

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 622 857**

51 Int. Cl.:

B63B 39/06 (2006.01)

B63B 1/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.02.2015** E 15156216 (2)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.01.2017** EP 2910463

54 Título: **Procedimiento para amortiguar activamente el movimiento de un barco, así como un sistema de estabilización activa de balanceo de ese tipo**

30 Prioridad:

24.02.2014 NL 2012314

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

07.07.2017

73 Titular/es:

**QUANTUM CONTROLS B.V. (50.0%)
Industriestraat 5
6361 HD Nuth, NL y
ROTORSWING MARINE B.V. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**KOOP, MATTHEUS THEODORUS y
DINNISSEN, LAMBERTUS JOHANNES MARIA**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

Observaciones:

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 622 857 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 amortiguar activamente el movimiento de un barco, así como un sistema de estabilización activa de balanceo de ese tipo

5 La invención versa acerca de un procedimiento para amortiguar activamente el movimiento de un barco mientras el barco está navegando accionando al menos un primer elemento giratorio de amortiguación que se extiende desde el casco del barco, por debajo de la línea de flotación, en un lado del barco.

10 La invención también versa acerca de un dispositivo para amortiguar activamente el movimiento de un barco, que comprende al menos un primer elemento giratorio de amortiguación que se extiende desde el casco del barco, por debajo de la línea de flotación, en un lado del barco, medios de detección para detectar el movimiento del barco y suministrar señales de control en función del mismo, medios de accionamiento para accionar de forma giratoria el elemento de estabilización en función de las señales de control que son suministradas con el fin de amortiguar el movimiento del barco que está siendo detectado.

15 Se conoce tal sistema de estabilización activa para amortiguar el movimiento de un barco, por ejemplo por la patente NL n° 1023921. En dicha patente, se propone hacer girar un elemento de estabilización que se prolonga hasta el agua desde el casco del barco por debajo de la línea de flotación en torno a su eje longitudinal, de forma que se compense el balanceo del barco mientras el barco está estacionario. Con ese fin, el barco está dotado de medios de detección, por ejemplo sensores de ángulo, sensores de velocidad y sensores de aceleración, mediante los cuales se detectan el ángulo, la velocidad o la aceleración de balanceo. Se generan señales de control en función de los datos que se obtienen, señales que controlan la rotación del elemento giratorio de estabilización en lo relativo a la dirección de rotación y la velocidad de rotación del elemento de estabilización, al igual que el movimiento del elemento de estabilización con respecto al barco.

20 Por la influencia del movimiento giratorio del elemento de estabilización y el agua que fluye por delante como resultado del movimiento del elemento de estabilización con respecto al barco estacionario, se genera una fuerza de corrección perpendicular a la dirección de rotación y a la dirección de movimiento del barco. También se denomina a este fenómeno físico efecto Magnus, en función del cual se utiliza la fuerza de corrección para oponerse al balanceo del barco.

25 Una desventaja del sistema de estabilización según dicha patente holandesa es que solo puede ser utilizado mientras el barco está estacionario. Si se utiliza tal sistema de estabilización activa con barcos mientras navegan, el sistema tendrá la oposición de una mayor resistencia friccional por una parte y por la inercia másica del sistema, debido a que se necesita invertir la dirección de rotación de los elementos de estabilización todo el tiempo, por otra parte.

El documento NL8303303 constituye la técnica anterior más cercana.

35 En consecuencia, un objeto de la invención es proporcionar un procedimiento y un sistema activo para estabilizar el movimiento de un barco según se describe en la introducción que solo puede ser utilizado con barcos mientras navegan. Según la invención, el procedimiento se caracteriza por las etapas de:

- i) detectar el movimiento del barco y la velocidad de navegación,
- ii) generar y suministrar señales de control en función de la etapa i),
- iii) accionar de forma giratoria los elementos de estabilización en función de la etapa ii),
- 40 iv) determinar, en función de la etapa i), la resistencia actual friccional experimentada por los elementos de estabilización en el movimiento y la velocidad de navegación detectados del barco,
- v) establecer el elemento de estabilización a un ángulo con respecto a un eje longitudinal del barco en función de la resistencia friccional actual determinada y una resistencia mínima friccional deseada.

45 Utilizando el procedimiento según la invención, el o los elementos de estabilización no permanecerán colocados a un ángulo como mucho de 90° con respecto a la dirección del movimiento del barco —como es normal— pero se varía constantemente dicho ángulo con respecto a la dirección de movimiento del barco dependiendo de la velocidad de navegación y la estabilización deseada del balanceo.

Como resultado, el sistema de estabilización activa es configurado constantemente, de forma que los elementos de estabilización experimenten la menor resistencia friccional posible mientras está navegando el barco.

50 En un desarrollo adicional del procedimiento según la invención, en el que el al menos un elemento giratorio de estabilización tiene una forma de ala, el procedimiento comprende las etapas adicionales de:

- a velocidades de navegación del barco inferiores a la velocidad de navegación de referencia
- vi) accionar el elemento de estabilización a una velocidad de rotación de más de 0 rpm, o
- a velocidades de navegación del barco superiores a la velocidad de navegación de referencia

- vii) accionar el elemento de estabilización a una velocidad de rotación igual a 0 rpm, y
- viii) pivotar el elemento no giratorio de estabilización hacia delante y hacia atrás.

