

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 467 098**

51 Int. Cl.:

B63H 25/04 (2006.01)

B63H 25/46 (2006.01)

B63H 11/107 (2006.01)

B63H 11/00 (2006.01)

B63J 99/00 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.06.2007 E 07808636 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.03.2014 EP 2024226**

54 Título: **Mejoras en relación con el control de buques marítimos**

30 Prioridad:

02.06.2006 US 810458 P

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

11.06.2014

73 Titular/es:

**CWF HAMILTON&CO LIMITED (100.0%)
GATE 1, 20 LUNNS ROAD, MIDDLETON
CHRISTCHURCH 8024, NZ**

72 Inventor/es:

**RAE, PHILIP y
BORRETT, JOHN, ROBERT**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 467 098 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

Mejoras en relación con el control de buques marítimos

5 Campo de la invención

La invención se refiere al control de buques marítimos propulsados por chorros de agua y en particular, pero sin limitarse a, el control dinámico de un buque marítimo de múltiples chorros de agua.

10 Antecedentes de la invención

El posicionamiento dinámico se refiere de manera genérica a un método automatizado de mantener un buque en una ubicación fija sin amarrar o anclar el buque. En la actualidad, se encuentran disponibles sistemas que emplean un posicionamiento dinámico en buques grandes, tales como naves de perforación. Estos sistemas se usan, habitualmente, para mantener la situación del buque en aguas profundas, a menudo durante periodos prolongados, sobre un punto fijo en el lecho marino. Estos son complejos y, habitualmente, utilizan propulsores azimutales descendentes provistos de propósito múltiple.

La patente de los Estados Unidos 5.491.636 divulga un sistema de posicionamiento dinámico que utiliza un propulsor de proa orientable, tal como un motor de arrastre, para mantener de manera dinámica un barco en un punto de anclaje seleccionado.

El documento WO 2005/054050 A2, el cual se considera como la técnica anterior más cercana, divulga un método para controlar una embarcación. En particular, el método es para mantener el rumbo de una embarcación.

Un objetivo de la presente invención es facilitar sistemas y métodos que proporcionen uno cualquiera o ambos de un posicionamiento dinámico y un control de velocidad dinámico para un buque marítimo propulsado por chorros de agua y / o que por lo menos proporcionen al público una opción útil.

30 Sumario de la invención

En un primer aspecto, la presente invención consiste, en términos generales, en un sistema de control dinámico para un buque marítimo que tiene dos o más unidades de chorro de agua como el sistema de propulsión primaria del buque, comprendiendo las unidades de chorro de agua unos deflectores de dirección y unos conductos de inversión y pudiendo accionarse en sincronía o de manera diferencial, el sistema de control dinámico para mantener la posición o la velocidad del buque cuando se encuentra en un modo de control dinámico, que comprende:

un indicador de posición o de velocidad para indicar la posición o velocidad del buque o las desviaciones en la posición o velocidad del buque;

un indicador de rumbo para indicar el rumbo o tasa de guiñada del buque o las desviaciones en el rumbo o tasa de guiñada del buque; y

un controlador para controlar el funcionamiento de los deflectores de dirección y los conductos de inversión de las unidades de chorro de agua para mantener sustancialmente la posición y rumbo del buque, o el funcionamiento de las unidades de chorro de agua para mantener sustancialmente la velocidad y guiñada del buque cuando el modo de control dinámico está habilitado.

El sistema de control dinámico puede comprender:

unos medios de entrada para habilitar un modo de control dinámico y establecer una posición o velocidad del buque fijada;

un indicador de posición o de velocidad para indicar la posición o velocidad del buque o las desviaciones en la posición o velocidad del buque;

un indicador de rumbo para indicar el rumbo o tasa de guiñada del buque o las desviaciones en el rumbo o tasa de guiñada del buque; y

un controlador dispuesto para supervisar las desviaciones de posición o de velocidad en relación con una posición o velocidad del buque fijada y las desviaciones de rumbo o de tasa de guiñada en relación con un rumbo o tasa de guiñada del buque fijado y para controlar el funcionamiento de las unidades de chorro de agua para minimizar el error de posición o de velocidad y el error de rumbo o de tasa de guiñada cuando el modo de control dinámico está habilitado.

65

Habitualmente, la posición o velocidad del buque deseada y el rumbo o tasa de guiñada del buque deseado son una posición o velocidad y un rumbo o tasa de guiñada del buque en el momento en el que el sistema de control dinámico está habilitado (a lo que se hace referencia en lo sucesivo en el presente documento a menudo como una posición o velocidad y rumbo o tasa de guiñada actuales). Los medios de entrada pueden ser uno o más botones, conmutadores o similares para habilitar el modo de control dinámico y establecer la posición y el rumbo o velocidad y rumbo o tasa de guiñada del buque actuales como la posición y rumbo o velocidad y rumbo o tasa de guiñada fijados. Como alternativa, o adicionalmente, los medios de entrada pueden habilitar la introducción de una posición y / o un rumbo, o velocidad y / o rumbo o tasa de guiñada fijados que es diferente de la posición y rumbo o velocidad y rumbo y / o tasa de guiñada del buque actuales.

Preferiblemente, la posición y el rumbo o la velocidad y el rumbo o la tasa de guiñada del buque fijados, pueden alterarse posteriormente mientras que un modo de control dinámico está habilitado, por ejemplo usando un dispositivo de control tal como una palanca de mando, una rueda de timón, y / o palanca o palancas de regulación.

El indicador de posición o de velocidad puede indicar una posición o velocidad absoluta del buque con respecto a tierra, a través de, por ejemplo, un sistema de determinación de posición basado en satélite tal como el Sistema de Determinación de Posición Global (GPS, *Global Positioning System*) o GPS diferencial (DGPS, *differential GPS*). Como alternativa, el indicador de posición o de velocidad puede indicar la posición o velocidad relativa mediante la indicación de las desviaciones en la posición o velocidad del buque en relación con la posición o velocidad de referencia del buque fijada, a través de uno o más sensores dispuestos para indicar el movimiento del buque en relación con una posición o velocidad inicial. Como alternativa, de nuevo el indicador de posición o de velocidad puede indicar la posición o velocidad del buque en relación con otro objeto que puede ser estacionario o encontrarse en movimiento, tal como en relación con un muelle o puesto de atraque o en relación con otro buque de superficie o submarino estacionario o en movimiento o en relación con un buceador en movimiento bajo el agua, a través de, por ejemplo, una técnica de búsqueda de alcance de radar, acústica, o de láser.

Los medios de indicador de rumbo pueden indicar el rumbo absoluto a través de una brújula, o el rumbo relativo mediante la indicación de los cambios en el rumbo en relación con un rumbo del buque fijado a través de un sensor de rumbo sensible a los cambios relativos en el rumbo del buque. Los medios de indicador de rumbo pueden comprender un sensor de tasa de guiñada, que puede indicar, en una realización, cambios en la tasa de guiñada en relación con una tasa de guiñada fijada.

Habitualmente, el controlador está dispuesto para accionar de manera controlable los reguladores de motor y los deflectores de dirección y los conductos de inversión de las unidades de chorro de agua. El controlador está dispuesto preferiblemente para accionar los deflectores de dirección de las unidades de chorro de agua en sincronía, y los conductos de inversión o bien en sincronía o bien de manera diferencial.

En un segundo aspecto, la invención consiste, en términos generales, en un método implementado por ordenador para controlar de manera dinámica un buque marítimo propulsado por dos o más unidades de chorro de agua que son el sistema de propulsión primaria del buque, comprendiendo las unidades de chorro de agua unos deflectores de dirección y unos conductos de inversión y pudiendo accionarse en sincronía o de manera diferencial, comprendiendo el método las etapas de:

- (a) determinar una posición o velocidad del buque fijada y un rumbo o tasa de guiñada del buque fijados
- (b) determinar una posición o velocidad del buque actual usando unos medios de determinación de posición o de velocidad;
- (c) determinar un rumbo o tasa de guiñada del buque actual usando unos medios de determinación de rumbo o de tasa de guiñada; y
- (d) controlar por lo menos los deflectores de dirección y los conductos de inversión de las unidades de chorro de agua para mantener sustancialmente la posición y rumbo del buque fijados o controlar por lo menos los deflectores de dirección de las unidades de chorro de agua para mantener sustancialmente la velocidad y guiñada del buque fijadas.

