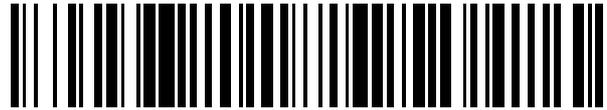


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 528 054**

51 Int. Cl.:

B63B 39/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.05.2010 E 10004837 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.10.2014 EP 2275342**

54 Título: **Procedimiento para la reducción de un movimiento vertical de una embarcación**

30 Prioridad:

10.07.2009 DE 102009032577

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

03.02.2015

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP MARINE SYSTEMS GMBH
(100.0%)**

**Werftstrasse 112-114
24143 Kiel, DE**

72 Inventor/es:

**MILLER, LUITPOLD;
ZHENG, QINGHUA y
DIGNATH, FLORIAN**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 528 054 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la reducción de un movimiento vertical de una embarcación

La invención se refiere a un procedimiento para la reducción de un movimiento vertical de una embarcación.

5 En embarcaciones, por ejemplo en buques de carga, pero también en submarinos, es necesario garantizar la estabilidad del buque durante la navegación. Se sabe que en determinadas condiciones de oleaje se pueden excitar movimientos de oscilación del vehículo acuático con porción de movimiento vertical, en particular oscilaciones de cabeceo y balanceo. Tales movimientos verticales conducen en el caso de resonancia a desviaciones demasiado elevadas de la posición teórica de la embarcación. Así, por ejemplo, en el caso de oscilaciones de cabeceo y balanceo excitadas por parámetros aparecen a veces ángulos de cabeceo y balanceo superiores a 20°. En particular
10 en el caso de submarinos, en virtud de las propiedades geométricas de la masa del casco del buque pueden aparecer movimientos de cabeceo y balanceo excitados por parámetros. De esta manera, en el caso de submarinos se conocen ángulos de cabeceo y balanceo de más de 40°.

15 A partir de las "Directrices para la supervisión de la estabilidad del buque" del Ministerio Federal de Tráfico, Construcción y Desarrollo Urbano y de la Asociación Profesional Marítima de la República Federal Alemana del 31 de Marzo de 2004 se conoce un procedimiento para la reducción del peligro a través de resonancia de cabeceo y balanceo paramétrico, en el que a través de la estimación previa del tiempo de cabeceo y balanceo del buque y del conocimiento de su periodo propio de cabeceo y balanceo se puede determinar una zona de resonancia para periodos peligrosos de encuentro con el oleaje entrante. Si la embarcación se encuentra dentro de la zona de resonancia, entonces se puede adaptar como contramedida o bien la velocidad de la navegación o el rumbo hasta
20 que se ha abandonado la zona de resonancia. El periodo de encuentro con el oleaje entrante se puede medir en este caso, por ejemplo, con la ayuda de los movimientos de cabeceo de la embarcación. En este caso es un inconveniente que la zona de resonancia calculada es tan grande que se realizan intervenciones de control e intervenciones de accionamiento en parte innecesarias.

25 Por lo tanto, el cometido de la invención es preparar un procedimiento, con el que se puede reducir el movimiento vertical de una embarcación con pocas intervenciones de control y de accionamiento.

Este cometido se soluciona a través de un procedimiento con las características indicadas en la reivindicación 1. Las configuraciones ventajosas se indican en las reivindicaciones dependientes, en la descripción siguiente y en el dibujo.

30 El procedimiento de acuerdo con la invención sirve para la reducción de un movimiento vertical de una embarcación. A tal fin, se determina en primer lugar una zona de resonancia del movimiento vertical para estados de movimiento de la embarcación. Luego durante la navegación se registra, al menos parcialmente, el estado de movimiento de la embarcación y si calcula si ésta se encuentra en la zona de resonancia del movimiento vertical.

35 Por una determinación de la zona de resonancia del movimiento vertical en el sentido de esta invención debe entenderse una determinación especialmente repetida o bien continua de la zona de resonancia del movimiento vertical durante la navegación. La zona de resonancia del movimiento vertical se puede determinar de acuerdo con la invención, sin embargo, también de forma implícita, estableciendo si se realiza una atenuación del movimiento vertical, es decir, que a través de la observación del movimiento de la embarcación se establece si el estado del movimiento de la embarcación coincide con un estado de movimiento en la zona de resonancia del movimiento vertical.