5 Esto hace que sea posible realizar un sistema de estabilización activa del balanceo que experimentará aún menos resistencia durante diversas condiciones operativas o de navegación. Se minimiza adicionalmente la resistencia del agua utilizando un elemento de estabilización que tiene una forma de ala. Tal elemento de estabilización con forma de ala experimentará una mínima cantidad de resistencia en la posición de "bandolera" (es decir, no giratoria) a velocidades elevadas de navegación, mientras que, a velocidades reducidas de navegación, el elemento de estabilización con forma de ala adoptará una forma cilíndrica virtual mediante la rotación, de forma que se cree el efecto Magnus deseado.

10 Más específicamente, el procedimiento se caracteriza, además, porque la etapa viii) de pivotar el elemento no giratorio de estabilización hacia delante y hacia atrás tiene lugar entre -20° y $+20^\circ$.

15 Por lo tanto, el objeto de la invención es proporcionar un sistema activo para estabilizar un movimiento del barco según se describe en la introducción que puede ser utilizado fundamentalmente con barcos mientras navegan. Según la invención, el sistema de estabilización activa se caracteriza por ese fin, porque se proporcionan medios de movimiento, medios de movimiento que colocan o configuran el elemento de estabilización a un ángulo con respecto a un eje longitudinal del barco en función de las señales suministradas de control y de la velocidad del barco, de forma que se consiga una resistencia mínima mientras el barco navega.

En una realización específica de la invención, por medio de la cual se realiza una resistencia mínima en uso, el elemento de estabilización tiene forma de ala.

20 Según una realización muy funcional de la invención, los medios de detección están diseñados para determinar la velocidad actual de navegación y comparar dicha velocidad actual de navegación con una velocidad de navegación de referencia y suministrar señales de control a los medios de accionamiento y a los medios de movimiento, respectivamente, en función de esta comparación, de forma que, si la velocidad actual de navegación es menor que la velocidad de navegación de referencia, los medios de accionamiento accionarán el elemento de estabilización a una velocidad de rotación de más de 0 rpm, y que, si la velocidad actual de navegación es mayor que la velocidad de navegación de referencia, los medios de accionamiento accionarán el elemento de estabilización a una velocidad de rotación igual a 0 rpm y los medios de movimiento pivotarán el elemento no giratorio de estabilización hacia delante y hacia atrás.

30 Como resultado de esta funcionalidad adicional del sistema de estabilización activa, el sistema puede ser regulado rápida y eficazmente dependiendo de las condiciones cambiantes de navegación, de forma que por una parte se efectúan constantemente correcciones adecuadas para el movimiento del barco mientras que, por otra parte, el barco experimentará una resistencia mínima del agua.

En otra realización, el elemento de estabilización, según la invención, está conectado con el barco por medio de una articulación universal.

35 El elemento de estabilización puede acomodarse, opcionalmente, en una guía formada en o sobre el casco del barco, guía que se extiende, preferentemente, al menos en parte, en la dirección longitudinal del barco.

En una realización específica de un sistema de estabilización según la invención, el al menos un elemento giratorio de estabilización solo puede girar en una dirección.

40 Según otra realización funcional, se pueden proporcionar elementos de estabilización en ambos lados longitudinales del barco o solo en un lado, mientras que, en otra realización, se proporcionan dos o más elementos de estabilización en la proa del barco.

Se explicará ahora la invención en detalle con referencia a un dibujo, en el que:

45 Las Figuras 1-4 son vistas de sistemas de estabilización activa del balanceo según la técnica anterior; las Figuras 5-8 muestran diversas vistas de realizaciones de un sistema de estabilización del balanceo según la invención.

50 En las figuras 1-4 se muestran realizaciones de sistemas de estabilización activa de la técnica anterior para ser utilizados con barcos estacionarios. El barco estacionario 1, que flota en una superficie 3 de agua está dotado de un sistema de estabilización activa indicado mediante los números 10-11-20-10'-20' de referencia. Este sistema activo conocido para estabilizar el movimiento de un barco según se describe en la patente holandesa nº 1023921 está compuesto por elementos giratorios 4a y 4b de estabilización, respectivamente, cada uno de los cuales se extiende desde un lado longitudinal respectivo del casco 2 del barco por debajo de la línea de flotación.

El sistema de estabilización activa de la técnica anterior también comprende medios (no mostrados) de detección para detectar el movimiento del barco, más en particular el balanceo del barco. En función de los resultados de detección, se suministran las señales de control para accionar medios (asimismo no mostrados), que accionan de

forma giratoria uno cualquiera de los elementos 4a o 4b de estabilización (dependiendo de la corrección que ha de ser llevada a cabo). Dichos medios de detección pueden consistir en sensores de ángulo, sensores de velocidad o sensores de aceleración, que detectan continuamente el ángulo del barco con respecto a la superficie horizontal 3 de agua y a la velocidad o la aceleración causada por el balanceo del barco.