La posición o la velocidad y el rumbo o la tasa de guiñada del buque fijados pueden ser la posición y rumbo o velocidad y rumbo o tasa de guiñada en el momento en el que el sistema de control dinámico está habilitado, o una posición y un rumbo o velocidad y rumbo o tasa de guiñada del buque diferentes que se introducen en un sistema de control como la posición y rumbo o velocidad y rumbo o tasa de guiñada fijados al comienzo del control dinámico o posteriormente.

El método puede comprender las etapas de:

- (a) recibir una posición o velocidad del buque fijada, y un rumbo o tasa de guiñada del buque indicado

(b) determinar la posición o velocidad del buque actual usando unos medios de determinación de posición o de velocidad;

5 (c) determinar el rumbo o tasa de guiñada del buque actual usando unos medios de determinación de rumbo o de tasa de guiñada;

(d) calcular un error de posición o de velocidad sobre la base de la diferencia entre la posición o velocidad del buque fijada, y la posición o velocidad del buque actual;

10 (e) calcular un error de rumbo o de tasa de guiñada sobre la base de la diferencia entre el rumbo o tasa de guiñada del buque fijado y el rumbo o tasa de guiñada del buque actual; y

(f) controlar las unidades de chorro de agua para minimizar el error de posición o de velocidad, y el error de rumbo o de tasa de guiñada.

15 La etapa de calcular un error de posición o de velocidad puede comprender calcular una diferencia en relación con una posición o velocidad absoluta del buque o en relación con una posición o velocidad del buque inicial. La etapa de calcular un error de rumbo o de tasa de guiñada puede comprender calcular un error de rumbo o de tasa de guiñada en relación con un rumbo o tasa de guiñada absoluto o en relación con un rumbo o tasa de guiñada inicial.

20 La expresión 'comprendiendo / que comprende' tal como se usa en la presente memoria descriptiva quiere decir 'que consiste por lo menos en parte en', lo que es como decir que, cuando se interpretan declaraciones en la presente memoria descriptiva que incluyen esa expresión, es necesario que la totalidad de las características, precedidas por esa expresión en cada declaración, se encuentren presentes si bien también pueden encontrarse presentes otras características.

25 En la presente memoria descriptiva, se pretende que la expresión 'buque' incluya barcos tales como embarcaciones ligeras de tipo recreativo mas pequeñas y otros barcos, lanchas de mayor tamaño ya sean mono-casco o multicasco, y buques de mayor tamaño.

30 **Breve descripción de las figuras**

A continuación, se describirán diversas formas de los sistemas y métodos de la invención con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

35 la figura 1 muestra un diagrama esquemático de una forma a modo de ejemplo de un sistema de posicionamiento dinámico;

40 la figura 2 muestra un flujo de proceso para un método de posicionamiento dinámico a modo de ejemplo;

la figura 3 muestra un diagrama esquemático de una forma a modo de ejemplo de un sistema de control de velocidad dinámico;

45 la figura 4 muestra un flujo de proceso para un método de control de velocidad dinámico a modo de ejemplo;

la figura 5 muestra las seis maniobras básicas de un buque propulsado por doble chorro de agua;

la figura 6 muestra una traslación en sentido lateral de un buque propulsado por doble chorro de agua; y

50 la figura 7 muestra un diagrama de bloques que muestra un sistema de control de velocidad dinámico a modo de ejemplo.

Descripción detallada de las realizaciones

55 La invención se describe a continuación con referencia a los buques marítimos que están propulsados con dos unidades de chorro de agua en la roda del buque ('buque de doble chorro de agua'). Los sistemas y métodos de la invención también pueden usarse en buques de chorro de agua propulsados por más de dos unidades de chorro de agua, tal como por ejemplo tres o cuatro unidades de chorro de agua.

60 **Sistema de posicionamiento dinámico**

Haciendo referencia a la figura 1, se muestra una disposición esquemática de una realización de un sistema de posicionamiento dinámico de la presente invención. El sistema incluye un controlador 100, tal como un microprocesador, microcontrolador, controlador lógico programable (PLC, *programmable logic controller*) o similar, programado para recibir y procesar datos con el fin de mantener de manera dinámica el rumbo y la posición del buque cuando el modo de posicionamiento dinámico está habilitado. El controlador 100 puede ser un controlador

autónomo o dedicado para un posicionamiento dinámico o preferiblemente está incorporado en un controlador de buque existente. En una forma, el controlador 100 es un módulo enchufable que está conectado con una red, tal como una red de área de controlador (CAN, *Controller Area Network*), en el buque de chorro de agua.

5 El controlador 100 controla las unidades de chorro de agua de babor y de estribor 102 que son los sistemas de propulsión primaria para el buque. Cuando se proporcionan más de dos unidades de chorro de agua tal como se ha contemplado previamente, el controlador 100 puede estar adaptado para proporcionar un control dinámico a por lo menos una unidad de chorro de agua de babor y una unidad de chorro de agua de estribor.

10 Cada unidad de chorro de agua 102 comprende un alojamiento que contiene una unidad de bombeo 104 accionada mediante un motor 106 a través de un eje de transmisión 108. Cada unidad de chorro de agua también incluye un deflector de dirección 110 y un conducto de inversión 112. En la forma ilustrada, cada conducto de inversión 112 es de un tipo que presenta unos pasos divididos para mejorar el empuje inverso. El conducto de inversión de paso dividido 112 también afecta al empuje de dirección a babor y a estribor cuando el conducto está bajado en la corriente a chorro. Los deflectores de dirección 110 pivotan alrededor de unos ejes generalmente verticales 114 mientras que los conductos de inversión 112 pivotan alrededor de unos ejes generalmente horizontales 116, con independencia de los deflectores de dirección. El regulador de motor, el deflector de dirección y el conducto de inversión de cada unidad se accionan mediante las señales que se reciben a partir de los módulos de accionamiento 118 y 120 a través de los puertos de entrada de control 122, 124 y 126, respectivamente. Los módulos de accionamiento 118 y 120 están controlados, a su vez, por el controlador 100.

25 El controlador 100 recibe un número de entradas para efectuar el control del buque. Una entrada proviene de uno o más dispositivos de control del buque 128, tal como una o más palancas de mando, controles de timón, palancas de regulación o similar. El dispositivo o dispositivos de control del buque 128 se usan por un timonel para accionar de forma manual el buque.

30 El controlador 100 también recibe una entrada a partir de unos medios de entrada de control dinámico 130 que pueden accionarse para habilitar un modo de control dinámico, tal como uno o más botones, conmutadores, teclados o similar. El dispositivo de entrada de control dinámico 130 se usa por el timonel para habilitar un modo de control dinámico, incluyendo o, de manera específica, un modo de posicionamiento dinámico en el que el controlador controla las unidades de chorro de agua del buque para mantener la posición del buque y el rumbo del buque. El funcionamiento del controlador en el modo de posicionamiento dinámico se describirá con detalle.

35 El controlador 100 tiene unas entradas indicativas de la posición del buque y el rumbo del buque. La posición del buque y el rumbo del buque se usan por el controlador 100 para mantener el buque en una posición deseada y un rumbo deseado (a lo que se hace referencia en el presente documento, en general, como una posición y / o un rumbo del buque fijados), pero también para establecer una posición deseada y un rumbo deseado.