40 De acuerdo con la invención, el movimiento de cabeceo y de balanceo de la embarcación forma el movimiento vertical y una zona de resonancia del movimiento de cabeceo y de balanceo forma la zona de resonancia del movimiento vertical. De esta manera se reducen movimientos de cabeceo y de balanceo rectos, que ponen especialmente en peligro con frecuencia la seguridad de la navegación y la comodidad de la navegación.

45 Si se establece que el estado de movimiento de la embarcación se encuentra en la zona de resonancia del movimiento vertical, de acuerdo con la invención se modifica la velocidad de la marcha y/o el rumbo de la embarcación hasta que se ha abandonado la zona de resonancia del movimiento vertical. De esta manera se pueden reducir los movimientos verticales o bien se pueden evitar sus incrementos. El movimiento vertical reducido eleva enormemente la seguridad de la marcha. De esta manera se evita con seguridad una zozobra de la embarcación así como, dado el caso, el resbalamiento o bien la pérdida de la carga. Además, en el caso de
50 movimiento vertical reducido se eleva la comodidad de la marcha para la tripulación.

Si se abandona la zona de resonancia del movimiento vertical, entonces se adoptan de nuevo con preferencia el rumbo previsto originalmente y la velocidad prevista originalmente para la embarcación. De esta manera solamente hay que desviarse de la ruta planificada durante corto espacio de tiempo, de manera que en el caso de aplicación del procedimiento de acuerdo con la invención, se modifica en todo caso de una manera no esencial tampoco la

duración total prevista de la navegación.

Por un movimiento vertical en el sentido de esta invención debe entenderse cualquier movimiento giratorio o bien movimiento de desplazamiento alrededor o bien a lo, largo de un eje de inercia principal de la embarcación, que presenta una porción de movimiento vertical. Así, por ejemplo, el movimiento de elevación así como el movimiento de cabeceo durante el movimiento vertical.

En el procedimiento se modifican con preferencia el rumbo y/o la velocidad de la navegación de la embarcación en función de la velocidad de propagación previamente calculada y/o de la dirección de propagación de las olas de agua. De esta manera, se pueden evitar, por ejemplo, determinadas frecuencias de encuentro de las olas de agua con la embarcación, en las que una gran parte de la energía de movimiento del olaje se puede acoplar en el movimiento vertical.

Con preferencia, en el procedimiento, al menos a través de la determinación de la frecuencia de encuentro de las olas de agua con la embarcación se puede establecer si el estado de movimiento de la embarcación se encuentra en la zona de resonancia del movimiento vertical. De esta manera, las olas de agua pueden excitar movimientos verticales en la zona de resonancia del movimiento vertical especialmente cuando la frecuencia del movimiento de las olas de agua con la embarcación se encuentra cerca de la frecuencia de resonancia de una resonancia de movimiento vertical. La frecuencia de encuentro de las olas de agua con la embarcación se puede medir, por ejemplo, registrando movimientos periódicos de la embarcación, tal vez a través de la medición del movimiento de cabeceo de la embarcación.

En el procedimiento se determina con preferencia la zona de resonancia del movimiento vertical a través de la determinación de al menos una frecuencia de resonancia del movimiento vertical. En particular, la zona de resonancia del movimiento vertical representa un intervalo de frecuencia, que incluye la frecuencia de resonancia. De manera alternativa o adicional, la zona de resonancia del movimiento vertical se puede determinar a través de una fracción de número entero, por ejemplo la mitad o bien a través de un múltiplo íntegro de la frecuencia de resonancia del movimiento vertical. Además, la zona de resonancia del movimiento vertical se forma en desarrollos preferidos del procedimiento a través de una o varias frecuencias, que están en una relación racional con al menos una frecuencia de resonancia del movimiento vertical.

En un desarrollo preferido del procedimiento de acuerdo con la invención, se modifica, dado el caso, la fase de las olas de agua que se encuentran con la embarcación con relación a los movimientos verticales del tipo de oscilación de la embarcación por medio de modificaciones del rumbo o bien de la velocidad de la navegación de la embarcación. Por ejemplo, se pueden amortiguar los movimientos verticales del tipo de oscilación de la embarcación en la fase adecuada a través del oleaje.