5 La Figura 1 muestra una realización de un sistema conocido de estabilización activa dotado de un conjunto de elementos giratorios de estabilización. El sistema de estabilización activa comprende medios de movimiento que mueven el elemento giratorio 4 de estabilización con respecto al barco estacionario. Más en particular, la figura 1 muestra una realización en la que los medios 10 de movimiento imparten un movimiento de vaivén de traslación entre dos posiciones extremas 4a y 4b al elemento giratorio de estabilización, de forma que dicho movimiento
10 comprende al menos una componente en la dirección longitudinal del barco. La dirección longitudinal del barco se indica mediante la flecha ancha X en la Fig. 1.

En el caso de la realización de traslación del sistema de estabilización activa mostrado en la figura 1 (véase también la figura 2), se hace posible el movimiento de traslación del elemento giratorio 4 de estabilización porque se monta una guía 11 en el casco 2 del barco 1, guía a lo largo de la cual se puede mover el elemento 4 de estabilización. El
15 elemento giratorio 4 de estabilización está acomodado, con ese fin, en la guía 11 con su un extremo 4' mediante una articulación universal 12, de forma que sean posibles el movimiento de traslación en la guía 11 por una parte y un movimiento giratorio en torno al eje longitudinal 13 por otra parte.

Aunque se muestra esto de forma esquemática, el elemento giratorio 4 de estabilización está conectado con los
20 medios 6 de accionamiento por medio de una articulación universal 12, medios de accionamiento que accionan de forma giratoria el elemento 4 de estabilización con el fin de amortiguar el movimiento del barco que está siendo detectado. En la presente realización, el conjunto de los medios 6 de accionamiento y de la articulación universal 12 (que permite que el elemento 4 de estabilización gire con respecto a los medios 6 de accionamiento y al barco 1) puede trasladarse a lo largo de la guía 11, por ejemplo por medio de un mecanismo de transmisión de piñón y cremallera (no mostrado).

25 Sin embargo, también se pueden utilizar con este fin otros mecanismos de transmisión de traslación.

El movimiento de vaivén de traslación del elemento giratorio 4 de estabilización en la guía 11, entre las posiciones extremas 4a y 4b, en la dirección longitudinal X del barco estacionario 1 combinado con el movimiento giratorio del elemento 4 de estabilización tiene como resultado una fuerza de reacción, también denominada fuerza de Magnus. Esta fuerza es perpendicular tanto a la dirección de movimiento del elemento 4 de estabilización en la dirección X
30 como a la dirección de rotación del mismo.

Dependiendo de la dirección del movimiento del barco (el balanceo del barco) que ha de ser amortiguado, se debe seleccionar la dirección de rotación del elemento 4 de estabilización, de forma que la fuerza resultante de Magnus F_M se oponga a la fuerza de balanceo F_R ejercida sobre el barco estacionario como resultado del balanceo del barco.

35 Esto se muestra en la Fig. 3, en la que se disponen los elementos giratorios 4a-4b de traslación de estabilización por debajo de la línea 3 de agua, cerca del centro del barco (véase la figura 2). Se pueden detectar la dirección, la velocidad al igual que la aceleración del movimiento de balanceo de una forma conocida *per se*, utilizando medios adecuados (sensor de ángulo, sensor de velocidad y sensor de aceleración) de detección. Se envían señales de control en función de ello a los medios respectivos 6 y 10 de accionamiento. En función de dichas señales, los
40 medios 6 de accionamiento accionarán el elemento 4 de estabilización a una velocidad y en una dirección que puede variar o no, mientras que los medios 10 de movimiento también moverán el elemento giratorio 4 de estabilización en la dirección longitudinal X en la guía 10 a una cierta velocidad.

En la figura 4 se muestra otra realización de un sistema conocido de estabilización activa, en el que los medios de movimiento (indicados en 20 aquí) imparten un movimiento de vaivén pivotante entre dos posiciones extremas 4a y
45 4b con respecto al barco estacionario 1 al elemento 4 de estabilización. Para garantizar que el sistema de estabilización activa funcionará de forma adecuada con barcos estacionarios, es deseable, también en la realización mostrada en la figura 4, que el movimiento pivotante impartido al elemento giratorio 4 de estabilización por los medios 20 de movimiento comprenda al menos una componente de movimiento en la dirección longitudinal X del barco 1.

50 En la anterior configuración, utilizando un control y un accionamiento adecuados del elemento 4 de estabilización en términos de velocidad de rotación, de dirección y de velocidad y dirección de pivote, el efecto Magnus en el caso de un barco estacionario que esté anclado tendrá como resultado, por ejemplo, una fuerza F_M de Magnus que comprende al menos una componente de fuerza en la dirección de la superficie 3 de agua, o que se aleja de la misma. Se puede utilizar dicho componente ascendente o descendente, según sea el caso, de fuerza de la fuerza
55 F_M de Magnus de forma muy eficaz para compensar el balanceo del barco estacionario en torno a su eje longitudinal X.

