes de ruido radiado por el buque hacia el agua, más importantes, así como el principal generador de ruidos y/o vibración a bordo del buque.

15

Adicionalmente, la cavitación causa una importante pérdida de rendimiento energético del sistema de propulsión del buque con su correspondiente negativa repercusión económica en la explotación del buque.

20

El fenómeno de la cavitación se produce en la hélice del buque, este fenómeno es debido a la caída de presión generada en la cara anterior de las palas de la hélice cuando las palas giran alrededor del eje que vincula la hélice del buque con el motor de propulsión.

25

De este modo, se forman unas burbujas que viajan a zonas de mayor presión donde implosionan espontáneamente (el vapor regresa al estado líquido de manera súbita) produciendo una estela de gas y un arranque del metal de la superficie de las palas en la que origina este fenómeno. Existen distintos tipos de cavitación en función de las condiciones de flujo que pueden encontrarse sobre las palas. Atendiendo al grado de desarrollo, se puede clasificar como flujo no cavitante, cavitación incipiente y cavitación desarrollada.

30

Con tal de prevenir dicha cavitación se realizan estudios de flujos cavitantes para

35

optimizar el diseño de la hélice del buque. Estos estudios conllevan una gran dificultad, ya que tienen en cuenta el estado bifásico y turbulento del agua, existiendo un fuerte acoplamiento entre el estado de turbulencia del agua y las variaciones de presión que este estado induce.

5

Más concretamente, estos estudios emplean habitualmente las siguientes técnicas: generación de modelos teóricos, realización de ensayos con modelo a escala en túneles de cavitación, realización de análisis de dinámica de fluidos computacional (CFD), y observación y medición a escala real monitorizando ruido y vibraciones en el exterior del casco del buque.

10

A pesar de los avances realizados en el diseño de hélice y, en particular en el estudio de la generación de cavitación, estas técnicas no permiten predecir de manera exacta el comportamiento del motor propulsor bajo condiciones de cavitación reales.

15

Habitualmente, los modelos teóricos se vuelven inconsistentes cuando el flujo del agua se vuelve más complejo, es decir cuando aparecen turbulencias, los ensayos con modelos a escala presentan inconvenientes de coste y de tiempo de preparación de modelos, y el análisis de flujo mediante simulación conlleva la adopción de modelos (turbulencia, multifase,...) e hipótesis (condiciones de contorno) que limitan su aplicación, especialmente para el análisis de la cavitación.

20

Por tanto, actualmente, las observaciones a escala real del comportamiento de la hélice frente al fenómeno de la cavitación son indispensables en el diseño de la hélice, así como en la interpretación de los resultados de los ensayos con los modelos a escala y con las simulaciones.

25

Sin embargo, a pesar de la gran importancia que estas observaciones a escala real tienen en el entendimiento de la cavitación, estas técnicas no se emplean ampliamente debido su excesivo coste ya que requieren de la realización de ventanas de visualización en el casco con un sistema de cámaras y luces estroboscópicas ligado a la rotación del eje. Esto supone sacar el buque a dique para la realización de dichas ventanas, con el costo económico que conlleva, y con los problemas que pueden acarrear al propio casco.

30

Por otro lado, también existen tecnologías de detección de cavitación a partir de métodos de medida de presión, ruido y vibración en las zonas próximas a la hélice del buque.

35

Estos métodos de detección de cavitación se basan en la medición y el análisis de señales inducidas por el comportamiento de la hélice. Actualmente la instalación de los sensores de vibración, presión o ruido se instalan en zonas externas del casco del buque, habitualmente en las zonas más próximas a la hélice. Debido a esto también requieren la
5 realización de orificios en el casco y por tanto sacar el buque a dique con el coste asociado.

