

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 978 161**

51 Int. Cl.:

B63B 39/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.08.2017** **PCT/IT2017/000183**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.03.2018** **WO18055649**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.08.2017** **E 17801510 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.01.2024** **EP 3515803**

54 Título: **Procedimiento para controlar el movimiento de balanceo y/o cabeceo de un buque con velocidad nula o baja del buque**

30 Prioridad:

20.09.2016 IT 201600094283

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

06.09.2024

73 Titular/es:

PSC ENGINEERING S.R.L. (100.0%)
Via Masera 6
10146 Torino, IT

72 Inventor/es:

CRUPI, SANTINO

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 978 161 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 controlar el movimiento de balanceo y/o cabeceo de un buque con velocidad nula o baja del buque

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para controlar el movimiento de balanceo y/o cabeceo de un buque con velocidad nula o baja del buque.

10 En particular, la presente invención se refiere a un procedimiento para determinar la posición de las aletas para reducir el ángulo de balanceo y/o cabeceo de un buque, fondeado con velocidad nula o navegando con velocidad baja.

15 La reducción del movimiento de balanceo de un buque con velocidad nula o baja se obtiene al girar las aletas para crear un movimiento de balanceo capaz de frenar el movimiento de balanceo del buque. Es bien sabido, en efecto, que la fuerza, con velocidad nula o baja del buque, se desarrolla a partir de la velocidad de rotación de las aletas o de otros dispositivos.

20 La técnica anterior está representada por la patente EP2669177B1, que trata de un procedimiento para controlar una aleta estabilizadora para estabilizar el balanceo de buques inmóviles y fondeados, que comprende las etapas de: detectar al menos un valor de identificación para el balanceo del buque; estimar la oscilación esperada del balanceo del buque en función del valor detectado; determinar una trayectoria para mover la aleta estabilizadora en función del balanceo esperado; y controlar el movimiento de la aleta estabilizadora en función de la trayectoria.

25 El procedimiento de la patente EP2669177B1 permite modelar la oscilación del balanceo del buque a través de una onda sinusoidal y determinar una trayectoria para mover la aleta estabilizadora en función de la estimación del momento desestabilizador del mar y del momento estabilizador de la aleta.

30 En particular, el procedimiento de la patente EP2669177B1 permite evaluar a qué velocidad es conveniente mover la aleta para que tenga un efecto estabilizador, al elegir progresivamente el tipo de trayectoria más adecuada para evitar tener que frenar la aleta cuando la contribución estabilizadora se vuelve negativa. El instante en que se aplica el movimiento de la aleta es aquel en el que se produce el paso del balanceo desde cero o poco antes.

35 En general, la solución adoptada por todos los fabricantes de aletas permite hacer un golpe de aleta cuando el ángulo de balanceo del buque pasa del valor cero, específicamente, cuando la velocidad de balanceo asume su valor máximo, o a horcajadas de este valor. Las aletas se mueven de forma no continua, el llamado bang-bang, o pataleo, de un extremo al otro, lo que disipa la máxima energía de balanceo para poder tener la máxima amortiguación.

40 En el estado actual de la técnica, al mover la aleta estabilizadora en la zona de máxima velocidad de balanceo, específicamente con un ángulo de balanceo de alrededor de 0° correspondiente a un buque horizontal, el buque se detiene, si la acción de las aletas es suficiente, cuando el ángulo de balanceo no está en un punto de equilibrio estable. Por lo tanto, el buque se ve obligado a moverse al volver hacia el punto de equilibrio estable. De esta manera, el ángulo de balanceo tiende a ir en la dirección opuesta y a requerir una corrección adicional de las aletas. Esto implica la imposibilidad práctica de estabilizar los pequeños movimientos lo que crea al mismo tiempo una carrera de movimiento y control posterior, en la que el buque se ve obligado a realizar todavía un pequeño ángulo de balanceo para poder volver a su equilibrio, pero sin maximizar la amortiguación y, menos aún, la comodidad.

45 Además, el movimiento discontinuo, el llamado bang-bang o pataleo, de las aletas, en el área de máxima velocidad de balanceo o junto al área de máxima energía cinética, genera un movimiento de balanceo resistente que puede percibirse por un pasajero a bordo del buque, con una molesta sacudida transversal, conocida como tirón y bien descrito en la literatura, cuando las aletas inician su recorrido y, a menudo, también cuando las aletas se detienen.