Una desventaja importante de los sistemas conocidos actualmente de estabilización activa que funcionan en función del efecto Magnus es que en la actualidad solo pueden ser utilizados con barcos estacionarios. En la actualidad, aún no hay disponible un dispositivo de estabilización basado en el efecto Magnus que pueda ser utilizado con barcos que navegan a una velocidad elevada. Además de eso, se experimenta una mayor resistencia friccional mientras se navega, lo que vuelve inadecuados los sistemas conocidos.

La Figura 5 muestra una realización alternativa de un sistema de estabilización activa según la invención. A diferencia de los sistemas que solo pueden ser utilizados con barcos estacionarios, este sistema de estabilización es adecuado, en particular, para barcos mientras navegan. Según la invención, el sistema de estabilización activa se caracteriza porque los medios de movimiento para crear una resistencia mínima mientras el barco está navegando configuran el elemento de estabilización a un ángulo con respecto a un eje longitudinal del barco en función de las señales de control que son suministradas y de la velocidad del barco.

A diferencia de los sistemas de estabilización de la técnica anterior, en los que los elementos giratorios de estabilización se extienden a un ángulo de como mucho 90 grados con respecto al casco del barco, se adapta el ángulo con respecto al casco del barco (y la dirección de movimiento del barco) cuando se utiliza la presente invención, de forma que, por una parte, se reduce la resistencia del agua que fluye por los elementos de estabilización y, por otra parte, se optimiza la estabilización del balanceo.

El hecho de que se experimente menos resistencia del agua que fluye por los elementos giratorios de estabilización, resistencia que puede ser minimizada cambiando la configuración angular, mientras que, al mismo tiempo, se optimizará el efecto deseado de estabilización del balanceo de los elementos de estabilización, puede ser explicado con más detalle con referencia a las figuras 5 y 6.

Las Figuras 5 y 6 muestran un elemento cilíndrico de estabilización, que forma parte de un sistema de estabilización activa del balanceo según la invención.

Al establecer el ángulo dependiendo del efecto deseado de estabilización del balanceo y de la velocidad de navegación del barco, se logra una reducción eficaz de la resistencia experimentada.

En primer lugar, esto puede explicarse en función del área superficial prolongada del elemento giratorio de estabilización, es decir, el área superficial del elemento de estabilización a lo largo de la cual ha de fluir el agua. Dicha área superficial prolongada es máxima cuando los elementos de estabilización se extienden perpendicularmente al casco del barco y depende del ángulo entre el elemento de estabilización y el agua fluye por los mismos. Además, se minimiza la resistencia mediante la configuración angular porque, vista en la dirección de movimiento del barco, la sección del elemento de estabilización a lo largo de la cual fluye el agua ya no será cilíndrica sino elíptica con tal configuración angular. Como resultado, se obtiene una mejor "línea hidrodinámica" para el agua que fluye por el mismo, de forma que se experimentará menos resistencia.

Además de eso, se ha descubierto que según aumenta el ángulo con respecto a la dirección de movimiento del barco (véanse las figuras 5a-5b-5c-5d), el área superficial de la sección elíptica aumentará asimismo.

La Figura 6 muestra, a modo de ilustración, el aumento del área superficial realizado por la forma elíptica según aumenta el ángulo. La relación L/D (la denominada relación de aspecto, que es la relación entre la longitud y el grosor del elemento de estabilización) permanece idéntica, pero el área de contacto del flujo determinada por el diámetro (o sección) D y la longitud prolongada L-L1-L2-L3 (véanse las figuras 5a-5b- 5c-5d) del elemento de estabilización ahora configurada a un ángulo y, por consiguiente, la resistencia que experimenta el elemento de estabilización del agua, se reducirán según se aumenta el ángulo desde la situación 5a hasta la situación 5d.

Aunque la longitud prolongada eficaz L-L1-L2- L3 del elemento de estabilización se reduce según aumenta el ángulo y, por consiguiente, también la eficacia de la compensación de la estabilización del balanceo generada por este elemento giratorio de estabilización, se corrige esta reducción en la eficacia de la estabilización del balanceo por la mayor sección elíptica (o diámetro) D-D1-D2-D3 del elemento de estabilización. Dicha sección elíptica D-D1-D2- D3 que hace contacto con el flujo, que aumenta asimismo según aumenta el ángulo, proporciona un momento adicional de elevación para la estabilización del balanceo, de forma que el elemento giratorio de estabilización podrá generar un efecto Magnus suficientemente intenso para corregir la estabilización del balanceo también en el caso de ángulos mayores.

Se prevén las configuraciones angulares de 0°-35°-60°-70° con respecto a la dirección de movimiento V del barco (que es de 90°-55°-30°- 20° con respecto al eje longitudinal del barco 1) mostradas en las figuras 5a-5d simplemente a modo de ejemplo para mostrar el efecto de la mayor sección elíptica en la corrección de la estabilización del balanceo.

La ventaja de este control de la estabilización es que el sistema de estabilización puede estar activo en todo momento mientras se navega, con independencia de la velocidad de navegación, y que la resistencia friccional experimentada por los elementos de estabilización experimentada es considerablemente menor que la resistencia friccional experimentada por un sistema de estabilización de la técnica anterior, en el que los elementos de

estabilización adoptan una posición fija (perpendicular) con respecto a la dirección de movimiento del barco y, por lo tanto, no son regulados constantemente.