De este modo, todas las técnicas conocidas presentan una lenta instalación, un elevado coste, perforan el casco del buque y no permiten la detección de la cavitación en tiempo
10 real y forma diferenciadora para cada buque.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Un primer aspecto de la invención es un dispositivo no intrusivo para detectar la aparición
15 de cavitación en un buque, en donde el buque comprende:

- un casco,
- una unidad de propulsión que a su vez comprende al menos un motor de propulsión, un sistema de transmisión y al menos una hélice con una pluralidad de palas, en donde el motor de propulsión y la hélice están vinculados entre sí por
20 el sistema de transmisión,
- un tacómetro acoplado con el sistema de transmisión del buque, y
- un sistema de navegación.

Más concretamente, el dispositivo comprende:

- 25 - al menos un acelerómetro, destinado a ser instalado en el interior del casco del buque en una intersección de al menos dos elementos primarios de la estructura del caso en la zona cercana a la hélice, para detectar una primera señal que comprende unas vibraciones en el casco y que cuando existe cavitación está modulada por la frecuencia de paso de pala de la hélice,
- 30 - al menos un conector destinado a ser vinculado con el tacómetro y/o con el sistema de navegación del buque,
- una unidad de control, vinculada con acelerómetro y con dicho conector, que a su vez comprende:
 - medios de adquisición destinados a adquirir la primera señal y a adquirir a
35 partir del tacómetro o del sistema de navegación del buque la frecuencia

de giro del motor de propulsión para determinar la frecuencia de paso de pala de la hélice,

- medios de filtrado de alta frecuencia destinados a filtrar la primera señal para obtener una segunda señal que comprende los componentes de alta frecuencia, entre 1 kHz y 20 kHz, de la primera señal,
- medios de tratamiento de señales destinados a calcular la envolvente de la segunda señal mediante la aplicación de la transformada de Hilbert y posteriormente realizar su suma compleja con la segunda señal, obteniendo una tercera señal que es compleja y cuyo módulo es la envolvente de la segunda señal,
- medios de análisis espectral para obtener un espectro que cuantifica la intensidad de la tercera señal a varias frecuencias para comparar la intensidad de la componente del espectro a la frecuencia de paso de pala con un valor límite específico obtenido para cada buque, que cuando es superado indica la aparición de cavitación producida por la hélice, y
- unos medios de cálculo para obtener una cuarta señal, que recoge una serie histórica, en el dominio del tiempo, del valor de la intensidad de la componente del espectro en la frecuencia de paso de pala.

Dicha unidad de control está vinculada con una interfaz destinada a notificar la aparición de la cavitación a un usuario.

Preferentemente, el dispositivo comprende tres acelerómetros destinados a ser instalados en las zonas de unión de los elementos primarios de la estructura del casco.

Preferentemente, los medios de filtrado de alta frecuencia filtran la primera señal a frecuencias que se encuentran entre 8 kHz y 10kHz.

Opcionalmente, la unidad de control a través del sistema de navegación del buque registra al menos unas condiciones de operación del buque en particular, una velocidad del buque, el paso de la hélice y una potencia desarrollada por el motor. Estas condiciones de operación del buque se emplean en la determinación del valor límite que determina la aparición de cavitación y la señal de alarma. Estas condiciones de navegación permiten informar al usuario de las condiciones en las cuales se tiene una alarma en la señal de cavitación.

Opcionalmente, estas condiciones de operación del buque permiten conocer la condición de no cavitación del buque en navegación. Concretamente, mediante una correlación entre la cuarta señal y la velocidad del buque, para ajustar el valor límite específico del método de detección de cavitación obtenido para cada buque.

Un segundo aspecto de la invención es un método no intrusivo para detectar cavitación que comprende:

- adquirir, mediante el acelerómetro, la primera señal,
- 10 - adquirir, mediante el tacómetro y/o el sistema de navegación del buque, la frecuencia de giro del motor de propulsión para determinar la frecuencia de paso de pala de la hélice,
- aplicar a la primera señal un filtro, mediante los medios de filtrado de alta frecuencia, para obtener la segunda señal que comprende los componentes de alta frecuencia, entre 1 kHz y 20kHz, de la primera señal,
- 15 - aplicar a la segunda señal una transformada de Hilbert y realizar su suma compleja con la segunda señal obteniendo una tercera señal que es compleja y cuyo módulo es la envolvente de la segunda señal,
- generar un análisis espectral de la tercera señal, mediante los medios de análisis, para cuantificar las intensidades de cada frecuencia de la tercera señal,
- 20 - localizar en el análisis espectral la intensidad de la componente en la frecuencia de paso de pala,
- generar la cuarta señal, que recoge en el dominio del tiempo el valor de la intensidad de la componente del espectro en la frecuencia de paso de pala,
- 25 - establecer al menos un límite de amplitud de la intensidad de la cuarta señal en la frecuencia de paso de pala específico para el buque que cuando es superado indica la aparición de cavitación producidas por la hélice,
- enviar en tiempo real información sobre la cuarta señal a la interfaz, y
- notificar, mediante dicha interfaz, al usuario de la aparición de la cavitación.

30

Preferentemente, los medios de filtrado de alta frecuencia filtran la primera señal a frecuencias que se encuentran entre 8 kHz y 10kHz.

35

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Muestra una vista esquemática del conexionado entre los elementos de una realización preferente del dispositivo no intrusivo para detectar cavitación en el buque.

Figura 2.- Muestra una vista general de un espectrograma de la tercera señal.

Figura 3.- Muestra una vista general de la cuarta señal donde aparece el fenómeno de la cavitación.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

Una realización preferente, tal y como se muestra en la figura 1, es un dispositivo (1) no intrusivo para detectar cavitación en un buque, no representado, en donde el buque comprende:

- un casco, y
- una unidad de propulsión que a su vez comprende un motor de propulsión acoplado a un tacómetro, un sistema de transmisión y una hélice con tres palas, en donde el motor de propulsión y la hélice están vinculados entre sí por el sistema de transmisión. Este buque, de forma no limitativa, ha sido sometido a una prueba en el mar donde las revoluciones del motor se han incrementado hasta producir cavitación en la hélice.

Más concretamente, el dispositivo (1) comprende:

- tres acelerómetros (2), destinados a ser instalados en el interior del casco del buque en una intersección de al menos dos elementos primarios de la estructura del casco en la zona cercana a la hélice,
- un conector destinado a ser vinculado con el tacómetro (3),

- una unidad de control (4), vinculada con los acelerómetros (2) y con dicho conector, para detectar la cavitación, y
- una interfaz (5), vinculada con la unidad de control (4), destinada a notificar la aparición de la cavitación a un usuario y las condiciones de navegación, así como una alarma visual que se activa cuando aparezca el fenómeno de cavitación.

Adicionalmente, el dispositivo (1) comprende un conector destinado a vincular la unidad de control (4) con un sistema de navegación del buque para que la unidad de control (4) registre las condiciones de operación del buque.

Estas condiciones de operación del buque comprenden información acerca de la velocidad del buque, el paso de la hélice y la potencia desarrollada por el motor.

Más concretamente, la unidad de control (4), ejecuta un algoritmo que comprende un método no intrusivo para detectar cavitación que comprende:

- adquirir, mediante los acelerómetros (2), la primera señal relativa a las vibraciones moduladas por la frecuencia de paso de pala de la hélice cuando existe cavitación,
- adquirir, mediante el tacómetro (3) la frecuencia de giro del motor de propulsión para determinar la frecuencia del paso de pala de la hélice,
- aplicar a la primera señal un filtro pasa altos para obtener una segunda señal que comprende los componentes de alta frecuencia, comprendida entre 8 kHz y 10 kHz, de la primera señal,
- aplicar a la segunda señal una transformada de Hilbert y su suma compleja con la segunda señal obteniendo una tercera señal que es compleja y cuyo módulo es la envolvente de la señal de alta frecuencia,
- generar un análisis espectral que comprende una serie de espectros en el dominio de la frecuencia asociados a diferentes instantes de tiempo, utilizando para ello segmentos de la segunda señal definidos por una ventana de tiempo preferentemente de hasta 8 segundos de duración y centradas en el instante de tiempo asociado al espectro, y obteniendo así las diversas intensidades de cada frecuencia de los segmentos de la tercera señal (figura 2),
- generar una cuarta señal, a partir de la serie de espectros, que comprende la serie histórica de intensidades de la componente espectral a la frecuencia del