50 El objeto de la presente invención es resolver los problemas de la técnica anterior, al proporcionar un procedimiento que permita disipar la energía de balanceo de un buque, sin aplicar la relación comúnmente usada, de acuerdo con la cual: una comodidad máxima y una amortiguación máxima de los movimientos de balanceo de un buque corresponden a la disipación máxima de energía.

55 Un objeto adicional es poder abandonar un procedimiento siguiendo tal relación de uso común. Específicamente: mover la aleta al pasar del balanceo desde cero o cerca de cero.

60 Un objeto adicional es proporcionar un procedimiento que permita detener el ángulo de balanceo del buque en cero o en su punto de equilibrio estable, cuando el momento desarrollado por la aleta es suficiente para contrarrestar el movimiento de balanceo.

Un objeto adicional es proporcionar un procedimiento que permita crear una acción de las aletas libre de sacudidas transversales, con todas las ventajas para la comodidad.

65 Un objeto adicional es proporcionar un procedimiento que permita una acción de control capaz de agotarse en un punto de equilibrio estable del balanceo en lugar de iniciar en tal punto o junto a tal punto.

Los anteriores y otros objetos y ventajas de la invención, como resultan de la siguiente descripción, se obtienen con un procedimiento para controlar el movimiento de balanceo de un buque, con velocidad nula o baja del buque, como se reivindica en la reivindicación 1. Las realizaciones preferentes y las variaciones no triviales de la presente invención son el tema de las reivindicaciones dependientes.

Se pretende que todas las reivindicaciones adjuntas sean una parte integral de la presente descripción.

Será inmediatamente obvio que pueden hacerse numerosas variaciones y modificaciones (por ejemplo, relacionadas con la forma, los tamaños, las disposiciones y las partes con funcionalidad equivalente) a lo que se describe, sin apartarse del ámbito de la invención según se desprende de las reivindicaciones adjuntas.

La presente invención se describirá mejor mediante algunas realizaciones preferentes de la misma, que se proporcionan como un ejemplo no limitante, con referencia a las Figuras adjuntas, en las que:

- La Figura 1 muestra un gráfico temporal del comportamiento de la velocidad de balanceo, Roll Rate, y del ángulo de balanceo, Roll Angle, con velocidad nula o baja de un buque, de acuerdo con la presente invención;
- La Figura 2 muestra un gráfico temporal del comportamiento de la velocidad de balanceo, Roll Rate, y del ángulo de la aleta de estribor, Fin DEG, de acuerdo con la presente invención;
- La Figura 3 muestra una porción ampliada del gráfico temporal de la Figura anterior; y
- La Figura 4 muestra una porción ampliada de un gráfico temporal referido a parte del procedimiento donde existe la limitación del ángulo máximo de inclinación de la aleta estabilizadora.

Con referencia a las Figuras, es posible observar que un procedimiento para controlar el movimiento de balanceo de un buque, con velocidad nula o baja del buque, a través de al menos una aleta estabilizadora, comprende las siguientes etapas:

- a. iniciar el movimiento de la aleta estabilizadora cuando inicia el movimiento de balanceo;
- b. imprimir una ley de movimiento de la aleta estabilizadora en función de la velocidad de balanceo;
- c. finalizar el movimiento de la aleta estabilizadora cuando finaliza el movimiento de balanceo.

En particular, el movimiento de la aleta estabilizadora se detiene junto a cualquier posición alcanzada por la propia aleta estabilizadora.

Como ejemplo no limitativo, la aleta estabilizadora se mueve, con una velocidad proporcional a la velocidad de balanceo, para poder crear un momento estabilizador gradual y opuesto al movimiento de balanceo.

Junto a una velocidad de balanceo nula, la aleta estabilizadora se detiene inmediatamente y mantiene la posición alcanzada, sea cual sea la posición alcanzada.

Junto a una velocidad de balanceo no nula, la aleta estabilizadora comienza a moverse de nuevo, al iniciar desde la posición alcanzada en un ciclo anterior para controlar el movimiento de balanceo del buque.

La ley de movimiento de la aleta estabilizadora es de tipo continuo.

Preferentemente, el movimiento de la aleta estabilizadora es oscilante con respecto a un eje de rotación.

Si se alcanza un ángulo de inclinación máximo, la aleta estabilizadora permanece inmóvil hasta que la velocidad de balanceo cambia de dirección, para poder entonces iniciar el movimiento en dirección opuesta.