5 En las figuras 7a-7e se muestra otra realización de un sistema de estabilización según la invención que tiene la misma funcionalidad de estabilización. Para reducir adicionalmente la resistencia en el agua de los elementos 4 de estabilización, se ha adaptado la forma del elemento en la presente realización. Los elementos cilíndricos de estabilización ya no son utilizados en la presente realización, pero el elemento 4 de estabilización tiene forma 42a de ala que está conectada con una parte 41 de soporte del elemento de estabilización que, a su vez, está conectada con la articulación universal 4' (que es accionada por medio de un eje motor 4" de los medios 6 de accionamiento, véase la figura 1).

10 El ala 42 puede tener una forma elíptica 42a (figuras 7a y 7b), una forma triangular 42b-42c o una forma 42d de lágrima (figura 7e).

15 El sistema de estabilización según la invención está dotado de un sistema de control adaptativo, en el que los medios de detección están diseñados para determinar la velocidad actual de navegación. Se compara esta velocidad actual de navegación con una velocidad de navegación de referencia, que se determina en particular mediante el diseño del barco y su comportamiento de balanceo sobre el agua. El sistema de control está diseñado para generar señales de control en función de dicha comparación y suministrar ambas a los medios de accionamiento, que regulan la velocidad de rotación del elemento de estabilización, y a los medios de movimiento, que disponen la configuración angular con respecto a la dirección de movimiento del barco.

20 El sistema de control, en particular, está diseñado de forma que si la velocidad actual de navegación del barco es menor que la velocidad de navegación de referencia, los medios de accionamiento accionarán los elementos de estabilización a una velocidad de rotación superior a 0 rpm. Opcionalmente, los medios de movimiento pueden establecer los elementos de estabilización a un ángulo con respecto a la dirección de movimiento del barco, dependiendo de la minimización deseada de la resistencia friccional que sea experimentada proveniente del agua.

25 A velocidades elevadas de navegación, el elemento giratorio de estabilización experimenta demasiada resistencia friccional, que ya no puede ser minimizada cambiando la configuración angular. El sistema de control según la invención está configurado, por lo tanto, de forma que si la velocidad actual de navegación del barco es mayor que la velocidad de navegación de referencia (que ha sido definida en función del diseño y del comportamiento de balanceo para este tipo de barco), los medios de accionamiento accionarán el elemento de estabilización a una velocidad de rotación igual a 0 rpm y los medios de movimiento impartirán un movimiento de vaivén pivotante al elemento de estabilización, que ya no gira y se encuentra en la posición de "bandolera" en esa fase.

Esta funcionalidad adicional del sistema de estabilización activa hace que sea posible introducir adaptaciones rápidas y eficaces a condiciones cambiantes de navegación, de forma que, por una parte, se realicen constantemente correcciones adecuadas para el balanceo del barco y, por otra parte, se minimiza la resistencia del barco al agua.

35 A velocidades elevadas de navegación, el perfil de ala, en el que el elemento no giratorio de estabilización tiene un perfil que genera o experimenta únicamente una resistencia mínima en la posición de "bandolera", es claramente ventajoso. A velocidades reducidas el elemento de estabilización puede ser sacado de la posición de "bandolera", impartiendo una velocidad de rotación sobre el mismo, como resultado de lo cual se convierte la masa de agua en un cilindro virtual, de forma que se genere, como resultado, un efecto Magnus suficientemente intenso para corregir la estabilización del balanceo.

40 El sistema de control es tal que, a velocidades más elevadas, la rotación de los elementos de estabilización (efectuada por los medios de accionamiento) puede ser convertida automáticamente en un movimiento pivotante (mediante los medios de movimiento) en torno a la posición de bandolera, de forma que se pueda generar un efecto de elevación a partir del desplazamiento angular del elemento de estabilización entre, por ejemplo, -20° y $+20^\circ$. La regulación continua de este ángulo pivotante se lleva a cabo por medio de la electrónica del sistema de control. Véase la figura 8a.

45 En situaciones en las que el sistema de estabilización no necesita estar activo constantemente, el elemento giratorio de estabilización con forma de ala está estacionado en la posición de bandolera (rotación = 0 rpm), de forma que no se experimente apenas ninguna resistencia. En la posición de bandolera, el elemento de estabilización "corta" el agua, por así decirlo, sin ningún rozamiento. Véase la figura 8b.

50 Con los sistemas de estabilización según la técnica anterior, en los que los elementos de estabilización se extienden en ángulos rectos con respecto a la dirección de movimiento del barco, se limita la velocidad práctica de navegación (la velocidad de referencia según se ha indicado anteriormente) a aproximadamente 14-16 nudos; dichas velocidades pueden ser aumentadas significativamente situando el elemento de estabilización con forma de ala en su posición de "bandolera".