40 La posición del buque se determina a través del indicador de posición 132. La posición absoluta del buque con respecto a tierra puede indicarse a través de un sistema de determinación de posición basado en satélite tal como GPS o DGPS, caso en el que el indicador de posición 132 será una unidad de GPS o de DGPS. El GPS proporciona datos en relación con las posiciones con referencia a tierra en términos de latitud y de longitud. El GPS puede usarse en su forma convencional o en forma de DGPS.

45 Como alternativa, el indicador de posición 132 puede indicar la posición del buque en relación con una posición de referencia del buque inicial a través de uno o más sensores tales como acelerómetros dispuestos para determinar el movimiento del buque en relación con una posición inicial. Un circuito electrónico puede recibir unas señales que representan la aceleración del buque a partir del acelerómetro o acelerómetros, e integrar las señales para obtener unas señales representativas de la posición del buque. Una doble integración de una señal de aceleración produce una señal de posición. Las salidas de un número de sensores pueden procesarse (por ejemplo, después de un filtrado complementario) para mejorar la indicación de la posición o de las desviaciones de posición.

50 En una realización adicional, el indicador de posición 132 puede indicar la posición del buque en relación con un objeto estacionario o en movimiento, tal como, por ejemplo, en relación con un muelle o puesto de atraque o en relación con un buque de superficie o submarino en movimiento o estacionario. El indicador de posición puede comprender un sistema de radar de corto alcance o cualquier otro sistema que indicará la distancia y el rumbo desde el buque hasta el objeto objetivo ya sea estacionario o se encuentre en movimiento, tal como un sistema de búsqueda de alcance acústico o basado en láser. En el control dinámico con respecto a objetos en movimiento, se obtienen las posiciones y / o velocidades relativas entre un objeto en movimiento y el buque que se está controlando. De la presente forma, el buque controlado puede controlarse para mantener una 'relación' de tasa o de posición con el objeto en movimiento. Las aplicaciones a modo de ejemplo para el control de posición dinámico con respecto a objetos en movimiento incluyen mantener una distancia y un rumbo dados con respecto a otro buque o un vehículo accionado a distancia submarino, maniobrar cerca de un buque que está yendo a la deriva, o recoger un buceador en un flujo de marea fuerte. El control dinámico con respecto a objetos en movimiento también puede usarse para mantener los buques en una relación de posición y / o de velocidad en la pesca de arrastre por parejas, en la que dos o más buques tiran de manera cooperativa de una red.

El rumbo del buque se determina usando el indicador de rumbo 134 que provee datos de rumbo del buque al controlador 100. El indicador de rumbo 134 puede ser por ejemplo una brújula de inducción terrestre o una brújula giroscópica, que indicará el rumbo absoluto del buque. Como alternativa, los medios de indicación de rumbo pueden indicar el rumbo del buque en relación con un rumbo de referencia del buque inicial a través de uno o más sensores de tasa de guiñada, tal como un giróscopo u otro dispositivo o dispositivos de detección dispuestos para determinar un cambio relativo en el rumbo del buque. Así mismo, el indicador de rumbo puede ser, por ejemplo, un indicador ya provisto para un sistema de piloto automático de a bordo.

Cuando el posicionamiento dinámico está habilitado, el controlador 100 usa las entradas procedentes del indicador de posición 132 y el indicador de rumbo 134 para mantener el buque en una posición y un rumbo fijados. Esto puede ser la posición y rumbo del buque cuando estaba habilitado el sistema de posición dinámico o, como alternativa, una entrada de posición y de rumbo diferente por el timonel u operador a través de otros medios de entrada tales como un teclado u otro sistema de ordenador a través del cual pueden introducirse en el controlador 100 otra posición y rumbo fijados. El controlador acciona entonces las unidades de chorro de agua y, en particular, el empuje de motor, los deflectores de dirección, y los conductos de inversión, en sincronía o de manera diferencial, para mantener la posición y rumbo del buque fijados. La forma en la que las unidades de chorro de agua pueden accionarse para dar lugar a la traslación del buque en cualquier dirección, por el controlador para mantener la posición y el rumbo del buque frente al movimiento del buque con respecto a la posición y el rumbo deseados se describe con más detalle en la sección posterior titulada "Control de buque de doble chorro de agua".

Así mismo, la funcionalidad de posicionamiento dinámico puede funcionar en combinación con uno o más dispositivo o dispositivos de control del buque 128 que se usan para accionar normalmente el buque. En una forma, los medios de entrada 130 pueden funcionar en combinación con un dispositivo de control de maniobra de baja velocidad del buque, tal como una palanca de mando, cuando el sistema de control se encuentra en el modo de posicionamiento dinámico. Por ejemplo, después de que el modo de posicionamiento dinámico se haya habilitado con el fin de mantener la posición del buque, el timonel puede desear posteriormente mover el buque a una posición y / o un rumbo diferente y mantener entonces el buque en esa nueva posición y / o rumbo. Mientras que el sistema de control se encuentra en el modo de posicionamiento dinámico, el timonel puede accionar un dispositivo de control tal como una palanca de mando para mover el buque y entonces liberar la palanca de mando o devolver la palanca de mando a su posición neutra. La vuelta de la palanca de mando a su posición neutra puede dar lugar a que vuelva a accionarse el posicionamiento dinámico de tal modo que el sistema de control funciona de nuevo para mantener el buque en la nueva posición y / o rumbo (hasta que se hace que la palanca de mando se mueva de nuevo, o el modo de posicionamiento dinámico se deshabilita).

Proceso de posicionamiento dinámico

Un proceso a modo de ejemplo para el controlador en el modo de posicionamiento dinámico se muestra en la figura 2. Una vez que el timonel ha maniobrado el buque hasta una ubicación seleccionada, por ejemplo en relación con la tierra o con un muelle o embarcadero u otro buque de superficie o submarino estacionario, y desea mantener de manera dinámica la posición y el rumbo del buque, el timonel habilita el modo de posicionamiento dinámico en 200. En la etapa 202, el controlador obtiene la posición del buque y el rumbo del buque actuales a partir del indicador de posición y el indicador de rumbo, respectivamente. La posición del buque y el rumbo del buque que se obtienen se establecen como la posición y rumbo del buque fijados en la etapa 204.

El controlador avanza posteriormente a la etapa 206, en la que este determina de nuevo la posición del buque y el rumbo del buque actuales a partir del indicador de posición y el indicador de rumbo, respectivamente. En la etapa 208, el controlador calcula un error de posición sobre la base de la diferencia entre la posición del buque fijada tal como se determina en la etapa 204 y la posición del buque tal como se determina en la etapa 206. El controlador también calcula un error de rumbo sobre la base de la diferencia entre el rumbo del buque fijado tal como se determina en la etapa 204 y el rumbo del buque tal como se determina en la etapa 206.

En la etapa 210, el controlador determina si el error de posición y el error de rumbo son sustancialmente nulos. Si el error de posición o el error de rumbo no es sustancialmente nulo, el buque o bien no se encuentra en la posición deseada o bien no tiene el rumbo deseado. El controlador avanza entonces a la etapa 212, en la que este acciona y controla las unidades de chorro de agua para mover el buque y minimizar el error de posición y el error de rumbo. El proceso se repite entonces de nuevo a partir de la etapa 206, en la que se determinan la posición del buque y el rumbo del buque. A través de este bucle, el controlador supervisa de manera continua la posición del buque y el rumbo del buque y acciona las unidades de chorro de agua para mantener la posición y rumbo fijados.

Si, en la etapa 210, se determina que el error de posición y el error de rumbo son sustancialmente nulos, el buque se encuentra en la posición fijada y el rumbo deseado. El controlador vuelve a la etapa 206, en la que este supervisa de nuevo la posición del buque y el rumbo del buque. Este proceso continúa hasta que se deshabilita el modo de posicionamiento dinámico.