Ventajosamente, tal procedimiento puede aplicarse a dispositivos como aletas, efecto Magnus, giroscopios, masas en movimiento, péndulos activos, cajas con desplazamiento de líquido, cajas externas colocadas en agua, estabilización de balanceo con timón, estabilización de balanceo con hélice azimutal o propulsión. De acuerdo con el estado de la técnica, todos estos dispositivos se activan al paso del balanceo desde cero o cerca de él.

Además, tal procedimiento puede transferirse para definir el control de la estabilización del cabeceo cuando está fondeado o a baja velocidad.

El procedimiento para controlar el movimiento de balanceo con velocidad cero o baja del buque de la presente invención permite obtener los objetos establecidos.

La máxima amortiguación del balanceo, y la mejor comodidad, se obtienen si la aleta inicia el movimiento cuando comienza el movimiento de balanceo, y si la aleta sigue moviéndose en función de la velocidad de balanceo, no sólo en el área con máxima velocidad de balanceo, paso del balanceo desde cero, o punto de equilibrio, sino siempre que el balanceo se mueve, velocidad de balanceo no nula.

De acuerdo con el procedimiento de la presente invención, la aleta se mueve si la velocidad de balanceo del buque no es nula. En particular, la aleta se mueve con una velocidad de rotación en función de la velocidad de balanceo del buque. Por lo tanto, si el movimiento de balanceo desarrollado por la aleta es suficiente, o el ángulo de balanceo inicial es lo suficientemente pequeño, el movimiento de la aleta es capaz de detener el ángulo de balanceo del buque en cero, o en el punto de balanceo de equilibrio estable. La aleta se bloquea en el ángulo alcanzado cuando la velocidad de balanceo asume el valor cero, ángulo de balanceo constante. Dado que la posición de balanceo nulo es una posición de equilibrio estable, el buque permanece allí hasta que los momentos de balanceo externos lo mueven. Además, mover las aletas junto al movimiento de balanceo, en función de la velocidad de balanceo, crea una acción de las aletas que no crea sacudidas, una ventaja para la comodidad.

El procedimiento de la presente invención permite detener el buque en su punto de equilibrio estable al eliminar la necesidad de la siguiente oscilación.

La estabilización de balanceo con velocidad cero del buque, cuando está fondeado, obtenida con las aletas estabilizadoras que se mueven con una velocidad de rotación proporcional a la velocidad de balanceo del buque, permite obtener una amortiguación de balanceo que es mayor que los otros procedimientos usados actualmente y con una menor carga de trabajo de las aletas. Además, no hay sacudidas transversales desagradables, el tirón desagradable, que en cambio están presentes en los sistemas bang-bang o pataleo, y en todos los procedimientos de accionamiento de las aletas cuando el balanceo pasa o cerca de su paso desde cero. Los sistemas bang-bang, para evitar tener estas desagradables sacudidas transversales, deben limitar la acción de control que produce una amortiguación del balanceo inferior a la que es posible obtener con el mismo número de aletas o aumentar el tamaño de las aletas instaladas para reducir la necesidad de su movimiento.

El procedimiento de la presente invención se aplica a la estabilización del balanceo de los buques con velocidad nula o baja del buque. Sin embargo, dicho procedimiento puede extenderse en general a cualquier superficie o dispositivo que usa componentes de ala, tal como aletas, aletas batientes DMS y sistemas con efecto Magnus.

El procedimiento de la presente invención se soporta analíticamente mediante el siguiente algoritmo matemático.

Dado:

$\delta_{aleta}(t)$ el ángulo de la aleta en el tiempo,
 $p(t)$ la velocidad de balanceo del buque,
 $functionOf(p(t))$ una función no lineal de la velocidad de balanceo, y
 K_p factor de ganancia,

el componente del control de balanceo cuando se está fondeado y con velocidad baja del buque es:

$$\frac{d}{dt} \delta_{aleta}(t) = functionOf(p(t)) \quad (1)$$

que, en la realización más simple, pero sin embargo excepcionalmente eficiente, es proporcional a la velocidad de balanceo a través de una ganancia:

$$\frac{d}{dt} \delta_{aleta}(t) = K_p * p(t) \quad (2)$$

La velocidad de accionamiento de la aleta es proporcional, o una función no lineal, a la velocidad de balanceo. La fuerza desarrollada por la aleta depende de su velocidad de rotación. Por lo tanto, en la medida en que el buque tiene una velocidad de balanceo no nula, la aleta gira, lo que crea un movimiento de balanceo que se opone al movimiento de balanceo del buque. Cuando la velocidad de balanceo del buque es nula, las aletas permanecen en su valor alcanzado (valor constante) a la espera de iniciar de nuevo el movimiento para contrarrestar el movimiento de balanceo. Las aletas se pueden detener en una posición no nula, incluso diferente para cada aleta, si se gestiona independientemente. El movimiento de las aletas con valor medio no nulo es una peculiaridad del procedimiento de la invención.