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para amortiguar activamente un movimiento del barco mientras el barco está navegando accionando al menos un primer elemento giratorio (4) de amortiguación que se extiende desde el casco del barco, por debajo de la línea de flotación, en un lado del barco, que comprende las etapas de:
 - 5 i) detectar el movimiento y la velocidad de navegación del barco,
 - ii) generar y suministrar señales de control en función de la etapa i),
 - iii) accionar de forma giratoria los elementos (4a, 4b) de estabilización en función de la etapa ii),
 - iv) determinar, en función de la etapa i), la resistencia actual friccional experimentada por los elementos de estabilización en el movimiento y la velocidad de navegación detectados del barco,
 - 10 v) establecer el elemento de estabilización a un ángulo con respecto a un eje longitudinal del barco en función de la resistencia actual friccional determinada y una resistencia friccional mínima deseada.

2. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que el al menos un elemento giratorio de estabilización tiene una forma de ala y, en el que el procedimiento comprende las etapas adicionales de:
 - a velocidades de navegación del barco inferiores a una velocidad de navegación de referencia
 - 15 vi) accionar el elemento de estabilización a una velocidad de rotación superior a 0 rpm, o
 - a velocidades de navegación del barco superiores a la velocidad de navegación de referencia
 - vii) accionar el elemento de estabilización a una velocidad de rotación igual a 0 rpm, y
 - viii) pivotar el elemento no giratorio de estabilización hacia delante y hacia atrás.

3. Un procedimiento según la reivindicación 2, en el que la etapa viii) de pivotar el elemento no giratorio de estabilización hacia delante y hacia atrás tiene lugar entre -20° y $+20^\circ$.

4. Un sistema para amortiguar activamente el movimiento del barco, que comprende al menos
 - un primer elemento giratorio (4) de amortiguación que se extiende desde el casco del barco, por debajo de la línea de flotación, en un lado del barco,
 - medios de detección para detectar el movimiento del barco y suministrar señales de control en función del mismo,
 - 25 - medios (6) de accionamiento para accionar de forma giratoria el elemento de estabilización en función de las señales de control que son suministradas con el fin de amortiguar el movimiento del barco que está siendo detectado, **caracterizado por**
 - medios de movimiento que colocan el elemento de estabilización según un ángulo con respecto a un eje longitudinal del barco en función de las señales suministradas de control y la velocidad del barco, de forma que se realice una mínima resistencia mientras el barco navega.
 - 30

5. Un sistema de estabilización activa según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el elemento de estabilización tiene forma de ala.

6. Un sistema de estabilización activa según la reivindicación 4 o 5, **caracterizado porque** los medios de detección están diseñados para determinar la velocidad actual de navegación y comparar dicha velocidad actual de navegación con una velocidad de navegación de referencia y suministrar señales de control a los medios de accionamiento y a los medios de movimiento, respectivamente, en función de esta comparación, de forma que si la velocidad actual de navegación es menor que la velocidad de navegación de referencia, los medios de accionamiento accionarán el elemento de estabilización a una velocidad de rotación de más de 0 rpm, y que si la velocidad actual de navegación es mayor que la velocidad de navegación de referencia, los medios de accionamiento accionarán el elemento de estabilización a una velocidad de rotación igual a 0 rpm y los medios de movimiento harán pivotar el elemento no giratorio de estabilización hacia delante y hacia atrás.
- 35
- 40

7. Un sistema de estabilización activa según una o más de las reivindicaciones 4, 5 o 6, **caracterizado porque** el elemento de estabilización está conectado con el barco por medio de una articulación universal.

8. Un sistema de estabilización activa según una o más de las reivindicaciones 4-7 precedentes, **caracterizado porque** se puede acomodar el elemento de estabilización en un rebaje proporcionado en el casco del barco.
- 45

9. Un sistema de estabilización activa según una o más de las reivindicaciones 4-8 precedentes, **caracterizado porque** se proporciona al menos un elemento de estabilización en ambos lados longitudinales del barco.