En una realización alternativa, las entradas al controlador en lugar de indicar la posición y el rumbo absolutos del buque pueden ser unas entradas de posición y de rumbo del buque relativas, es decir, unas entradas indicativas de

cambios en la posición y el rumbo del buque en relación con una posición y un rumbo del buque iniciales. De nuevo el controlador acciona y controla las unidades de chorro de agua para minimizar la posición y el error de rumbo.

5 Tal como se ha contemplado previamente, en lugar de funcionar para mantener el buque estacionario en una
 10 ubicación, que es por ejemplo una ubicación con respecto a tierra fija y / o una ubicación fija en relación con un
 muelle o embarcadero u otro buque de superficie o submarino estacionario, el sistema de posicionamiento dinámico
 puede funcionar para mantener el buque cuando está en movimiento en una relación de posición particular en
 15 relación con otro buque de superficie o submarino en movimiento o, por ejemplo, un buceador en movimiento bajo el
 agua. El proceso de posicionamiento dinámico será el mismo en cuanto a su concepto que el bosquejado en lo que
 20 antecede, excepto por que el buque se encontrará en movimiento o se moverá a medida que también se mueve el
 buque u objeto objetivo. El indicador de posición proporciona información para la posición del buque en relación con
 el buque u objeto objetivo, usando por ejemplo una unidad de búsqueda de distancia de radar, acústica, o de láser u
 otra similar.

15 **Sistema de control de velocidad dinámico**

Haciendo referencia a la figura 3, se muestra una disposición esquemática de una realización de un sistema de
 control de velocidad dinámico de la invención. A pesar de que se muestra por separado del sistema de
 20 posicionamiento dinámico en la figura 1, un sistema de control de velocidad dinámico puede integrarse con un
 sistema de posicionamiento dinámico para proporcionar un sistema de control dinámico de doble funcionalidad para
 un buque. Como alternativa, un buque puede proveerse con (solo) uno u otro de un sistema de posicionamiento
 dinámico y de control de velocidad dinámico de la invención.

25 El sistema de control de velocidad dinámico incluye un controlador 300, que puede encontrarse en forma de
 microprocesador, microcontrolador, controlador lógico programable (PLC) o similar. El controlador 300 está
 programado para recibir y procesar datos con el fin de mantener de manera dinámica la velocidad y guiñada del
 buque cuando está habilitado un modo de control de velocidad dinámico, tal como se describirá con detalle
 30 posteriormente. Al igual que en lo que antecede, el controlador 300 puede ser un controlador autónomo o dedicado
 para un control de velocidad dinámico o puede estar incorporado en un controlador de buque existente, tal como el
 controlador 100 que se usa para el posicionamiento dinámico que se muestra en la figura 1. En una forma, el
 controlador 300 es un módulo enchufable que está conectado con una red, tal como una red de área de controlador
 (CAN), en el buque de chorro de agua.

35 Tal como se muestra en la figura 3, el controlador 300 controla las unidades de chorro de agua de babor y de
 estribor 302 que son el sistema de propulsión primaria del buque. Cuando se proporcionan más de dos unidades de
 chorro de agua tal como se ha contemplado previamente, el controlador 300 puede estar adaptado para
 proporcionar un control dinámico a por lo menos una unidad de chorro de agua de babor y una unidad de chorro de
 agua de estribor.

40 Cada unidad de chorro de agua 302 comprende un alojamiento que contiene una unidad de bombeo 304 accionada
 mediante un motor 306 a través de un eje de transmisión 308, y un deflector de dirección 310 y un conducto de
 inversión 312 que pivotan alrededor de unos ejes generalmente verticales 314 y unos ejes generalmente
 horizontales 316, respectivamente. El regulador de motor, el deflector de dirección y el conducto de inversión de
 45 cada unidad se accionan mediante las señales que se reciben a partir de los módulos de accionamiento 318 y 320 a
 través de los puertos de entrada de control 322, 324 y 326, respectivamente. Los módulos de accionamiento 318 y
 320 están controlados, a su vez, por el controlador 300.

50 El controlador 300 recibe un número de entradas para efectuar el control del buque. Una entrada proviene de uno o
 más dispositivos de control del buque 328, tal como una o más palancas de mando, controles de timón, palancas de
 regulación o similar. El dispositivo o dispositivos de control del buque 328 se usan por un timonel para accionar de
 forma manual el buque.

55 El controlador 300 también recibe una entrada a partir de unos medios de entrada de control de velocidad dinámico
 330 para habilitar un modo de control de velocidad dinámico, en el que el controlador controla las unidades de
 chorro de agua del buque para alcanzar y / o mantener una velocidad del buque fijada y un rumbo o tasa de guiñada
 del buque.

60 El controlador 300 tiene unas entradas indicativas de la velocidad del buque y el rumbo o tasa de guiñada del buque.
 La velocidad del buque y el rumbo o tasa de guiñada del buque se usan por el controlador 300 para mantener el
 buque a una velocidad y rumbo o tasa de guiñada fijados.

Haciendo referencia a la figura 3, la velocidad del buque se determina usando un indicador de velocidad 332. La
 velocidad del buque puede obtenerse usando un número de técnicas. Unos sensores de tubo de Pitot o sensores
 65 ultrasónicos montados en el buque pueden medir la velocidad del buque a través del tiempo necesario para que los
 impulsos ultrasónicos se desplacen a través del agua. Otra forma de indicador de velocidad que puede utilizarse es
 un diagrama de velocidad Doppler que mide la velocidad a través del efecto Doppler. El indicador de velocidad

puede indicar la velocidad del buque en relación con una velocidad de referencia del buque inicial a través de uno o más sensores tales como acelerómetros dispuestos para determinar la velocidad del buque en relación con una velocidad inicial. Un circuito electrónico puede recibir unas señales que representan la aceleración del buque a partir del acelerómetro o acelerómetros, e integrar las señales para obtener unas señales que representan la velocidad del buque. Una única integración de una señal de aceleración produce una señal de velocidad. Como alternativa, la velocidad absoluta del buque puede obtenerse a través de un sistema basado en satélite tal como GPS o DGPS. El GPS o DGPS pueden usarse para proporcionar datos de velocidad o bien directamente, o bien indirectamente mediante la obtención de los mismos a partir de unos datos en relación con los cambios en las posiciones con referencia a tierra en términos de latitud y de longitud. Las salidas de un número de sensores pueden procesarse (por ejemplo, después de un filtrado complementario) para proporcionar una indicación mejorada de la velocidad o las desviaciones de velocidad.

El rumbo o tasa de guiñada del buque se determina usando el indicador de rumbo 334 que proporciona al controlador 300 unos datos de un rumbo o tasa de guiñada del buque. El indicador de rumbo o de tasa de guiñada 334 puede ser una brújula de inducción terrestre o una brújula giroscópica que indicará, por ejemplo, el rumbo absoluto del buque o a partir de la cual puede determinarse la tasa de guiñada absoluta. Como alternativa, los medios de indicación de rumbo 334 pueden indicar el rumbo o tasa de guiñada del buque en relación con un rumbo o tasa de guiñada del buque (indicado) inicial a través de uno o más sensores tales como un giróscopo u otro dispositivo de detección dispuesto para determinar un cambio en el rumbo o tasa de guiñada del buque en relación con un rumbo o tasa de guiñada inicial.

La velocidad hacia delante del buque puede controlarse de manera dinámica cuando un buque se encuentra en ruta a una velocidad relativamente alta, por ejemplo, de más de 10 nudos o, como alternativa, a baja velocidad por ejemplo, durante una maniobra de baja velocidad, caso en el que la velocidad del buque bajo control puede ser en cualquier dirección que incluya un movimiento hacia delante, atrás, a babor o a estribor o una combinación (por ejemplo, en la que la dirección del buque se controla durante la maniobra a través de una palanca de mando u otro dispositivo de control).