También la ganancia K_p puede ser simplemente un coeficiente o puede determinarse de una manera más compleja en función del estado del mar, ancho del movimiento de balanceo, velocidad máxima de la aleta, golpe de aleta, elevación de la aleta u otros parámetros ambientales o de comodidad.

Generalmente, la aleta se acciona en ángulo. La forma equivalente, que permite obtener el ángulo de la aleta, es:

$$\delta_{aleta}(t) = \int K_p * p(t) * dt \quad (3)$$

Los límites de integración son los valores máximo y mínimo de las aletas. Cuando la velocidad de balanceo es nula, el ángulo de balanceo está equilibrado, o en un máximo o mínimo, la aleta se detiene e inicia de nuevo el movimiento cuando el buque vuelve a tener el movimiento de balanceo.

$$\delta_{aleta}(t) = \int_{\delta_{min}}^{\delta_{max}} K_p * p(t) * dt \quad (4)$$

La ley de regulación (4) permite obtener los máximos niveles de amortiguación del balanceo, con el mismo tamaño de aleta. Esta situación es de tipo continuo, específicamente, no bang-bang ni pataleo, y anula cualquier tirón hidrodinámico que crea fastidiosas aceleraciones de balanceo, específicamente, aceleraciones transversales percibidas por los pasajeros que se encuentran en las diversas cubiertas del buque.

Aplicar un golpe de aleta alrededor de la máxima velocidad de balanceo, como se realiza actualmente, significa agregar repentinamente un movimiento de balanceo que distorsiona la curva de velocidad angular en su punto máximo.

Por otra parte, una aplicación del momento de amortiguación continuo, que inicia cuando la velocidad de balanceo es pequeña, no genera este fenómeno y garantiza la máxima comodidad con la máxima capacidad de amortiguación de balanceo.

Además, dado que se trata de una solución continua, tal ley de movimiento permite amortiguar también los pequeños movimientos de balanceo, sin dejar ningún rango de balanceo sin cubrir. Con las mismas aletas, buque y mar, este procedimiento garantiza una mayor amortiguación del balanceo, con una menor carga de trabajo de las aletas y con un menor desgaste del sistema global. La evaluación de la carga de trabajo de la aleta, para la estabilización cuando está fondeada, debe realizarse con el cálculo de la desviación estándar de la velocidad de la aleta y no con la desviación estándar del ángulo de la aleta, como suele ocurrir.

Con este control también es necesario acostumbrarse a anomalías aparentes con respecto a lo que se está acostumbrado a observar.

De hecho, las aletas pueden detenerse en un ángulo no nulo, de acuerdo para las que están en la misma parte del buque y en oposición en el lado opuesto, cuando se accionan juntas. Si las aletas se accionan por separado, para tener en cuenta las condiciones específicas, cada aleta puede asumir un valor diferente. El valor medio de las aletas es cero con los procedimientos de regulación actuales, mientras que con el procedimiento de la invención las aletas, en la estabilización cuando están fondeadas o con una velocidad baja del buque, pueden detenerse en cualquier ángulo y no necesariamente en cero, cuando el balanceo asume un valor nulo o de equilibrio.

El componente de control de balanceo descrito es particularmente eficiente en la estabilización cuando está fondeado, pero también con una velocidad baja del buque. De hecho, a baja velocidad, es posible desarrollar un par de balanceo capaz de reducir los movimientos de balanceo del barco cuando la elevación de la aleta, debido al avance del buque y a la elevación clásica (con ángulo de ataque), es pequeña.

Una solución equivalente es mover las aletas con una función de aceleración angular de la aceleración angular del balanceo.

