

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 615 809**

21 Número de solicitud: 201631097

51 Int. Cl.:

G01H 3/00 (2006.01)

B63B 9/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

16.08.2016

43 Fecha de publicación de la solicitud:

08.06.2017

Fecha de la concesión:

07.03.2018

45 Fecha de publicación de la concesión:

14.03.2018

73 Titular/es:

TÉCNICAS Y SERVICIOS DE INGENIERIA, S.L.
(100.0%)

Avda. Pío XII, 44. Bajo Izda. Torre 2.
28016 Madrid (Madrid) ES

72 Inventor/es:

BELTRÁN PALOMO, Publio y
MORENO RODRÍGUEZ, Alfonso

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

54 Título: **DISPOSITIVO NO INTRUSIVO Y MÉTODO PARA DETECTAR CAVITACIÓN EN UNBUQUE**

57 Resumen:

Dispositivo no intrusivo y método para detectar cavitación en un buque.

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 intersección de al menos dos elementos primarios de la estructura del casco 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.

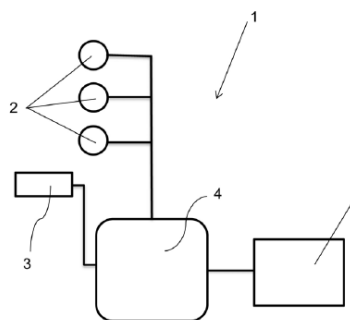


FIG. 1

ES 2 615 809 B1

**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 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.

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.

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.

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.

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.

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.

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. Estos métodos de detección de cavitación se basan en la medición y el análisis de
5 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 realización de orificios en el casco y por tanto sacar el buque a dique con el coste asociado.

10

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 real y forma diferenciadora para cada buque.

15

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

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

- un casco,
- 20 - 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,
- un tacómetro acoplado con el sistema de transmisión del buque, y
- 25 - un sistema de navegación.

30

Más concretamente, el dispositivo comprende:

- 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,
- 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 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
5 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
10 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,
- 15 - 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
20 alta frecuencia, entre 1 kHz y 20kHz, de la primera señal,
- 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
25 análisis, para cuantificar las intensidades de cada frecuencia de la tercera señal,
- 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,
- 30 - 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.

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

5 **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.

15

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.

20

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:

25

- 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.

30

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),
- 5 - 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.

10

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.

15

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:

20

- 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,
- 25 - 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,
- 30 - 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,
- 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,

- 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.

5

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.

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.

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.

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.

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,
- 5 - 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,
- 10 - 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,
- 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
15 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.