Cuando el modo de control de velocidad está habilitado, el controlador controla las unidades de propulsión del buque para mantener una velocidad y un rumbo o tasa de guiñada que se indican por el timonel. La velocidad y el rumbo o tasa de guiñada fijados pueden ser la velocidad y el rumbo o tasa de guiñada actuales cuando el modo de control de velocidad está habilitado, o una velocidad y un rumbo o tasa de guiñada que se indican después de que el modo de control de velocidad se haya habilitado si el timonel cambia posteriormente la velocidad y el rumbo o tasa de guiñada del buque mediante el aumento o la disminución de la velocidad del buque y / o el uso de un dispositivo de control de dirección del buque para alterar el rumbo o tasa de guiñada del buque. Cuando se encuentra en el modo de control de velocidad, el controlador acciona las unidades de propulsión para mantener la velocidad y rumbo o tasa de guiñada deseados, frente a las influencias externas que pueden alterar la velocidad y el rumbo o tasa de guiñada del buque tal como por ejemplo, el viento, la marea o las corrientes. Por lo tanto, cuando se encuentra en el modo de control de velocidad, el buque mantendrá sustancialmente una velocidad y un rumbo o tasa de guiñada fijados en relación con la tierra.

Los sistemas existentes tienen una relación directa entre una posición de palanca de control y la cantidad de empuje que se genera en una dirección determinada. En ese sentido, el empuje que se genera da como resultado una tasa particular de traslación, con respecto al agua en lugar de con respecto a tierra, la cual puede verse afectada de manera significativa por influencias externas tales como el viento, la marea, o las corrientes.

La funcionalidad de control de velocidad dinámico puede funcionar en combinación con el dispositivo o dispositivos de control del buque que se usan para accionar normalmente el buque. En una forma, el sistema de control dinámico puede funcionar en combinación con un dispositivo de control de velocidad lenta del buque, tal como una palanca de mando, cuando el sistema de control se encuentra en el modo de control dinámico. Por ejemplo, una vez que el modo de control de velocidad dinámico está habilitado, el timonel puede desear aumentar o disminuir la velocidad del buque o cambiar el rumbo o tasa de guiñada de giro del buque. El timonel puede mover la palanca de mando, por ejemplo, hacia delante, hacia atrás, o en cualquier otra dirección para aumentar o disminuir la velocidad del buque en esa dirección mientras que el modo de control de velocidad dinámico está habilitado, o para girar el buque o cambiar la tasa de giro del buque.

Proceso de control de velocidad dinámico

Un proceso a modo de ejemplo para el controlador en el modo de control de velocidad dinámico se muestra en la figura 4. Una vez que el buque ha alcanzado una velocidad deseada en un rumbo deseado, y si el timonel desea mantener de manera dinámica el buque a ese rumbo y velocidad con respecto a tierra, el timonel acciona un dispositivo de entrada que habilita el modo de control de velocidad dinámico en 400. En la etapa 402, el controlador obtiene la velocidad con respecto a tierra del buque y el rumbo del buque actuales a partir del indicador de velocidad y el indicador de rumbo, respectivamente. La velocidad del buque y el rumbo del buque que se obtienen se establecen como la velocidad del buque fijada en la etapa 404. Como alternativa, el timonel introduce una velocidad y / o un rumbo del buque fijado a través de un teclado u otros medios de entrada. Una vez que se han introducido, el

control de velocidad dinámico activa el sistema de propulsión para dar lugar a que el buque alcance y mantenga la velocidad y / o rumbo del buque fijados.

5 El controlador avanza posteriormente a la etapa 406, en la que este determina de nuevo la velocidad del buque y el rumbo del buque a partir del indicador de velocidad y el indicador de rumbo, respectivamente. En la etapa 408, el controlador calcula un error de velocidad sobre la base de la diferencia entre la velocidad del buque fijada tal como se determina en la etapa 404 y la velocidad del buque tal como se determina en la etapa 406. El controlador también calcula un error de rumbo sobre la base de la diferencia entre el rumbo del buque fijado tal como se determina en la etapa 404 y el rumbo del buque tal como se determina en la etapa 406.

10 En la etapa 410, el controlador determina si el error de velocidad y el error de rumbo son sustancialmente nulos. Si el error de velocidad o el error de rumbo no es sustancialmente nulo, el buque no tiene o bien la velocidad o bien el rumbo fijado. El controlador avanza entonces a la etapa 412, en la que este acciona y controla las unidades de chorro de agua para minimizar el error de velocidad y el error de rumbo. El proceso se repite entonces de nuevo a partir de la etapa 406, en la que se determinan la velocidad del buque y el rumbo del buque. A través de este bucle, el controlador supervisa de manera continua la velocidad del buque y el rumbo del buque y acciona las unidades de chorro de agua para mantener la velocidad deseada.

15 Si, en la etapa 410, se determina que el error de velocidad y el error de rumbo son sustancialmente nulos, el buque tiene la velocidad y rumbo deseados. El controlador vuelve a la etapa 406, en la que este supervisa de nuevo la velocidad del buque y el rumbo del buque. Este proceso continúa hasta que el modo de control de velocidad dinámico se deshabilita.

20 En una realización alternativa, el indicador de rumbo en lugar de indicar el rumbo absoluto puede indicar el rumbo relativo, es decir, cambios en el rumbo en relación con un rumbo inicial (indicado). El sistema de control funciona para mantener el rumbo del buque en el rumbo inicial (hasta que se indica un rumbo diferente o el sistema de control dinámico se deshabilita).

25 En una realización alternativa adicional, el sistema de control puede estar dispuesto para mantener de manera dinámica la velocidad y guiñada del buque. Un sensor de tasa de guiñada indicará la guiñada en relación con una tasa de guiñada inicial (fijada). Por ejemplo, cuando un buque está girando a una velocidad y tasa de giro (tasa de guiñada) determinadas, la velocidad y / o tasa de giro puede verse afectada de manera significativa por influencias externas tales como el viento, la marea o las corrientes. Un sensor de tasa de guiñada indica cambios en la tasa de guiñada con respecto a la tasa de guiñada fijada, al controlador, que acciona las unidades de chorro de agua para mantener el buque a la tasa de guiñada fijada. Cuando el buque está yendo adelante la tasa de guiñada fijada es nula y el controlador funciona para mantener el buque a una tasa de guiñada nula frente a cualesquiera influencias externas. Cuando el buque está girando, el controlador funciona para mantener el buque a la tasa de guiñada, y velocidad, fijadas, de nuevo frente a las influencias externas.

40 **Control de aceleración**

De forma opcional, un sistema de control dinámico de la invención también o, como alternativa, puede controlar de manera dinámica la aceleración o deceleración, similar al control de velocidad dinámico, con cambios apropiados para tener en cuenta la medición y el control de la aceleración, en lugar de la velocidad. Una aplicación a modo de ejemplo para un sistema de control de aceleración dinámico es la provisión de una funcionalidad de parada brusca controlada, mediante lo cual una demanda procedente del timonel para una parada brusca da lugar a que el sistema de control decelere de manera controlable el buque de tal modo que se consigue una deceleración máxima sin dar lugar a lesiones para el timonel o los pasajeros del buque. Otra aplicación a modo de ejemplo del sistema de control de aceleración dinámico es una rutina de aceleración y deceleración establecida previamente. Por ejemplo, una aceleración establecida previamente puede programarse en un transbordador para asegurar la comodidad de los pasajeros. Una aceleración establecida previamente también puede programarse en aplicaciones en las que un objeto o persona, tal como un practicante de esquí acuático, es remolcado por el buque.

55 Un modo de aceleración o deceleración controlada puede iniciarse por el timonel. Por ejemplo, el timonel puede accionar un botón, conmutador o similar para iniciar una deceleración de parada brusca controlada tal como se ha contemplado en lo que antecede, o un régimen de aceleración establecida previamente. Haciendo referencia de nuevo a la figura 3, la tasa de aceleración o deceleración del buque se determina por un controlador 300 a partir de la señal procedente del indicador de velocidad 332. El controlador 300 controla la unidad de chorro de agua 302 para dar lugar a la aceleración o deceleración deseada. Al igual que en lo que antecede, el rumbo del buque se determina mediante un indicador de rumbo 334 y el controlador 300 también funciona para mantener el rumbo del buque deseado durante la aceleración o deceleración controlada.