- paso de pala para cada espectro, concretamente, cuando la hélice no cavita la cuarta señal sería equivalente a un "ruido blanco" con una varianza constante. Sin embargo, cuando empieza a aparecer el fenómeno de cavitación la cuarta señal cambia y su amplitud crece en función de la velocidad de giro de la hélice, es decir, en función del volumen de cavitación. Este fenómeno se muestra en figura 2, donde se representa el espectrograma de la tercera señal, donde inicialmente (región I), a bajas velocidad de giro de la hélice y en régimen de no cavitación. Cuando comienza a desarrollarse la cavitación (región II) se empiezan a distinguir no solo la componente correspondiente a la frecuencia de paso de pala si no algunos de sus armónicos, y ya cuando la cavitación está plenamente desarrollada (región III) se distingue claramente las modulaciones correspondientes a la frecuencia de paso de pala. El fenómeno de la cavitación, en este caso en concreto y no forma no limitativa, aparece en torno a las 300 rpm de giro de la hélice,
- 5
- 10
- 15
- establecer al menos un límite de amplitud de la intensidad de la cuarta señal en la frecuencia de paso de pala específico para el buque que cuando es superado indica la aparición de cavitación producida por la hélice. Concretamente, a partir de la cuarta señal, un algoritmo determina los límites específicos para cada buque. El algoritmo comprende una fase previa de aprendizaje para detectar el "ruido blanco" y establecer las características de la cuarta señal (media y varianza). Más concretamente, cuando la hélice no cavita la cuarta señal es un ruido blanco que no depende de la velocidad de buque. Este es detectado mediante la correlación entre la cuarta señal y la velocidad del buque cuando es estadísticamente cero, y a partir de la media y varianza de la cuarta señal se establece el límite de control. Cuando la hélice comienza a cavitarse, la cuarta señal, tal y como se muestra en la figura 3, comienza a depender significativamente de la velocidad del buque, por lo tanto la correlación de éste indicador con la velocidad deja de ser estadísticamente cero, lo que sirve para el establecimiento del límite de detección de cavitación durante la condición de no cavitación,

20

25

30

 - enviar en tiempo real información sobre la cuarta señal a la interfaz (5), y
 - notificar, mediante dicha interfaz (5), al usuario de la aparición de la cavitación.

REIVINDICACIONES

1.- Dispositivo (1) no intrusivo para detectar cavitación en un buque, en donde el buque comprende:

- 5 - un casco,
- una unidad de propulsión que a su vez comprende al menos un motor de propulsión, un sistema de transmisión y al menos una hélice con una pluralidad de palas, en donde el motor de propulsión y la hélice están vinculados entre sí por el sistema de transmisión,
- 10 - un tacómetro (3) acoplado con el sistema de transmisión, y
- un sistema de navegación del buque,

en donde, el dispositivo (1) está caracterizado porque comprende:

- al menos un acelerómetro (2), destinado a ser instalado en el interior del casco del buque en una intersección de al menos dos elementos primarios de la estructura del caso en la zona cercana a la hélice, para detectar una primera
15 señal que comprende unas vibraciones en el casco y que cuando existe cavitación está modulada por la frecuencia de paso de pala de la hélice,
- al menos un conector destinado a ser vinculado con el tacómetro (3) y/o con el sistema de navegación del buque,
- 20 - una unidad de control (4), vinculada con acelerómetro (2), con dicho conector y con una interfaz destinada a notificar la aparición de la cavitación a un usuario, que a su vez comprende:
 - medios de adquisición destinados a adquirir la primera señal y a adquirir a
25 partir del tacómetro (3) o del sistema de navegación del buque la frecuencia de giro del motor de propulsión para determinar la frecuencia de paso de pala de la hélice,
 - medios de filtrado de alta frecuencia destinados a filtrar la primera señal para obtener una segunda señal que comprende las componentes de alta frecuencia, entre 1 kHz y 20 kHz, de la primera señal,
 - 30 - medios de tratamiento de señales destinados a calcular la envolvente de la segunda señal mediante la aplicación de la transformada de Hilbert y posteriormente realizar su suma compleja con la segunda señal, obteniendo una tercera señal que es compleja y cuyo módulo es la envolvente de la segunda señal,