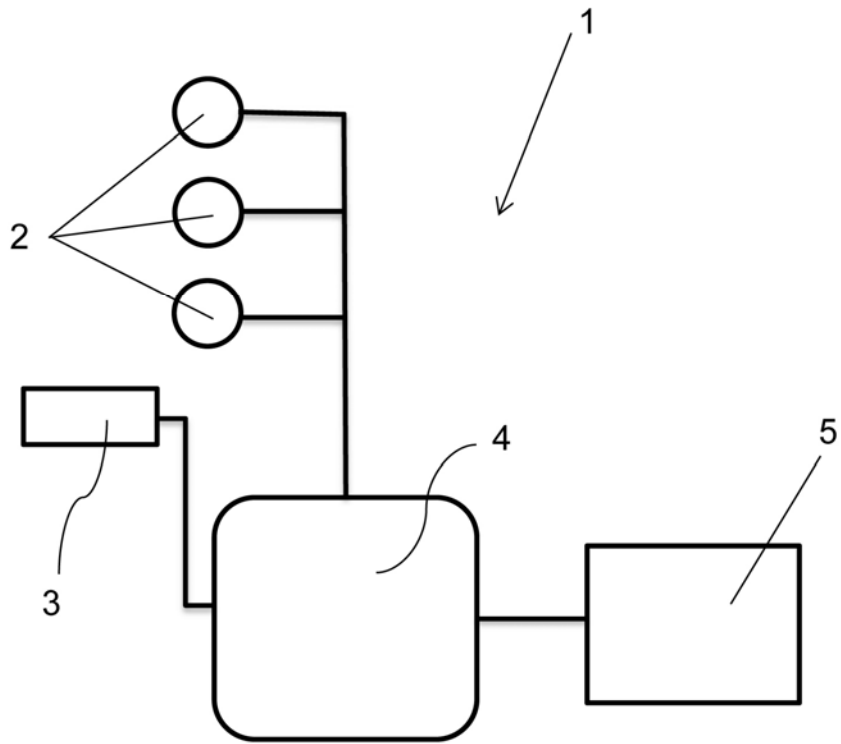


FIG. 1

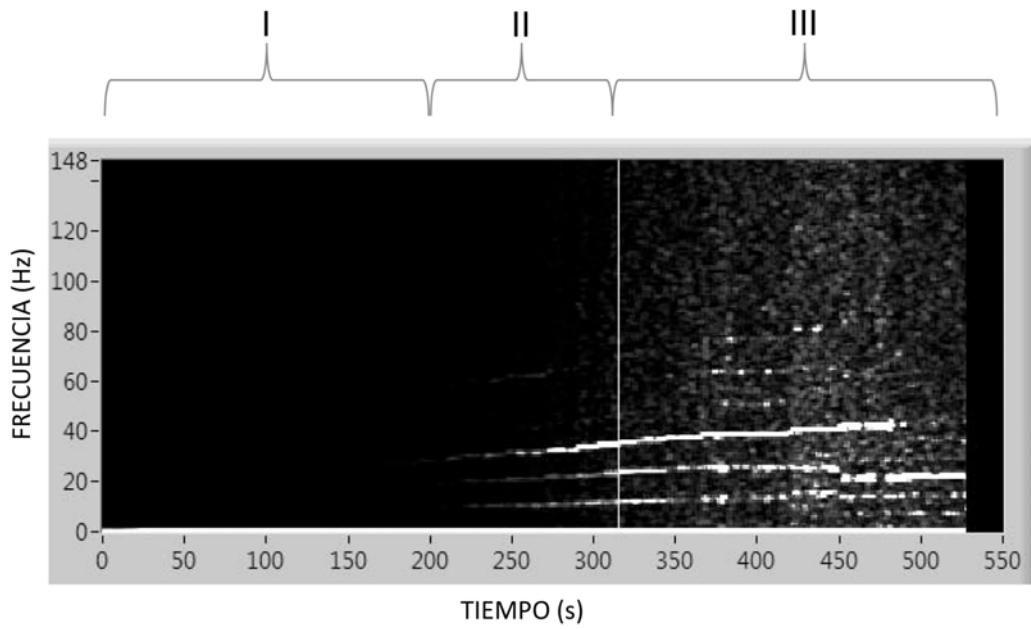


FIG. 2

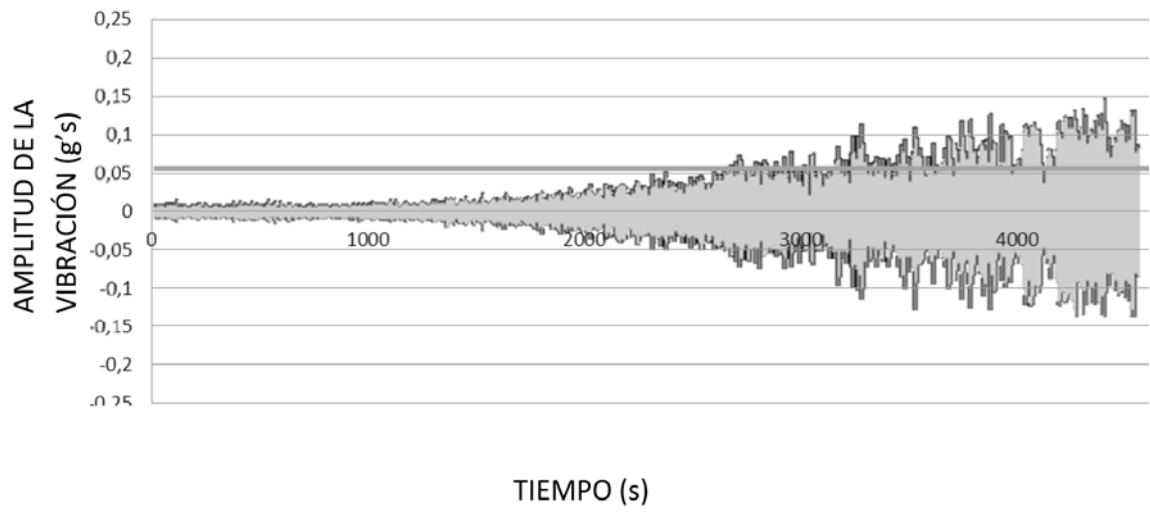


FIG. 3



21 N.º solicitud: 201631097

22 Fecha de presentación de la solicitud: 16.08.2016

32 Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

51 Int. Cl.: **G01H3/00** (2006.01)
B63B9/00 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	56 Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	(ESCALER et al.) "DETECTION OF CAVITATION IN HYDRAULIC TURBINES.", Mechanical Systems and Signal processing, Vol. 20, Nº 4, páginas 983 – 1007, 01/05/2006 ISSN 0888-3270 DOI:10.1016/j.ymssp.2004.08.006	1-6
A	(BAO et al.) "ADAPTIVE EXTRACTION OF MODULATION FOR CAVITATION." NOISE., The Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 126, Nº 6, páginas 3106 – 3113, 01/12/2009 ISSN 0001-4966 DOI:10.1121/1.3244987	1-6
A	CN 103412298 A (ORDNANCE SCIENCE AND RES ACADEMY) 27/11/2013, resumen	1-6
A	(BAO et al.) "EMD-BASED EXTRACTION OF MODULATED CAVITATION NOISE.", Mechanical Systems and Signal processing Vol. 24, Nº 7, páginas 2124 – 2136, 01/10/2010 ISSN 0888-3270	1-6
A	CN 102252748 A (UNIV SOUTHEAST) 23/11/2011, resumen	1-6

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
29.05.2017

Examinador
F. J. Olalde Sánchez

Página
1/4

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

G01H, B63B

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

INVENES, EPODOC, WPI, XPESP

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 29.05.2017

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-6	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-6	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	DETECTION OF CAVITATION IN HYDRAULIC TURBINES	01.05.2006
D02	ADAPTIVE EXTRACTION OF MODULATION FOR CAVITATION NOISE.	01.12.2009
D03	CN 103412298	27.11.2013
D04	EMD-BASED EXTRACTION OF MODULATED CAVITATION NOISE.	01.10.2010

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