60 Como alternativa, un sistema de control dinámico de la invención puede simplemente limitar la tasa máxima de aceleración o deceleración permitida por el buque. Si se indica al buque que acelere o decelere hasta una velocidad particular, el buque acelerará o decelerará a esta velocidad fijada pero a una tasa controlada que no supere un límite de aceleración o deceleración previamente determinado, para asegurar, por ejemplo, la comodidad de los pasajeros

a bordo del buque.

Control de buque de doble chorro de agua

5 El funcionamiento de las unidades de chorro de agua para posicionar de manera dinámica el buque y / o controlar de manera dinámica la velocidad del buque se describirá a continuación con referencia a la figura 5. La figura muestra seis maniobras básicas de un buque de doble chorro de agua 500. Po simplicidad, los deflectores de dirección se muestran como 502 y los conductos de inversión cuando están bajados se muestran como 504. Los conductos de inversión, cuando están elevados, no se muestran. Los conductos de inversión, cuando están bajados parcialmente, se muestran como 506.

15 Los deflectores de dirección 502 del buque 500 se accionan en sincronía, es decir, los deflectores tanto de babor como de estribor se mueven al unísono para dirigir la corriente a chorro. En las maniobras numeradas 1 y 2, los deflectores están sincronizados al centro. En las maniobras numeradas 3 y 6, los deflectores están sincronizados a babor. En las maniobras numeradas 4 y 5, los deflectores están sincronizados a estribor.

20 Los conductos de inversión 504 pueden accionarse o bien en sincronía o bien de manera diferencial. El sincronismo se muestra, por ejemplo, en las maniobras numeradas 1 y 2, en las que ambos conductos de inversión 502 están o bien elevados o bien bajados. El funcionamiento diferencial se muestra, por ejemplo, en las maniobras numeradas 5 y 6, en las que un conducto de inversión 502 está elevado mientras que el otro está bajado. El funcionamiento diferencial se describirá con mayor detalle posteriormente con referencia a la figura 6.

25 Tal como se ilustra en la figura 5, el buque de doble chorro de agua tiene cuatro maniobras de traslación básicas, numeradas 1, 2, 5, 6. El buque 500 en estas maniobras de traslación se mueve adelante, a popa, a babor o a estribor respectivamente a la vez que se mantiene un rumbo constante. Los vectores de fuerza que producen las traslaciones se indican con la flecha etiquetada 508, mientras que las direcciones de la traslación se indican con la flecha etiquetada 510.

30 El buque también tiene dos maniobras de rotación básicas, numeradas 3, 4. El buque 500 en estas maniobras de rotación rota a babor o a estribor alrededor de un punto central en el buque, respectivamente. Las direcciones de rotación se indican con las flechas curvadas etiquetadas 512.

35 Las maniobras básicas disponibles para el buque de doble chorro de agua y los controles de buque asociados se resumen en la tabla 1 en lo sucesivo. Las maniobras se encuentran disponibles tanto para el timonel que acciona el dispositivo o dispositivos de control del buque, como para el controlador.

Tabla 1: Resumen de Maniobras de buque

Nº	Tipo de maniobra	Unidad de chorro de agua de babor		Unidad de chorro de agua de estribor	
		Conducto de inversión	Deflector de dirección	Conducto de inversión	Deflector de dirección
1.	Traslación - adelante	Arriba	Centro	Arriba	Centro
2.	Traslación - a popa	Abajo	Centro	Abajo	Centro
3.	Rotación alrededor del centro - babor	Velocidad por debajo de cero	Babor	Velocidad por encima de cero	Babor
4.	Rotación alrededor del centro - estribor	Velocidad por encima de cero	Estribor	Velocidad por debajo de cero	Estribor
5.	Traslación - babor	Abajo	Estribor	Arriba	Estribor
6.	Traslación - estribor	Arriba	Babor	Abajo	Babor

40 Puede conseguirse virtualmente cualquier movimiento o traslación del buque usando una combinación de las maniobras básicas anteriores. El controlador es capaz de efectuar cualquiera de las maniobras anteriores y, por lo tanto, de maniobrar el buque para mantener la posición o velocidad del buque y el rumbo del buque mediante el control de las unidades de chorro de agua del buque, sin propulsores o sistemas de propulsión adicionales para proporcionar unas capacidades de control de velocidad y / o de posicionamiento dinámico al buque.

Ejemplos de Funcionamiento de posicionamiento dinámico y de control de velocidad dinámico

5 Suponiendo que el modo de posicionamiento dinámico se ha habilitado y el buque comienza a ir a la deriva hacia atrás o a popa con respecto a la posición deseada, el controlador determinará en primer lugar el error de posición mediante el cálculo de la diferencia entre la posición deseada y la posición del buque resultante de ir a la deriva. Sobre la base del error de posición, el controlador determina la cantidad de regulación de motor que se requerirá para propulsar de manera apropiada el buque hacia delante. Esta etapa es, no obstante, no esencial debido a que el controlador puede simplemente enviar una indicación de regulación por defecto y supervisar el movimiento resultante del buque. Haciendo referencia a la tabla 1, el controlador también ha de asegurar que los conductos de inversión se han elevado y los deflectores de dirección se han centrado. Las unidades de chorro de agua se accionan entonces con el fin de dar como resultado la maniobra numerada 1 en la figura 5.

15 Si el buque ha ido a la deriva hacia delante o adelante de la posición del buque deseada, el controlador determina de nuevo el error de posición, peor esta vez determina la cantidad de regulación de motor que se requiere para propulsar el buque hacia atrás. Al igual que en lo que antecede, la determinación de la regulación de motor puede omitirse. El controlador asegura entonces que los conductos de inversión se han bajado y los deflectores de dirección se han centrado. Las unidades de chorro de agua se accionan entonces de tal modo que el buque invierte su marcha de vuelta a la posición deseada. La maniobra resultante es equivalente a la numerada 2 en la figura 5. Suponiendo que el modo de control de velocidad dinámico se ha habilitado y el buque comienza a ralentizar / aumentar su velocidad con respecto a la fijada (o bien en la dirección de proa / popa o bien en la dirección de babor / estribor), el controlador al que se dan indicaciones determinará en primer lugar el error de velocidad mediante el cálculo de la diferencia entre la velocidad deseada y la velocidad del buque. Sobre la base del error de velocidad, el controlador determina la cantidad de regulación de motor que se requerirá para propulsar de manera apropiada el buque a la velocidad deseada. Esta etapa es, no obstante, no esencial debido a que el controlador puede simplemente enviar una indicación de regulación por defecto y supervisar la velocidad resultante del buque. Es posible que la velocidad deseada sea, de hecho, nula, caso en el que el sistema de control intentará mantener una velocidad nula.

30 Si el rumbo del buque ha cambiado, por ejemplo cuando el buque ha rotado fuera de su rumbo deseado, el controlador determina en primer lugar el error de rumbo. Debido a que se requiere una maniobra de rotación correctiva, haciendo referencia a la tabla 1, el controlador asegura entonces que los deflectores de dirección se giran de manera apropiada y los conductos de inversión se bajan parcialmente de manera apropiada, dependiendo de la dirección de rotación requerida. Si se requiere una rotación a babor, los deflectores de dirección se giran en sincronía a babor. Así mismo, el conducto de inversión de babor está bajado parcialmente de tal modo que una porción más grande de la corriente a chorro a partir de la unidad de chorro de agua de babor se desvía adelante. El resultado de este desvío es un vector de fuerza que es más intenso en la dirección a popa, tal como se indica con la flecha 514 en la maniobra numerada 3 en la figura 5. El conducto de inversión de estribor está bajado parcialmente de tal modo que una porción más grande de la corriente a chorro a partir de la unidad de chorro de agua de estribor se desvía a popa. El resultado es un vector de fuerza que es más intenso en la dirección adelante, tal como se indica con la flecha 516 en la maniobra numerada 3 en la figura 5. En combinación, los vectores de fuerza dan como resultado que el buque rote a babor alrededor del centro del buque.