Otra solución equivalente es tener en cuenta el máximo o mínimo relativo del ángulo de balanceo, dentro de un medio periodo, y crear una nueva cantidad de control: ángulo de desplazamiento desde el balanceo máximo; o: ángulo de desplazamiento desde el balanceo mínimo. Esto permite obtener un regulador como aumento o disminución de la aleta en una cantidad proporcional al desplazamiento máximo o mínimo del balanceo. El ángulo de aleta requerido es igual al valor del ángulo requerido en el punto de balanceo máximo o mínimo relativo, sumado a la diferencia entre el balanceo instantáneo y el balanceo máximo o mínimo relativo, multiplicado por K_p .

Específicamente, desde un punto de inversión del balanceo, identificado en el momento en que se produce, hasta el siguiente punto de inversión, máximo relativo o mínimo relativo, el ángulo de aleta solicitado es:

$$\delta_{aleta}(t) = \delta_{aleta}(t_{inversión}) + \int_{t_{inversión}}^t K_p * p(t) * dt = \delta_{aleta}(t_{inversión}) + K_p * (\phi(t) - \phi(t_{inversión})) \quad (5)$$

en el que $\phi(t)$ es el ángulo de balanceo en el tiempo.

Esta solución, aunque teóricamente equivalente, es más complicada de implementar. La aplicación con la integral de la velocidad de balanceo es muy simple y eficiente. Además, puede usarse para determinar la ganancia de acuerdo con los procedimientos de diseño de la teoría de controles. A veces, se puede preferir la otra forma por otras razones: el ruido del

sensor de balanceo es menor que el ruido integral de la velocidad de balanceo, el sensor de balanceo no inercial o la integral de la velocidad de balanceo es conveniente cuando el sensor de balanceo es inercial y la velocidad de balanceo es particularmente precisa.

Con este procedimiento de estabilización, los pequeños movimientos de los grandes buques se amortiguan con altos niveles de amortiguación cuando están fondeados y, en particular, la amortiguación aumenta cuando el ancho del ángulo de balanceo disminuye. Actualmente, los sistemas estabilizadores cuando están fondeados no son capaces de reducir los pequeños movimientos de balanceo del buque y tienen, de hecho, un decaimiento de la amortiguación cuando el ángulo de balanceo disminuye, lo que crea una clara paradoja: cuando se necesitan pequeñas fuerzas desarrolladas, las aletas son menos capaces de amortiguar el balanceo con respecto a movimientos de balanceo mayores.

Esta innovación permite reducir excepcionalmente las pequeñas oscilaciones del balanceo, particularmente importantes en los grandes buques. En los yates grandes, los pequeños movimientos son la causa de una grave falta de comodidad. Una oscilación de balanceo de sólo $\pm 0,5^\circ$ genera, en una posición lateral para un buque de 20 m de ancho, una oscilación vertical de más de 17 cm. El procedimiento de control de la invención es capaz de amortiguar estas oscilaciones en valores superiores al 90 %, debido a su funcionalidad continua. Esta innovación permite amortiguar el movimiento de balanceo del buque con un poco período de balanceo (menos de seis o siete segundos); en realidad, con el procedimiento bang-bang, la amortiguación del balanceo de este buque es muy baja o negativa.

El procedimiento se puede aplicar a una estabilización del balanceo cuando se está fondeado o con baja velocidad del buque y a la estabilización del cabeceo cuando se está fondeado o con baja velocidad del buque. Se aplica a todos los dispositivos: aletas, flap, aletas batientes (DMS), efecto Magnus, giroscopios, masas en movimiento, péndulos activos, cajas con desplazamiento de líquido, cajas externas colocadas en agua, estabilización de balanceo con timón, estabilización de balanceo con hélice azimutal o propulsión.

Se aplica a la estabilización de balanceo, cabeceo y sacudida de cuerpos sumergidos y de plataformas flotantes, y puede usarse en cualquier regulación, a través del componente de control 'integral de velocidad', de la cantidad considerada: integral de velocidad de balanceo si la cantidad a regular es balanceo, integral de velocidad de cabeceo si la cantidad a regular es cabeceo, integral de velocidad de elevación si la cantidad a regular es elevación.

En la implementación práctica, es necesario tener en cuenta también la velocidad angular máxima de la aleta, MaxFinRate, o del control en general, y posiblemente la aceleración angular máxima.