De acuerdo con el artículo 29.6 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/86 de Patentes se considera, preliminarmente y sin compromiso, que los objetos definidos por las reivindicaciones 1-6 cumplen aparentemente los requisitos de novedad en el sentido del artículo 6.1 de la Ley 11/86 de Patentes (LP), y de actividad inventiva en el sentido del artículo 8.1 LP, en relación con el estado de la técnica establecido por el artículo 6.2 de dicha Ley. En concreto,

La solicitud incluye dos reivindicaciones independientes que definen un dispositivo (reivindicación 1) y un método que utiliza dicho dispositivo (reivindicación 6) para detectar cavitación en buques. La solicitud incluye cuatro reivindicaciones dependientes (reivindicaciones 2-5).

Se considera el documento D01 como el más cercano en la técnica. D01 divulgó dispositivos y métodos que utilizan dichos dispositivos para detectar cavitación que comprenden al menos un acelerómetro instalado en zonas cercanas a los álabes de una turbina; al menos un conector vinculado a un tacómetro; una unidad de control que comprende medios de adquisición de una primera señal de vibraciones modulada a una frecuencia relacionada con la aparición de cavitación, medios de filtrado de alta frecuencia entre 1 y 20 khz para obtener una segunda señal, medios de tratamiento de señales para calcular la envolvente de la segunda señal mediante la aplicación de la transformada de Hilbert y la realización de la suma compleja con dicha segunda señal para obtener una tercera señal, medios de análisis espectral para obtener un espectro que cuantifica la intensidad de la tercera señal a la frecuencia de modulación relacionada con la aparición de la cavitación.

Los documentos D02-D04 divulgaron la relación entre el ruido producido por la cavitación de la hélice de un buque y la frecuencia de paso de pala, modulando ésta dicho ruido.

De ninguno de los documentos citados ni de su combinación parece derivar de un modo evidente la disposición de medios de cálculo para obtener una cuarta señal que recoja una serie histórica en el dominio del tiempo del valor de la intensidad de la componente espectral a la frecuencia del paso de pala de la tercera señal y su comparación con un valor límite específico para cada buque, indicándose la aparición de cavitación cuando éste es superado,