De acuerdo con la invención, en el procedimiento se registra, al menos parcialmente, el estado de movimiento de la embarcación, determinando al menos una componente del lugar y/o de la orientación de la embarcación y/o su -en particular primera - derivación temporal. En desarrollos preferidos de la invención se determina de una manera alternativa o adicional al menos otra, en particular la segunda derivación temporal de la componente. Por la determinación de las magnitudes mencionadas anteriormente se puede entender de acuerdo con la invención, por una parte, una determinación por cálculo, por ejemplo de tal manera que se integra temporalmente una derivación temporal de las magnitudes a determinar. Se puede realizar una determinación por cálculo alternativa de tal manera que la magnitud a determinar propiamente dicha representa una derivación temporal de una magnitud registrada y se calcula a partir del desarrollo temporal de esta magnitud registrada. Por otra parte, por determinación se puede entender también una medición, por ejemplo por medio de sensores como sensores de aceleración o medidores de la tasa de cabeceo y balanceo. De manera especialmente preferida, se registra el estado de movimiento de la embarcación poniendo en relación entre sí al menos dos de las componentes mencionadas anteriormente. Idealmente a tal fin se enlazan entre sí el desarrollo del ángulo de cabeceo y balanceo y la posición vertical de la embarcación.

Con preferencia, para la detección al menos parcial del estado de movimiento de la embarcación y/o de la dirección de propagación y/o de la velocidad de propagación de las olas de agua se utilizan datos de un sistema de navegación asistido por satélite. De esta manera, los datos registrados sobre el estado de movimiento de la embarcación o bien del movimiento de las olas de agua se pueden transformar, por ejemplo, en el sistema de coordenadas terrestre. De esta manera, la influencia de las modificaciones del rumbo y/o de las modificaciones de la velocidad de la embarcación se puede extraer a partir de los datos sobre el estado de movimiento de la embarcación o bien sobre el movimiento de las olas de agua. Por ejemplo, entonces estos datos se pueden filtrar con un filtro de paso alto, cuya constante de tiempo no está limitada hacia arriba por escalas de tiempo, en las que tienen lugar modificaciones del rumbo. Por ejemplo, puede ser conveniente un filtrado sobre escalas de tiempo largas, para conseguir una determinación lo más exacta posible de la dirección de propagación de las olas de agua.

De manera más conveniente, en el procedimiento se lleva a cabo la modificación del rumbo y/o la velocidad de la navegación de la embarcación por medio de al menos una máquina y/o al menos un actuador de la embarcación de

manera automática. Por ejemplo, en estos actuadores se trata del o de los timones laterales, en particular en el caso de embarcaciones de crucero y yates de trata de aletas colocadas lateralmente para la estabilización del cabeceo así como en el caso de submarinos se trata adicional o alternativamente del o de los timones de profundidad. Con preferencia, todos los actuadores disponibles y/o la máquina de la embarcación se emplean para esta finalidad.

- 5 En un desarrollo ventajoso del procedimiento se eleva la amortiguación del movimiento vertical, si el estado de movimiento de la embarcación está colocado dentro de la zona de resonancia del movimiento vertical. Por ejemplo, la amortiguación del movimiento vertical se eleva a través de un procedimiento de regulación subordinado, que contrarresta el movimiento vertical.

10 De manera más conveniente, la amortiguación del movimiento vertical se eleva por medio de al menos una o varias instalaciones formadas por el grupo de la máquina, aletas laterales, timón lateral, timón de profundidad, timones de profundidad por ejemplo divididos, móviles en sentido opuesto y/o dado el caso otros actuadores. Estos actuadores no sólo tienen que estar disponibles en el procedimiento de acuerdo con la invención para la amortiguación el movimiento vertical, sino que se pueden emplear al mismo tiempo también para la modificación del rumbo y/o de la velocidad de la navegación de la embarcación, como se ha descrito anteriormente. A tal fin, se superponen de manera adecuada, dado el caso, las activaciones de la máquina o bien de los actuadores- por ejemplo para la regulación de los ángulos del timón / aletas, la potencia de la máquina, etc.- con objeto de la modificación del rumbo o bien de la velocidad de la navegación de la embarcación así como con objeto de la amortiguación del movimiento vertical. Por ejemplo, la amortiguación se puede tener en cuenta a través de la máquina o bien a través de los actuadores en circuitos de regulación, que están configurados para la modificación del rumbo o bien de la velocidad de la navegación de la embarcación. A la inversa, las actuaciones para la modificación del rumbo o bien de la velocidad de la marcha se pueden realizar también en circuitos de regulación subordinados para la amortiguación el movimiento vertical por medio de la máquina o bien de los actuadores. Por ejemplo, las activaciones respectivas se pueden añadir en una regulación correspondiente.