La fórmula de implementación pasa a ser:

$$\frac{d}{dt} \delta_{aleta}(t) = \left[functionOf(p(t)) \right]_{-MaxFinRate}^{+MaxFinRate} \quad (6)$$

para la solución lineal:

$$\frac{d}{dt} \delta_{aleta}(t) = \left[K_p * p(t) \right]_{-MaxFinRate}^{+MaxFinRate} \quad (7)$$

El control del ángulo de las aletas pasa a ser:

$$\delta_{aleta}(t) = \int_{\delta_{mín}}^{\delta_{máx}} \left[K_p * p(t) \right]_{-MaxFinRate}^{+MaxFinRate} * dt \quad (8)$$

El procedimiento de la presente invención, implementado a través del algoritmo anteriormente descrito, permite obtener un comportamiento del ángulo de rotación de la aleta estabilizadora similar a que se muestra en la Figura 2.

Con referencia a la Figura 2, la aleta se mueve cuando la velocidad de balanceo no es nula. Las líneas verticales, Figuras 2, 3 y 4, muestran el punto en el que la velocidad de balanceo es cero y la aleta está inmóvil. En este punto, la aleta inicia el movimiento con el procedimiento de estabilización descrito.

El procedimiento de la presente invención se refiere a realizaciones prácticas de: software, en el caso de sistemas informáticos o los PLC; hardware, en el caso de sistemas de circuitos analógicos; dispositivos físicos, en caso de realizaciones a través de reguladores neumáticos o mecánicos.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para controlar el movimiento de balanceo de un buque, con velocidad nula o baja del buque, a través de al menos una aleta estabilizadora, comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas:
5
a. iniciar un movimiento de la aleta estabilizadora cuando inicia el movimiento de balanceo;
b. imprimir una ley de movimiento de la aleta estabilizadora en función de la velocidad de balanceo;
c. finalizar el movimiento de la aleta estabilizadora cuando finaliza el movimiento de balanceo, en el que el movimiento de la aleta estabilizadora se detiene junto a cualquier posición alcanzada por la aleta estabilizadora, la aleta estabilizadora se mueve con una velocidad proporcional a la velocidad de balanceo, para crear un movimiento estabilizador gradual opuesto al movimiento de balanceo y, junto a una velocidad de balanceo nula, la aleta estabilizadora se detiene instantáneamente y mantiene su posición alcanzada, sea cual sea su posición alcanzada, junto a una velocidad de balanceo no nula, la aleta estabilizadora inicia de nuevo el movimiento, iniciando desde la posición alcanzada en un ciclo anterior para controlar el movimiento de balanceo.
10
15
2. Procedimiento para controlar el movimiento de balanceo de un buque de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el movimiento bajo de la aleta estabilizadora es de un tipo continuo.
3. Procedimiento para controlar el movimiento de balanceo de un buque de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el movimiento de la aleta estabilizadora es oscilante con respecto a un eje de rotación.
20
4. Procedimiento para controlar el movimiento de balanceo de un buque de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizado porque, en caso de alcanzar un ángulo de inclinación máximo, la aleta estabilizadora permanece inmóvil hasta que la velocidad de balanceo cambia de dirección, para poder entonces iniciar el movimiento a lo largo de una dirección opuesta.
25
5. Procedimiento para controlar el movimiento de balanceo de un buque de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el procedimiento se aplica a dispositivos tales como aletas, efecto Magnus, giroscopios, masas en movimiento, péndulo activo, cajas con movimiento de líquido, cajas externas colocadas bajo agua, estabilizador de balanceo con timón, estabilizador de balanceo con hélice azimutal o propulsión.
30
6. Procedimiento para controlar el movimiento de balanceo de un buque de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque es capaz de transferirse a un estabilizador de cabeceo con velocidad nula o baja del buque.
35