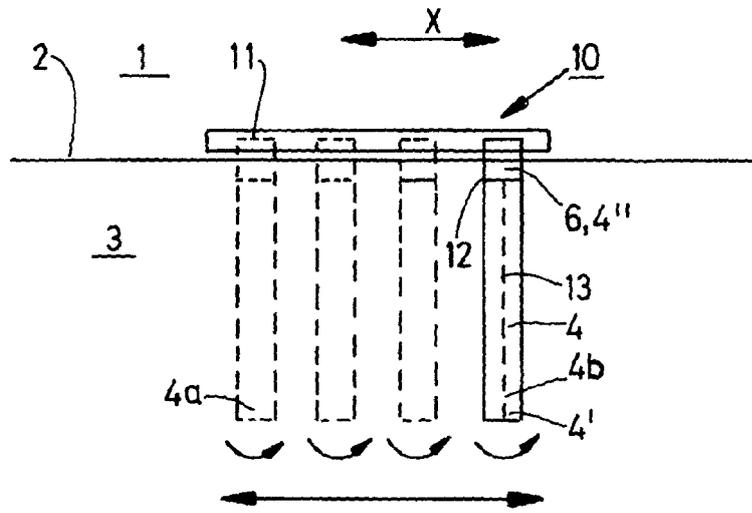


Fig. 1

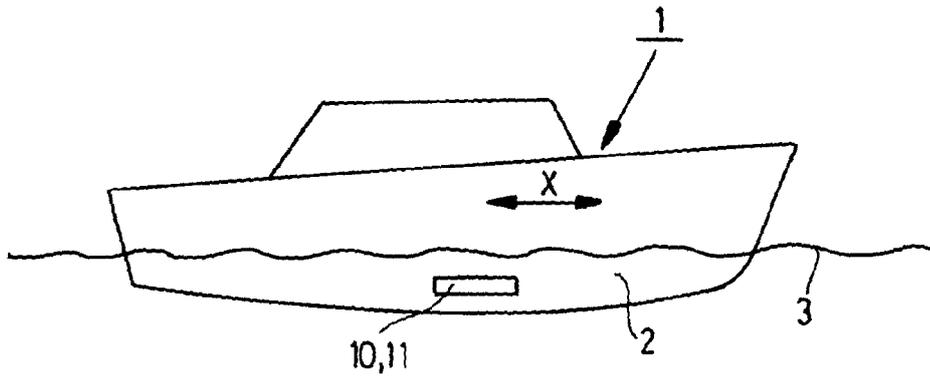


FIG.2

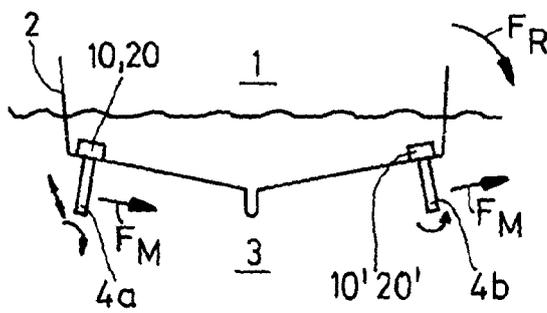


FIG.3

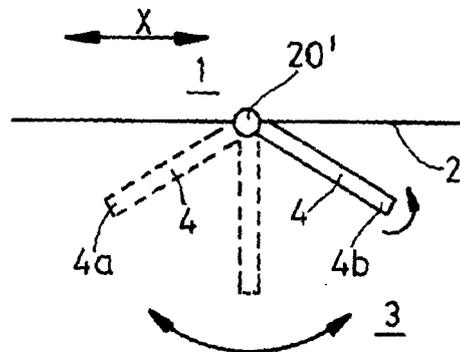


FIG.4