25 De manera más ventajosa, en el procedimiento se reduce la intensidad de la excitación del movimiento vertical en un estado de movimiento de la embarcación dentro de la zona de resonancia del movimiento vertical a través de la modificación de la amplitud de cabeceo de la embarcación, con preferencia a través de un procedimiento de regulación subordinado, que contrarresta el movimiento de cabeceo. Esto es relevante especialmente en el caso en el que la zona de resonancia del movimiento vertical está formada por una zona de resonancia del movimiento de cabeceo y de balanceo. Precisamente el movimiento de cabeceo y el movimiento de balanceo se acoplan con frecuencia fuertemente entre sí, de manera que los movimientos de cabeceo pueden impulsar por resonancia movimientos de balanceo a frecuencia correspondiente. Además, con preferencia, en un estado de movimiento de la embarcación dentro de la zona de resonancia de movimiento vertical se reduce la intensidad de la excitación del movimiento vertical a través de la modificación del ángulo de guiñada de la embarcación, con preferencia a través de una regulación subordinada.

- 35 De manera más conveniente, la amplitud de cabeceo es influenciada por medio de al menos un timón de profundidad de la embarcación.

De manera más adecuada, en el procedimiento de acuerdo con la invención, se calcula el estado de movimiento de la embarcación a través de una plataforma de inercia.

40 Con preferencia, el procedimiento de acuerdo con la invención se realiza para la reducción del movimiento vertical de un submarino. Precisamente en submarinos, durante la navegación en la superficie, se pueden producir en forma intensificada oscilaciones de cabeceo especialmente excitadas por parámetros, puesto que su casco de buque no está optimizado regularmente para la reducción de movimientos de cabeceo. En su lugar, los submarinos presentan relaciones geométricas de masas desfavorables para el comportamiento de cabeceo. Estas circunstancias desfavorables se compensan de manera adecuada a través del procedimiento de acuerdo con la invención.

- 45 A continuación se explica en detalle la invención con la ayuda de ejemplos de realización representados en el dibujo. En este caso:

La figura 1 muestra de forma esquemática un diagrama de señales de una regulación para la realización de un procedimiento que forma una base para la invención, y

La figura 2 muestra de forma esquemática un diagrama de señales de una regulación alternativa.

- 50 El procedimiento representado en los diagramas de señales y que forma la base para la invención reduce el movimiento de cabeceo de un buque. Por ejemplo, en este caso se trata de una embarcación de crucero, de un buque de carga o de un submarino. Además, el procedimiento descrito se puede emplear de manera correspondiente también para la reducción del movimiento de cabeceo.

55 En el procedimiento se registra en primer lugar el estado de movimiento del buque. A tal fin están previstos sensores, que miden el estado de movimiento del buque con respecto a sus seis grados de libertad, es decir, que

miden la posición del buque en las tres direcciones espaciales así como la orientación del buque por medio de los sensores. Además, se calculan las derivaciones temporales de las magnitudes mencionadas anteriormente, es decir, que se determinan la velocidad del buque a lo largo de las tres direcciones espaciales así como las velocidades angulares de los movimientos giratorios del buque alrededor de sus ejes de inercia principales. La determinación de estas derivaciones temporales se realiza o bien a través de una medición directa por medio de sensores previstos propiamente para esta finalidad o, en cambio, por cálculo a partir de valores medidos de forma sucesiva en el tiempo de la posición y/o la orientación del buque. Por ejemplo, los datos de entrada sobre la posición o bien sobre la orientación del buque se pueden obtener también a partir de la integración temporal de las derivaciones temporales de la posición y de la orientación del buque. Por medio de sensores de aceleración se miden, además, las segundas derivaciones temporales de la posición y de la orientación del buque, de manera que la aceleración del buque a lo largo de las tres direcciones espaciales así como las aceleraciones angulares alrededor de los ejes de inercia principales del buque son componentes de los datos de entrada.