- medios de análisis espectral para obtener un espectro que cuantifica la intensidad de la tercera señal a varias frecuencias para comparar la intensidad de la componente del espectro a la frecuencia de paso de pala con un valor límite específico obtenido para cada buque, que cuando es superado indica la aparición de cavitación producida por la hélice, y
 - unos medios de cálculo para obtener una cuarta señal, que recoge una serie histórica, en el dominio del tiempo, del valor de la intensidad de la componente del espectro en la frecuencia de paso de pala.
- 5
- 10 2.- Dispositivo (1), según la reivindicación 1, caracterizado por que comprende tres acelerómetros (2) destinados a ser instalados en la intersección de al menos dos elementos primarios de la estructura del caso en la zona cercana a la hélice del buque.
- 3.- Dispositivo (1), según la reivindicación 1, caracterizado por que comprende un conector destinado a vincular la unidad de control (4) con el sistema de navegación del buque para que la unidad de control (4) registre las condiciones de operación del buque.
- 15
- 4.- Dispositivo (1), según la reivindicación 3, caracterizado por que las condiciones de operación del buque comprenden información acerca de una velocidad del buque, el paso de la hélice y una potencia desarrollada por el motor.
- 20
- 5.- Dispositivo (1), según la reivindicación 1, caracterizado por que los medios de filtrado de alta frecuencia están destinados a filtrar la primera señal para obtener una segunda señal que comprende los componentes de alta frecuencia entre 8 kHz y 10kHz.
- 25
- 6.- Método no intrusivo para detectar cavitación en un buque, que utiliza el dispositivo (1) descrito en una reivindicación anterior cualquiera, caracterizado por que el método comprende:
- adquirir, mediante el acelerómetro (2), la primera señal,
 - adquirir, mediante el tacómetro (3) y/o el sistema de navegación del buque, la frecuencia de giro del motor de propulsión para determinar la frecuencia de paso de pala de la hélice,
 - aplicar a la primera señal un filtro, mediante los medios de filtrado de alta frecuencia, para obtener la segunda señal que comprende los componentes de alta frecuencia, entre 1 kHz y 20kHz, de la primera señal,
- 30
- 35

- aplicar a la segunda señal una transformada de Hilbert y realizar su suma compleja con la segunda señal obteniendo una tercera señal que es compleja y cuyo módulo es la envolvente de la segunda señal,
- generar un análisis espectral de la tercera señal, mediante los medios de análisis, para cuantificar las intensidades de cada frecuencia de la tercera señal,
- 5 - localizar en el análisis espectral la intensidad de la componente en la frecuencia de paso de pala,
- generar la cuarta señal, que recoge en el dominio del tiempo el valor de la intensidad de la componente del espectro en la frecuencia de paso de pala,
- 10 - establecer al menos un límite de amplitud de la intensidad de la cuarta señal en la frecuencia de paso de pala específico para el buque que cuando es superado indica la aparición de cavitación producidas por la hélice,
- enviar en tiempo real información sobre la cuarta señal a la interfaz, y
- notificar, mediante dicha interfaz, al usuario de la aparición de la cavitación.