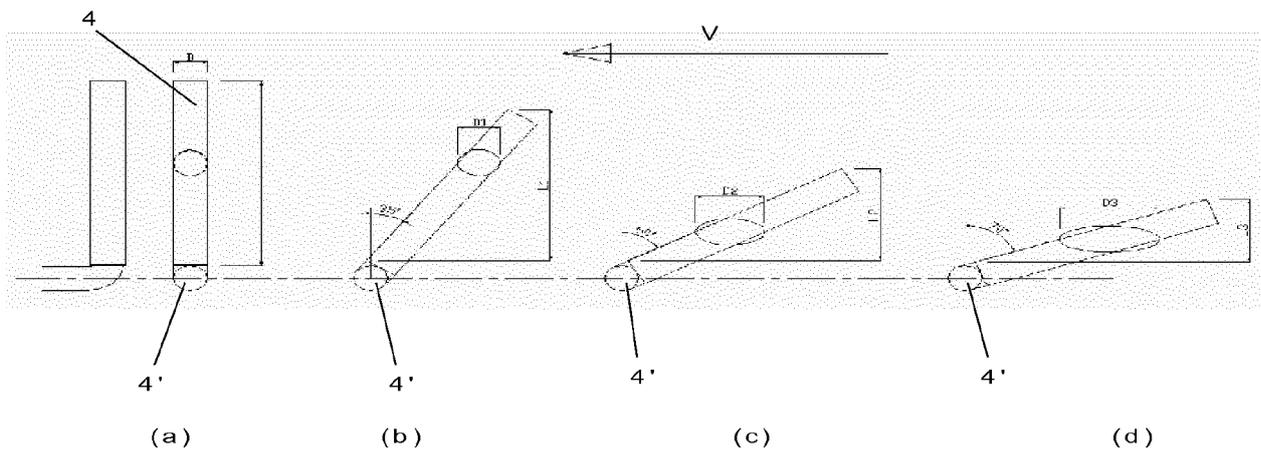


Fig. 5

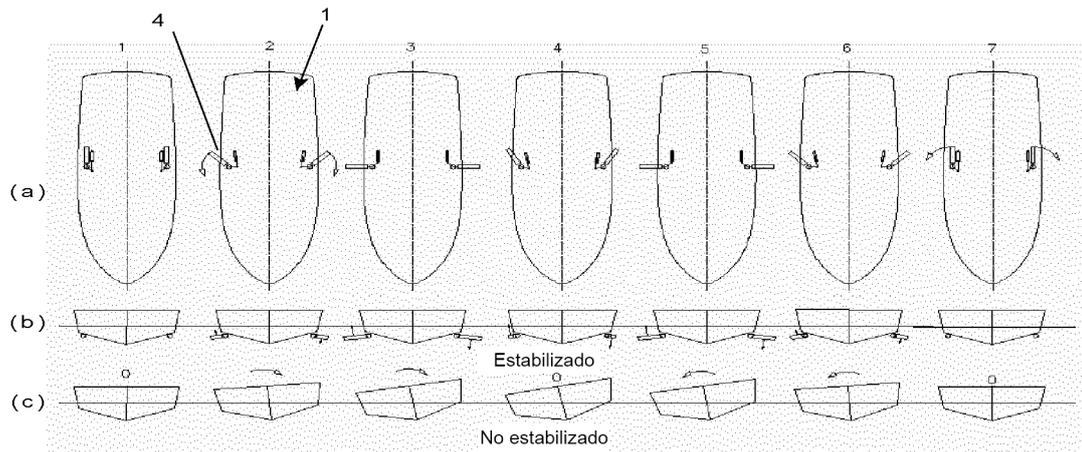


Fig. 6

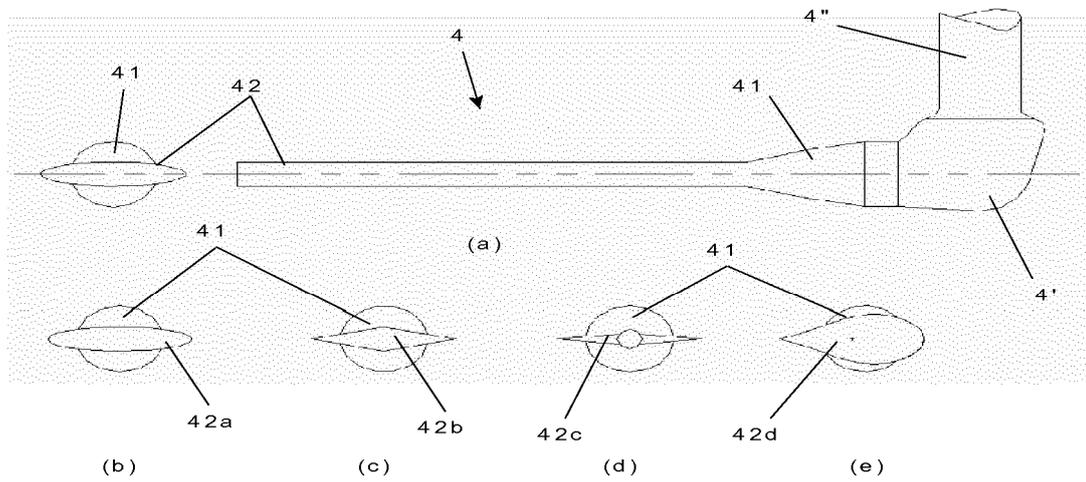


Fig. 7

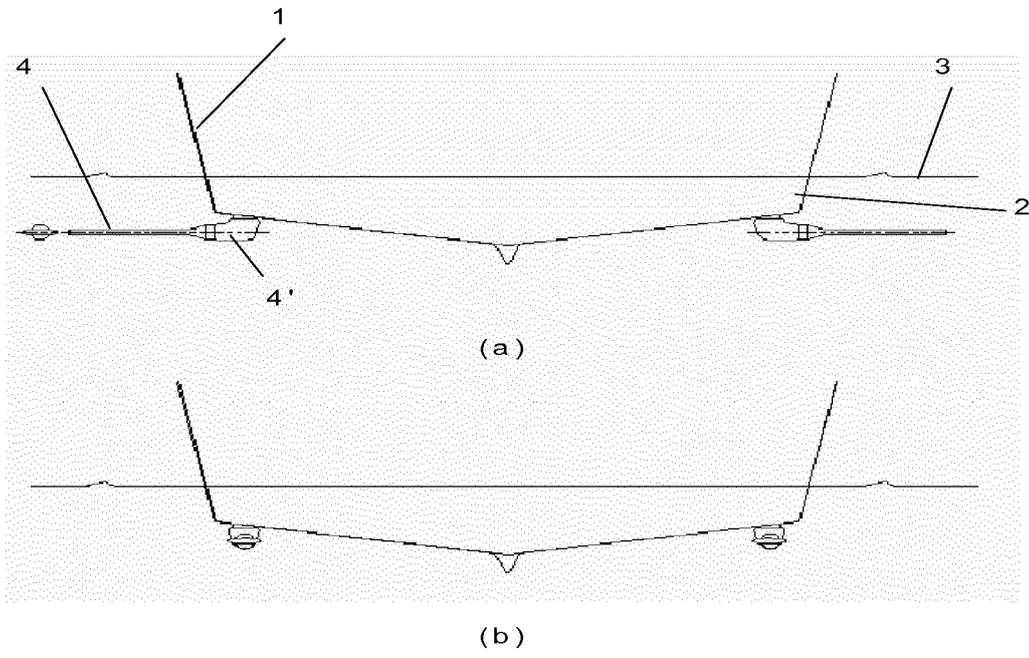


Fig. 8