El conjunto mencionado anteriormente de datos de entrada forma un vector de estado x , que describe el estado de movimiento del buque. Adicionalmente, en el procedimiento se determinan datos de posición a partir de los datos de un sistema de navegación asistido por satélite, como por ejemplo el Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Estos datos de posición forman otro conjunto de datos de entrada, que están agrupados en un vector GPS. Los dos conjuntos de datos de entrada x y GPS mencionados anteriormente son alimentados a una instalación de filtro 1. En la instalación de filtro 1 se filtran de manera adecuada los conjuntos de datos x y GPS y de esta manera se liberan de interferencias. Además, a la disposición de la instalación de filtro 1 están disponibles datos redundantes calculados a través de otros sensores además de los datos de entrada x y GPS, con lo que la instalación de filtro 1 realiza formaciones del valor medio sobre los datos de entrada. Los datos de entrada depurados de esta manera a través de filtrado o promedio están disponibles como conjuntos de datos \tilde{x} y \tilde{GPS} para el procesamiento posterior.

De manera similar se depuran en una segunda instalación de filtro 2 magnitudes teóricas predeterminadas por otras instalaciones de regulación subordinadas para actuadores del buque. Estas magnitudes teóricas comprenden, entre otras cosas, el número teórico de revoluciones de una máquina n , el ángulo teórico de una superficie de timón lateral δ_1 , en el caso de un submarino el ángulo teórico del timón de profundidad δ_2 así como magnitudes teóricas de otros actuadores. La instalación de filtro 2 proporciona las magnitudes teóricas depuradas \tilde{n} , $\tilde{\delta}_1$ y $\tilde{\delta}_2$ para el procesamiento posterior.

En la instalación de evaluación 3 se calcula con la ayuda de uno o varios criterios definidos la proximidad del estado de movimiento depurado \tilde{x} con respecto al estado de la oscilación de cabeceo excitada por parámetros. La proximidad del estado de movimiento con respecto al estado de resonancia de cabeceo se caracteriza por un conjunto de datos designados como nivel de resonancia RL.

En una segunda instalación de evaluación 4 a partir del estado de movimiento depurado \tilde{x} se determina la dirección de propagación de las olas de agua con relación al buque, la velocidad de propagación de las olas así como otras magnitudes características de la excitación de las olas. Estos parámetros son agrupados en un conjunto de datos, que se designa aquí como excitación de las olas q_w . Además, se transmiten a la instalación de evaluación 4 los datos GPS depurados \tilde{GPS} . Sobre cuya base se transforma la excitación de las olas q_w en un sistema de coordenadas terrestre, de manera que calcula la influencia del rumbo y de la velocidad del buque. En este sistema de coordenadas terrestre se filtra la excitación de las olas q_w . En particular, este filtrado permite una exactitud elevada durante la determinación de la dirección de propagación de las olas de agua.

El nivel de resonancia RL, el estado de movimiento depurado del buque \tilde{x} así como la excitación de las olas q_w son transmitidos a una instalación de regulación 6, que verifica el nivel de resonancia RL para determinar si el estado de movimiento de la embarcación \tilde{x} presenta una proximidad crítica con respecto a la oscilación de cabeceo excitada por parámetros, es decir, si el estado de movimiento está colocado dentro de una zona de resonancia de cabeceo. En el caso de que el estado de movimiento de la embarcación esté en la zona de resonancia de cabeceo, se modifica por medio de una ley de regulación la velocidad así como el ángulo de guiñada del buque de tal manera que se incrementa la distancia del estado de movimiento \tilde{x} con respecto al estado de la oscilación de cabeceo excitada por parámetros. Una previsión adecuada para la modificación del ángulo de guiñada depende en este caso esencialmente de la excitación de las olas q_w , en particular de la dirección de propagación de las olas de agua. Por lo tanto, en la ley de regulación, el estado de movimiento \tilde{x} representa la magnitud de regulación. Las magnitudes de regulación para la modificación de la velocidad y del ángulo de guiñada están formadas por magnitudes teóricas O1 para la máquina y magnitudes teóricas O2 para un timón lateral, que son alimentadas a los reguladores de actuadores 7 y 8 subordinados, ya presentes a bordo, para el mando de estos actuadores. También para los otros actuadores se predeterminan magnitudes teóricas O5 a través de la instalación de regulación.