45 Si el buque ha ido a la deriva en sentido lateral lejos de la posición del buque deseada, el controlador determinará, al igual que en lo que antecede, el error de posición. Sobre la base del error de posición, el controlador determinará la cantidad de regulación de motor que se requerirá para maniobrar el buque de vuelta a la posición deseada. Esta determinación es opcional y puede omitirse. Debido a que una maniobra de traslación en sentido lateral es necesaria para volver a la posición deseada, el controlador también ha de controlar de manera apropiada los conductos de inversión y los deflectores de dirección tal como se indica en la tabla 1 en lo que antecede.

50 Suponiendo que el buque ha ido a la deriva hacia la derecha de la posición deseada, el controlador ha de controlar las unidades de chorro de agua de tal modo que el buque se impulsa hacia la izquierda con el fin de devolver el buque a la posición deseada. Haciendo referencia a la tabla 1 y la maniobra numerada 5 en la figura 5, el controlador girará los deflectores de dirección tanto de babor como de estribor en sincronía a estribor. El controlador también asegurará que el conducto de inversión de babor está bajado. Sobre la base de la cantidad de regulación de motor requerida, el controlador controlará el funcionamiento de las unidades de chorro de agua. Tal como se muestra en la maniobra etiquetada 5, la combinación de los deflectores de dirección desviados a estribor y el conducto de inversión de babor bajado da como resultado la generación de diferentes vectores de fuerza en la roda del buque. Tal como se describirá con referencia a la figura 6, la suma de estos vectores de fuerza da como resultado un movimiento en sentido lateral neto hacia la izquierda.

60 La traslación en sentido lateral a la izquierda se explica a continuación con referencia a la figura 6. El buque 600, al igual que el ejemplo anterior, ha ido a la deriva hacia la derecha de la posición deseada. Debido a que el modo de posicionamiento dinámico se ha habilitado, el controlador ha de impulsar el buque hacia la izquierda, de vuelta a la posición deseada. Las etapas realizadas por el controlador son similares a las que se han explicado en lo que antecede, lo que incluye girar ambos deflectores de dirección 602 y 604 en sincronía a estribor.

65

Dada la dirección del deflector, el chorro de agua de estribor produce una corriente a chorro 606, que se dirige a popa y a estribor. Como consecuencia, se genera una fuerza en la dirección opuesta a la corriente a chorro 606. Esta fuerza se muestra como el vector de fuerza 608.

5 Al igual que en lo que antecede, el conducto de inversión de babor 610 se ha bajado hasta su lugar para desviar la corriente a chorro fuera de la unidad de chorro de agua de babor. El conducto de inversión de babor bajado 610 da como resultado una corriente a chorro 612 que se está dirigiendo adelante. Esto da como resultado que se genere una fuerza en la dirección opuesta a la corriente a chorro 612. Esta fuerza se muestra como el vector de fuerza 614.

10 Mediante el control del empuje de las unidades de chorro de agua, y mediante el control de los deflectores de dirección y los conductos de inversión en consecuencia, la magnitud y la dirección de los vectores de fuerza producidos pueden ser de tal modo que estos se combinan para producir un vector de fuerza en sentido lateral efectivo. En el centro del barco, etiquetado como 616, la suma vectorial de los vectores de fuerza 608 y 614 es un vector de fuerza en sentido lateral neto 618. Este vector de fuerza neta impulsa que el buque experimente una
15 traslación a la izquierda.

Los ejemplos en lo que antecede son solo a modo de ejemplo y no son limitantes. En la práctica, el buque puede moverse en una diversidad o una combinación de direcciones. Se espera que los expertos en la materia sean capaces de aplicar y de modificar de manera adecuada la descripción anterior para generar las maniobras básicas restantes que se enumeran en la tabla 1. Los expertos también apreciarán que el controlador puede programarse para llevar a cabo un número de maniobras básicas discretas o, como alternativa, para combinar las maniobras básicas en una operación.

20 Tal como se ha contemplado previamente, un sistema de control dinámico de la invención puede comprender un control de posición y de velocidad dinámico integrado. Esto puede ser particularmente útil para la maniobra del buque a baja velocidad. Con un sistema de control dinámico integrado habilitado, el timonel puede usar el dispositivo de control de maniobra normal tal como una palanca de mando u otro dispositivo de control de múltiples ejes para mover y controlar el buque. Cuando el timonel mueve la palanca de mando en cualquier dirección, el buque se moverá en la dirección en la que se hace que el dispositivo de control se mueva, y se moverá a una tasa
25 proporcional a la cantidad en la que se hace que el dispositivo de control se aleje de su posición neutra. La funcionalidad de control de velocidad de la invención dará lugar a que el buque se mueva en la dirección fijada y a la tasa fijada, sustancialmente sin verse afectado por factores externos tales como el viento y la marea o las corrientes. Cuando el timonel mueve el dispositivo de control de vuelta a su posición neutra (o libera un dispositivo de control sometido a una fuerza de desvío para que vuelva por sí mismo a su posición neutra) la funcionalidad de control de posición se habilitará entonces y dará lugar a que el buque mantenga esa posición de nuevo sustancialmente sin verse afectado por factores externos tales como el viento y / o la marea o la corriente, hasta que el timonel de nuevo mueve el dispositivo de control en una dirección, para indicar a un buque que se mueva en esa dirección y a la tasa que se indica por el grado de movimiento del dispositivo de control, o hasta que se deshabilita el sistema de control dinámico.

40 **Un sistema de control de posición y de velocidad dinámico a modo de ejemplo**

Un ejemplo específico de sistema de control dinámico de la invención se describe a continuación con referencia a la figura 7. El sistema, que se indica en general con la flecha 700, incluye los siguientes componentes principales:

- 45 • Uno o más dispositivos de entrada de control 702, tal como una palanca de mando de maniobra
- Un controlador de posición y de rumbo 704
- Los sistemas de propulsión de motor y de chorro de agua 706, 708
- Un número de sensores de buque 710, 712, 714, 716
- 50 • Un sistema para calcular transformaciones de ejes 718

Dispositivo o dispositivos de entrada de control

El dispositivo o dispositivos de entrada de control 702 son la interfaz entre el timonel, y el sistema de control, y pueden consistir en una o más unidades de control direccional y de dirección. El dispositivo o dispositivos de entrada de control 702 pueden proporcionar unas señales de salida que representan los siguientes movimientos deseados por el buque:

- 60 • Una velocidad fijada del buque, adelante o a popa (velocidad de avance, u)
- Una velocidad fijada del buque, a babor o a estribor (velocidad de deriva, v)
- Una tasa fijada de giro del buque alrededor del centro de gravedad, en una dirección (tasa de guiñada, r) en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario al de las agujas del reloj
- Una entrada de modo

65 La velocidad de avance y de deriva, y la tasa de giro pueden demandarse usando dispositivos de entrada conocidos tales como una rueda de timón, una palanca de mando de único eje o de múltiples ejes, botones, conmutadores o

similares. El dispositivo de entrada también puede ser tal como se ha descrito en la solicitud de patente internacional de la solicitante de la presente invención PCT/NZ2005/000319.

5 El modo puede demandarse usando uno o más botones, conmutadores o similares para habilitar o seleccionar un modo de funcionamiento, tal como se describirá a continuación con detalle.

10 Un modo de funcionamiento disponible es un 'modo manual', en el que un operador acciona de forma manual, a través del sistema de control, las unidades de chorro de agua y sus superficies de control asociadas de una forma convencional.