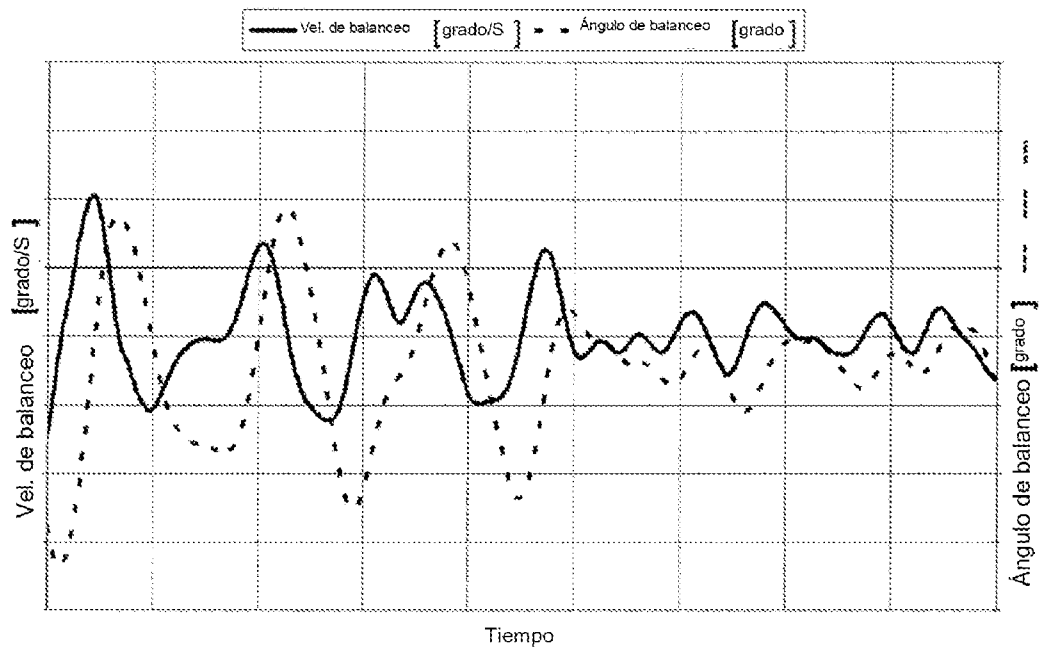


FIGURA 1

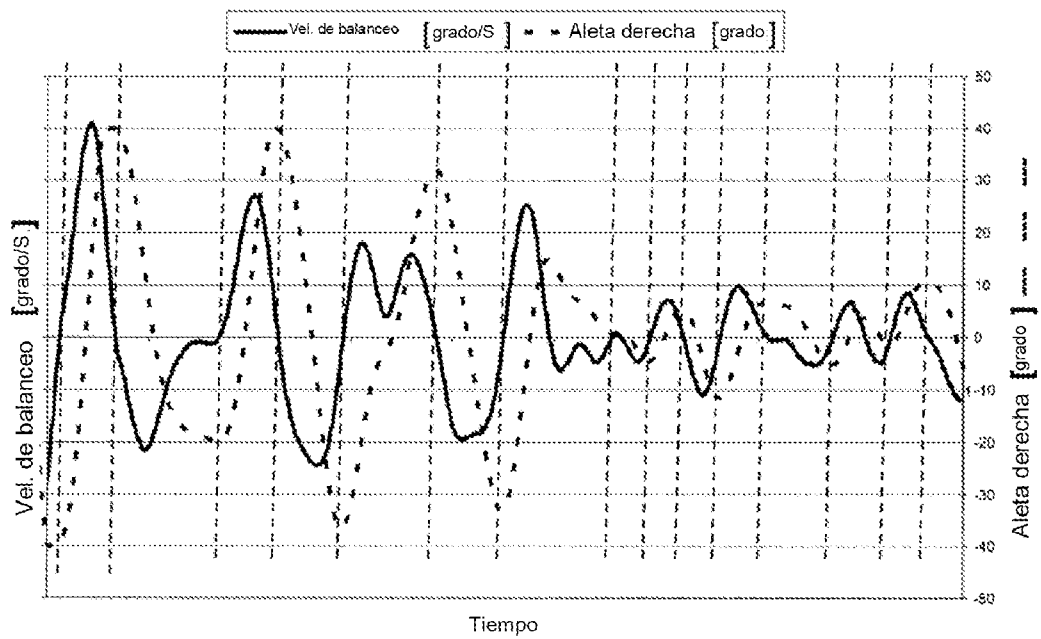


FIGURA 2