El nivel de resonancia RL y el estado de movimiento depurado \tilde{x} son transmitidos, además, a otra instalación de

5 regulación 5. La instalación de regulación 5 calcula en primer lugar con la ayuda del nivel de resonancia RL si el estado de movimiento del buque \tilde{x} está tan cerca de un estado de una oscilación de cabeceo excitada por parámetros que debe amortiguarse el movimiento del buque. Si éste es el caso, sobre la base del estado de movimiento \tilde{x} de acuerdo con la ley de regulación se calculan valores teóricos para actuadores del buque, que se emplean para la amortiguación. En el ejemplo de realización mostrado, éstos son, por ejemplo, magnitudes teóricas O3 para las aletas laterales. Además, la instalación de regulación 5 calcula magnitudes teóricas O4 para otros actuadores que actúan directamente sobre el comportamiento de cabeceo y de balanceo del buque, en el caso de submarinos, por ejemplo, los timones de profundidad.

10 Las magnitudes teóricas de los actuadores \tilde{n} , $\tilde{\delta}_1$ y $\tilde{\delta}_2$ son tenidas en cuenta en el ejemplo de realización mostrado en la figura 1 internamente en los reguladores 5 y 6. De manera alternativa (figura 2), se pueden adicionar las magnitudes teóricas O1, O2, ... O5 para los actuadores también en los reguladores de los actuadores 7, 8 y 9 subordinados, pudiendo realizarse la filtración de las magnitudes teóricas de los actuadores \tilde{n} , $\tilde{\delta}_1$ y $\tilde{\delta}_2$ de manera totalmente separada a través de la instalación de filtro 2.

Lista de signos de referencia

- 15 x Estado de movimiento medido del buque
- \tilde{x} Estado de movimiento depurado de la embarcación
- GPS Datos GPS
- \tilde{GPS} Datos GPS depurados
- RL Nivel de resonancia
- 20 q_w Excitación de las olas
- n Número teórico de revoluciones de la máquina
- δ_1 Ángulo teórico del timón lateral
- δ_2 Ángulo teórico del timón de profundidad
- \tilde{n} Número teórico de revoluciones depurado de la máquina
- 25 $\tilde{\delta}_1$ Ángulo teórico depurado del timón lateral
- $\tilde{\delta}_2$ Ángulo teórico depurado del timón de profundidad
- O1 Magnitudes teóricas de la máquina
- O2 Magnitudes teóricas del timón lateral
- O3 Magnitudes teóricas de las aletas laterales
- 30 O4 Magnitudes teóricas del timón de profundidad
- O5 Magnitudes teóricas
- 1 Instalación de filtro
- 2 Instalación de filtro
- 3 Instalación de evaluación
- 35 4 Instalación de evaluación
- 5 Instalación de regulación
- 6 Instalación de regulación
- 7 Regulador de actuador subordinado
- 8 Regulador de actuador subordinado
- 40 9 Regulador de actuador subordinado

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para la reducción de un movimiento vertical de una embarcación, en el que en primer lugar se determina de nuevo una zona de resonancia de movimiento vertical para estados de movimiento (x) de la embarcación durante la navegación de la embarcación, en el que entonces durante la navegación se registra, al menos parcialmente, el estado de movimiento (x) de la embarcación, determinando al menos una componente del lugar y/o de la orientación de la embarcación y/o su derivación temporal y calculando si este estado de movimiento (x) se encuentra en la zona de resonancia del movimiento vertical, después de lo cual cuando se establece que este estado de movimiento (x) se encuentra en la zona de resonancia del movimiento vertical, se modifica la velocidad de la navegación de la embarcación y/o el rumbo, hasta que se ha abandonado la zona de resonancia del movimiento vertical, de manera que un movimiento de cabeceo forma el movimiento vertical y la zona de resonancia del movimiento vertical se forma por una zona de resonancia del movimiento de cabeceo.
- 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la zona de resonancia del movimiento vertical se determina a través de la determinación de al menos una frecuencia de resonancia del movimiento vertical.
- 3.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que para la detección al menos parcial del estado de movimiento (x) de la embarcación se determina la primera derivación temporal de una componente del lugar y/o de la orientación de la embarcación.
- 4.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que para la detección al menos parcial del estado de movimiento (x) de la embarcación se utilizan datos (GPS) de un sistema de navegación asistido por satélite.
- 5.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la modificación del rumbo y/o de la velocidad de la marcha de la embarcación se realiza automáticamente por medio de al menos una máquina y/o al menos un actuador de la embarcación.
- 6.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que durante un estado de movimiento (x) de la embarcación dentro de la zona de resonancia del movimiento vertical se eleva la amortiguación del movimiento vertical, con preferencia a través de un procedimiento de regulación subordinado, que contrarresta el movimiento vertical.
- 7.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la amortiguación del movimiento vertical se eleva por medio de al menos una o varias de las instalaciones siguientes: máquina, aletas laterales, timón lateral, timón de profundidad y/u otros actuadores de la embarcación.
- 8.- Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 5 y 7, en el que en un estado de movimiento (x) de la embarcación dentro de la zona de resonancia del movimiento vertical se emplean uno o varios actuadores y/o una o varias máquinas de la embarcación al mismo tiempo tanto para la modificación del rumbo y/o de la velocidad de la navegación de la embarcación como también para la elevación de la amortiguación del movimiento vertical.
- 9.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que en un estado de movimiento (x) de la embarcación dentro de la zona de resonancia del movimiento vertical se reduce, la intensidad de la excitación del movimiento vertical a través de la modificación de la amplitud del cabeceo de la embarcación, con preferencia a través de un procedimiento de regulación subordinado, que contrarresta el movimiento de cabeceo.
- 10.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la amplitud de cabeceo es influenciada por medio de al menos un timón de profundidad de la embarcación.
- 11.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el estado de movimiento (x) de la embarcación se calcula por medio de una plataforma de inercia.