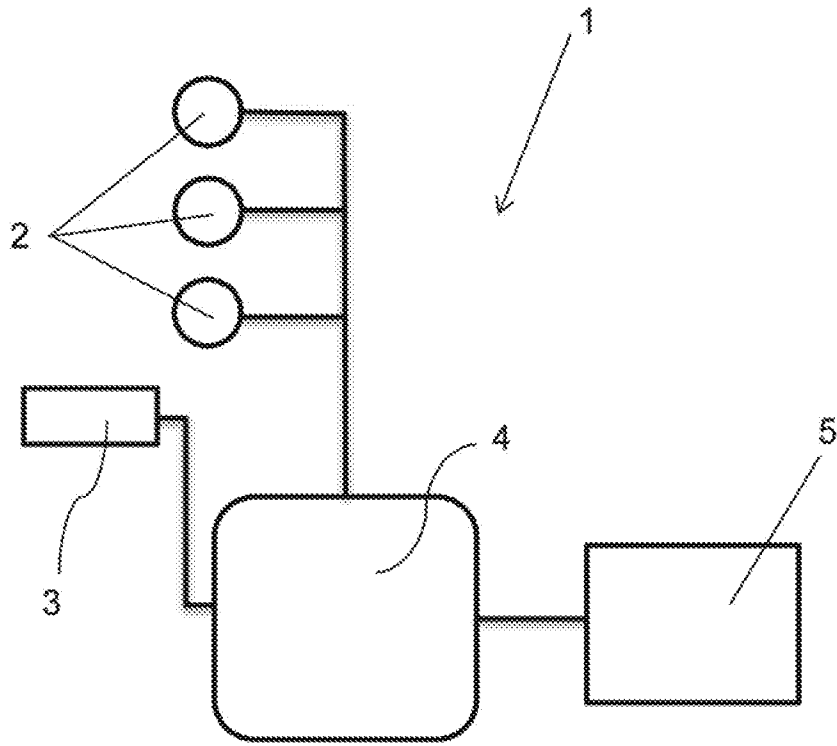


FIG. 1

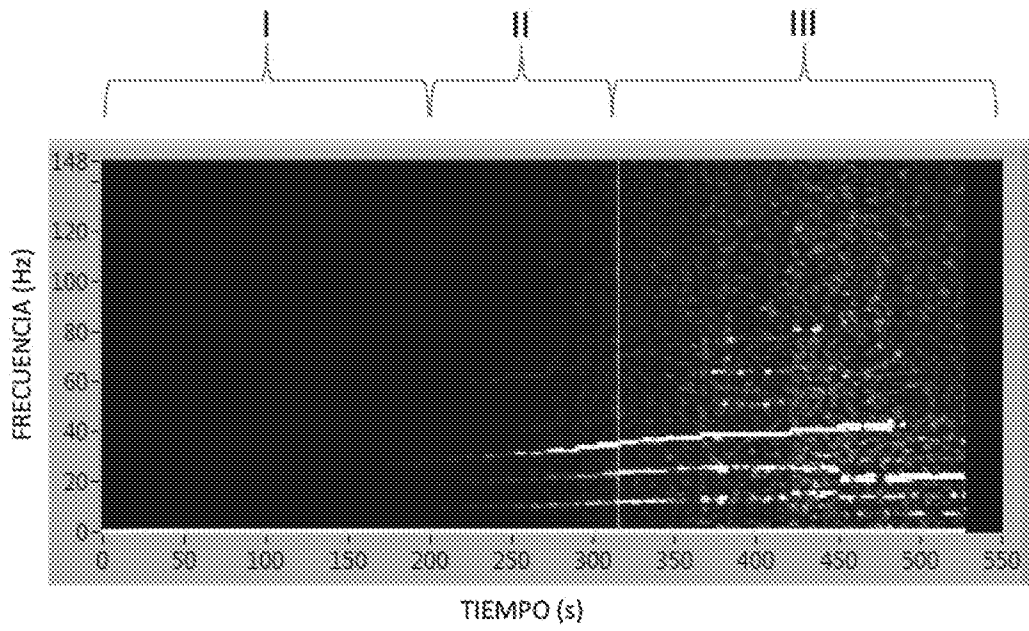


FIG. 2

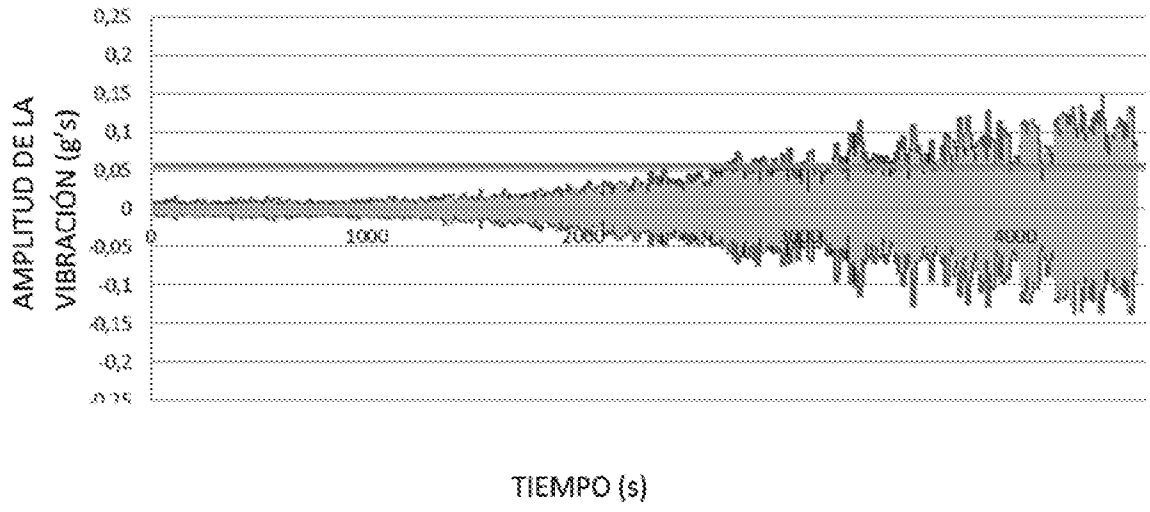


FIG. 3

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional N°
PCT/ES2017/070580

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD **INV. G01H3/08**
ADD.

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

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

G01H B63B

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados) **EPO-Internal, WPI Data**

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones N°
Y	<p>EP 2 634 084 A1 (ABB 0Y [F1]) 4 de septiembre de 2013 (2013-09-04) cibstPcict párrafos [0011], [0015], [0016], [0019], [0027], [0028], [0035]</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-6
Y	<p>JEUNG-HOON LEE ET AL: "Application of signal processing techniques to the detection of tip vortex cavitation noise in marine propeller", JOURNAL OF HYDRODYNAMICS, vol. 25, no. 3, 1 de julio de 2013 (2013-07-01), páginas 440-449, XP055428877, CN ISSN: 1001-6058, DOI: 10.1016/51001-6058(11)60383-2 Secciones: 1.3 DEMON análisis espectral; 2.3 Resultados de DEMON análisis</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-6
	-/--	

En la continuación del Recuadro C se relacionan otros documentos Los documentos de familias de patentes se indican en el Anexo

<p>* Categorías especiales de documentos citados:</p> <p>“A” documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.</p> <p>“E” solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.</p> <p>“L” documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).</p> <p>“O” documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.</p> <p>“P” documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.</p>	<p>“T” documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.</p> <p>“X” documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.</p> <p>“Y” documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.</p> <p>“&” documento que forma parte de la misma familia de patentes.</p>
--	--

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional. 29 de noviembre de 2017	Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional 08/12/2017
---	--

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Funcionario autorizado Mirkovic, Olinka
N° de fax	N° de teléfono