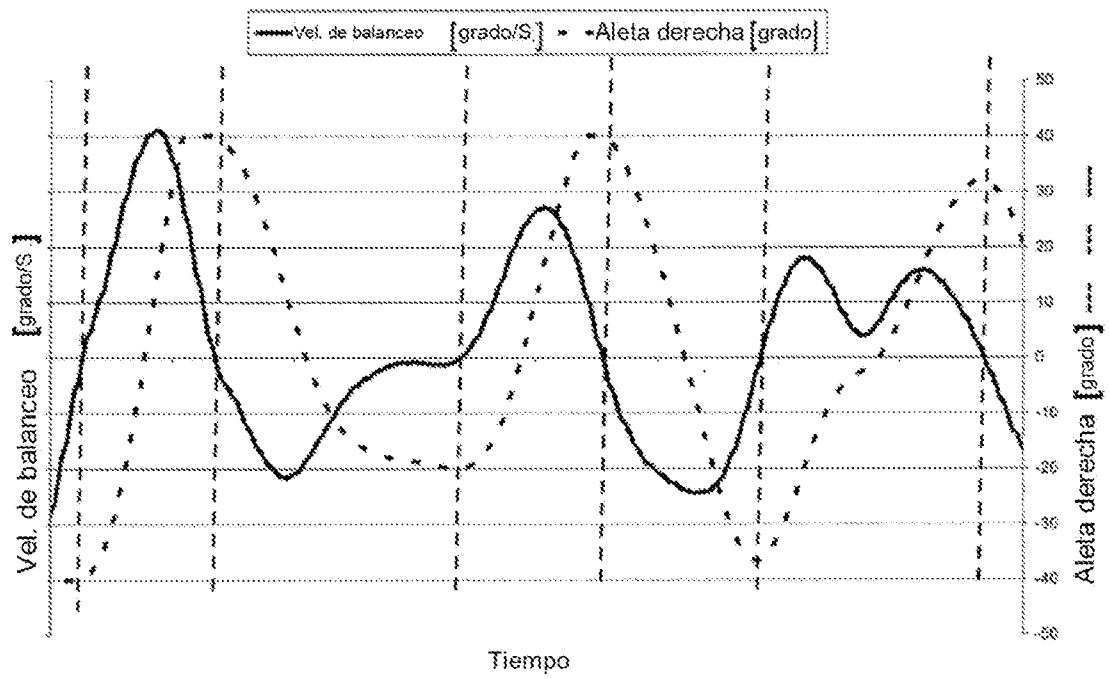


FIGURA 3

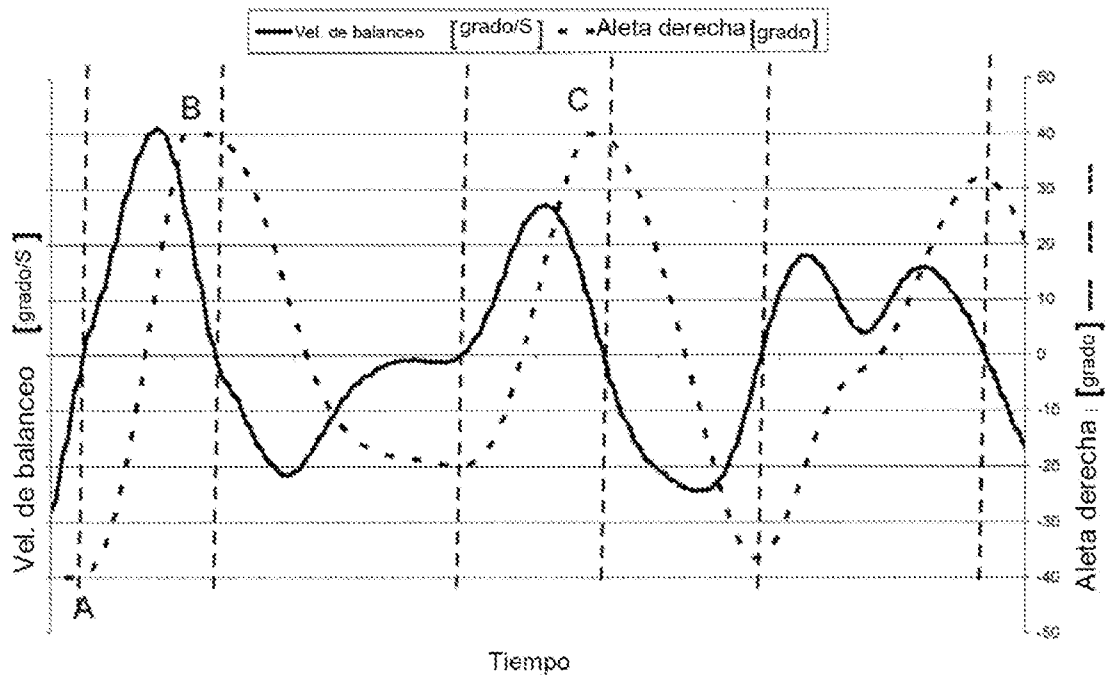


FIGURA 4