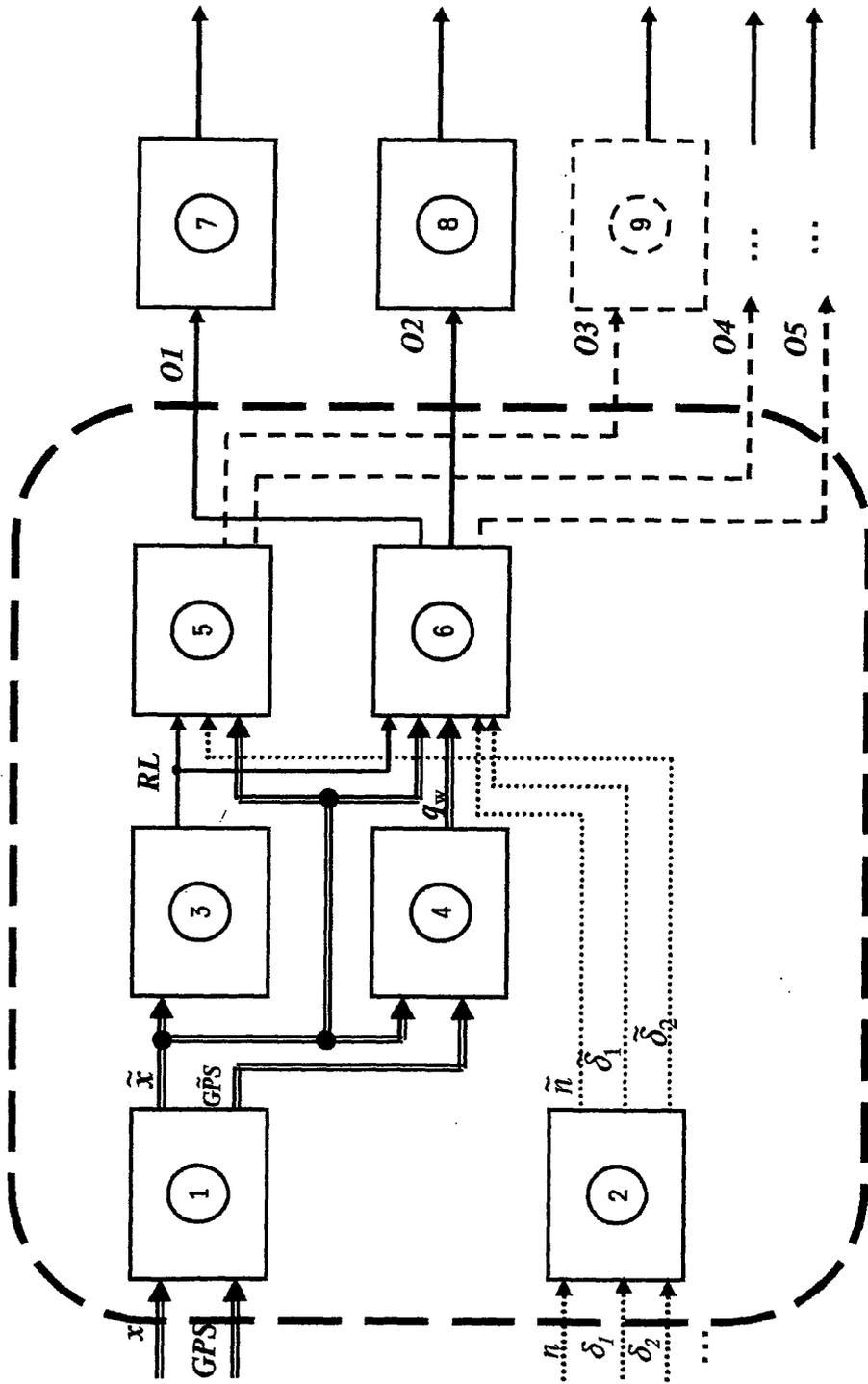


Fig. 1