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional N°

PCT/ES2017/070580

C (continuación).		DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES
Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones N°
A	<p>US 2002/185046 A1 (MOTSENBOCKER MARVIN A [US]) 12 de diciembre de 2002 (2002-12-12) Todo el documento -----</p>	1-6
A	<p>D. Hanson, J. Antoni , G. Brown, R. Emslie: "Cyclostationarity for passive underwater detection of proellor craft: a development of DEMON processing", Proceedings of Acoustics 2008, 24 de noviembre de 2008 (2008-11-24), XP055056778, Geelong, Australia Recuperado de Internet: URL:http://www.acoustics.asn.au/conference/proceedings/AAS2008/papers/p63.pdf "[recuperado el 2013-03-15] Todo el documento -----</p>	1-6
A	<p>EP 2 805 175 A1 (ATLAS ELEKTRONIK GMBH [DE]) 26 de noviembre de 2014 (2014-11-26) Todo el documento -----</p>	1-6

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional N°

PCT/ES2017/070580

EP 2634084	A1	04-09-2013	AU 2013224970 A1	25-09-2014
			CA 2865734 A1	06-09-2013
			CN 104136317 A	05-11-2014
			EP 2634084 A1	04-09-2013
			JP 2015508734 A	23-03-2015
			KR 20140129294 A	06-11-2014
			RU 2014138807 A	20-04-2016
			SG 11201405194T A	30-03-2015
			US 2015100185 A1	09-04-2015
			WO 2013127928 A1	06-09-2013

US 2002185046	A1	12-12-2002	NINGUNA	

EP 2805175	A1	26-11-2014	AU 2013211192 A1	07-08-2014
			DE 102012000788 A1	18-07-2013
			EP 2805175 A1	26-11-2014
			SG 11201403001Q A	28-08-2014
			WO 2013107666 A1	25-07-2013

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/ES2017/070580

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01H3/08
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01H B63B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 2 634 084 A1 (ABB OY [FI]) 4 September 2013 (2013-09-04) abstract paragraphs [0011], [0015], [0016], [0019], [0027], [0028], [0035] -----	1-6
Y	JEUNG-HOON LEE ET AL: "Application of signal processing techniques to the detection of tip vortex cavitation noise in marine propeller", JOURNAL OF HYDRODYNAMICS, vol. 25, no. 3, 1 July 2013 (2013-07-01), pages 440-449, XP055428877, CN ISSN: 1001-6058, DOI: 10.1016/S1001-6058(11)60383-2 Sections: 1.3 DEMON spectrum analysis; 2.3 Results of DEMON analysis ----- -/--	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 29 November 2017	Date of mailing of the international search report 08/12/2017
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Mirkovic, Olinka

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/ES2017/070580

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2002/185046 A1 (MOTSENBOCKER MARVIN A [US]) 12 December 2002 (2002-12-12) the whole document	1-6
A	----- D. Hanson, J. Antoni, G. Brown, R. Emslie: "Cyclostationarity for passive underwater detection of prolellor craft: a development of DEMON processing", Proceedings of Acoustics 2008, 24 November 2008 (2008-11-24), XP055056778, Geelong, Australia Retrieved from the Internet: URL: http://www.acoustics.asn.au/conference_proceedings/AAS2008/papers/p63.pdf [retrieved on 2013-03-15] the whole document	1-6
A	----- EP 2 805 175 A1 (ATLAS ELEKTRONIK GMBH [DE]) 26 November 2014 (2014-11-26) the whole document -----	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/ES2017/070580

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2634084	A1	04-09-2013	AU 2013224970 A1 25-09-2014 CA 2865734 A1 06-09-2013 CN 104136317 A 05-11-2014 EP 2634084 A1 04-09-2013 JP 2015508734 A 23-03-2015 KR 20140129294 A 06-11-2014 RU 2014138807 A 20-04-2016 SG 11201405194T A 30-03-2015 US 2015100185 A1 09-04-2015 WO 2013127928 A1 06-09-2013

US 2002185046	A1	12-12-2002	NONE

EP 2805175	A1	26-11-2014	AU 2013211192 A1 07-08-2014 DE 102012000788 A1 18-07-2013 EP 2805175 A1 26-11-2014 SG 11201403001Q A 28-08-2014 WO 2013107666 A1 25-07-2013