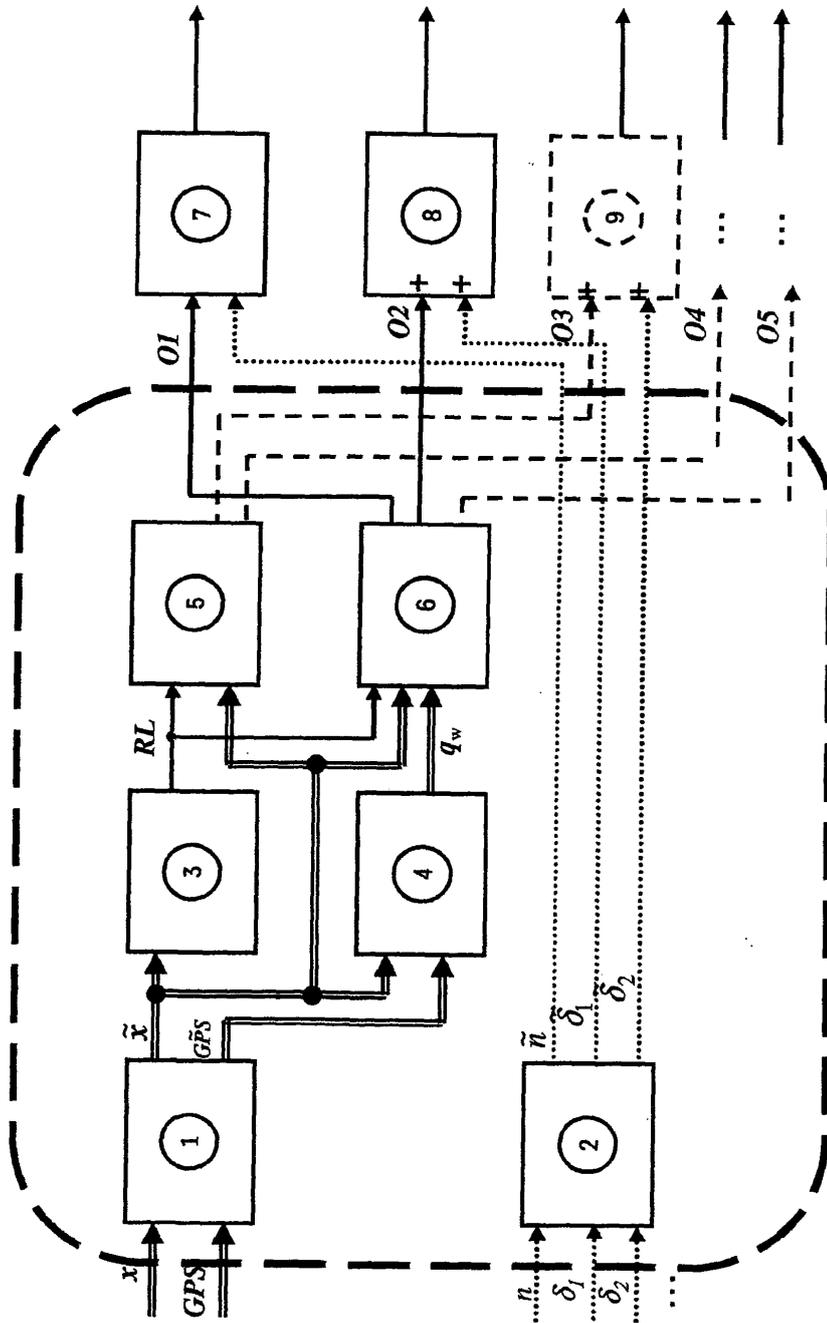


Fig. 2