15 Otro modo de funcionamiento disponible es un 'modo de posición', en el que el sistema de control acciona las unidades de chorro de agua y sus superficies de control asociadas para posicionar de manera dinámica el buque. Una vez que se ha seleccionado este modo, tal como mediante la pulsación de un botón de 'retención' provisto en el dispositivo de entrada que se describe en la solicitud de patente internacional de la solicitante de la presente invención PCT/NZ2005/000319, el sistema de control habilita un posicionamiento dinámico. Mientras que el posicionamiento dinámico está habilitado, la posición en la que el buque se mantiene puede ajustarse en uno o más de los ejes x, y y z mediante la manipulación de o bien el dispositivo de control de dirección o bien otro dispositivo o dispositivos de entrada de control. Por ejemplo, un buque puede posicionarse de manera dinámica a 5 metros de un muelle antes de hacer que su posición se ajuste en incrementos de 1 metro en el eje y con el fin de atracar el buque de manera controlable.

20 Un modo de funcionamiento disponible adicional es un 'modo de tasa o de velocidad', en el que el sistema de control acciona las unidades de chorro de agua y sus superficies de control asociadas para controlar de manera dinámica la velocidad del buque para que sea consistente con una velocidad con respecto a tierra deseada. Una vez que se ha seleccionado este modo, tal como mediante la pulsación de un botón dedicado o mediante la introducción de una velocidad con respecto a tierra deseada, el sistema de control habilita el control de velocidad dinámico. La tasa a la que el buque se mueve en uno o más de los ejes x, y y z puede ajustarse mediante la manipulación de o bien el dispositivo de control de dirección o bien otro dispositivo o dispositivos de entrada de control a la vez que está habilitado el control de velocidad dinámico. Por ejemplo, la velocidad del buque puede controlarse de manera dinámica a 20 nudos antes de entrar en una región de velocidad limitada, y puede disminuirse usando, por ejemplo, un botón de 'reducir velocidad' a 10 nudos tras entrar en la región de velocidad limitada. En otro ejemplo, puede proporcionarse un dispositivo de control de entrada para mantener la velocidad actual del buque.

25 Un modo de funcionamiento disponible adicional es un 'modo esclavo', en el que el sistema de control acciona las unidades de chorro de agua y sus superficies de control asociadas para posicionar o controlar de manera dinámica la velocidad del buque basándose en relación con un objeto 'maestro', tal como un buque guía. Este modo se describe en su contexto bajo el encabezamiento 'Control Dinámico con respecto a objetos en movimiento'.

30 En la forma preferida, también se proporcionan unos medios de visualización 740. Los medios de visualización 740 permiten la visualización de uno o más de los siguientes parámetros: velocidad de avance, velocidad de deriva, rumbo y modo de funcionamiento del buque. Los medios de visualización 740 pueden visualizar los valores medidos de los parámetros, los valores demandados de los parámetros, o ambos. También es posible que los medios de visualización 740 sean una forma de dispositivo de entrada de control mediante la provisión de unos medios sensibles al tacto en los medios de visualización 740 de tal modo que un timonel puede introducir demandas, tal como cambios de velocidad o selección de modo, al tocar de manera selectiva unas áreas de los medios de visualización 740.

Controlador de posición y de rumbo

35 El controlador de posición y de rumbo 704 recibe las demandas a partir del dispositivo o dispositivos de entrada de control 702. Este también recibe unas señales de realimentación a partir de los sensores de buque 710, 712, 714 y 716, tanto directamente como en forma de datos procesados que representan las velocidades del buque medidas u y v.

40 La función primaria del controlador de posición y de rumbo 704 es calcular la diferencia entre las velocidades y tasa de guiñada deseadas y las velocidades y tasa de guiñada medidas, y establecer las demandas a los chorros de agua y los motores de tal modo que los errores de velocidad de avance y de deriva y de tasa de guiñada se minimizan.

60 Sistemas de propulsión

El sistema de propulsión para el chorro de babor se muestra con detalle en el recuadro sombreado 706. El sistema de propulsión de estribor es idéntico al de babor, y se indica mediante el recuadro 708.

65 Cada chorro de agua tiene dos accionadores 720 y 722 para mover el deflector de dirección y el conducto de inversión. La magnitud del empuje de chorro se varía mediante el cambio de la velocidad de motor. Un controlador

de posición de deflector de dirección 726 recibe una señal de demanda de deflector de dirección a partir del controlador de posición y de rumbo 704 y una posición de deflector de dirección medida a partir del sensor de posición 728. El controlador de posición 704 acciona el accionador 720 con el fin de minimizar el error entre las posiciones de deflector de dirección demandadas y medidas. Esto puede hacerse usando un sistema de control de lazo cerrado convencional.

Un segundo lazo de control idéntico, que incluye un sensor de posición de conducto de inversión 730 y un controlador de posición de conducto de inversión 732, mantiene la posición del conducto de inversión en respuesta a la señal de demanda procedente del controlador de posición y de rumbo 704.

La tercera parte del bloque de sistema de propulsión es el control de velocidad de motor. Una señal de demanda procedente del controlador de posición y de rumbo 704 se introduce en el sistema de control de motor 724 para establecer una velocidad de motor específica. Esto varía la velocidad de rotación de eje de chorro (en revoluciones por minuto, o RPM) y, por lo tanto, la magnitud del empuje producido por el chorro de agua.

Bloque de buque

El bloque de buque 734 es representativo del buque que se está controlando por el sistema de control. Tal como se ilustra de manera esquemática, se actúa sobre el buque mediante las fuerzas y momentos producidos por los chorros de agua, y perturbaciones externas tales como el viento, las olas, el flujo de marea etc. Las fuerzas y momentos de los chorros de agua han de controlarse para contrarrestar las perturbaciones externas y, por lo tanto, mantener el buque en su trayectoria deseada tal como se define por el dispositivo o dispositivos de entrada de control 702.

Los efectos combinados de las fuerzas y momentos que actúan sobre el buque son entradas al bloque de buque 734. Como resultado, el buque puede controlarse para que se mueva de una forma determinada con respecto a la superficie de la Tierra. Estos movimientos se representan mediante las indicaciones de 'Latitud', de 'Longitud', de 'Rumbo' y de 'Tasa de guiñada' que se muestran, en general, como 735. Debería indicarse que las indicaciones que se muestran en 735 no son señales eléctricas que se introducen en el sistema de control de la presente invención. En su lugar, las indicaciones son representativas de los movimientos, que se detectan por los sensores 710 a 716.

Sensores de buque

La posición del buque se mide preferiblemente usando un sistema de alta precisión tal como GPS o GPS diferencial. Debido a que esto proporciona unas salidas de la posición con referencia a tierra (latitud y longitud), el sensor de latitud 710 y el sensor de longitud 712 de la realización que se muestra en la figura 7 se incorporarán en el sistema de GPS o de GPS diferencial preferido.

Además, se usa un sensor de rumbo 714 tal como una brújula giroscópica o una brújula de inducción terrestre, junto con un sensor de tasa de guiñada 716.

Los parámetros medidos a partir de los sensores en lo que antecede se introducen directamente en el controlador de posición y de rumbo 704 a través de las conexiones *V* y *P* que se muestran en la figura.

Como una alternativa al GPS y a una brújula giroscópica, pueden usarse acelerómetros y un giróscopo para controlar los movimientos del buque sobre la base de una posición o velocidad del buque anterior. En esta forma alternativa, unos acelerómetros sustituyen a los sensores de latitud y de longitud 710 y 712 para proporcionar unas señales que indican la aceleración en los ejes *x* e *y*, y un giróscopo sustituye al sensor de rumbo 714 para proporcionar unas señales que indican cambios de velocidad en el eje *z*. Las señales de aceleración a partir de los acelerómetros se integran una vez para producir señales de velocidad, y se integran una vez más para producir señales de posición. Solo es necesario que las señales de velocidad procedentes del giróscopo se integren una vez para producir señales de posición. Las señales de velocidad y de posición que se obtienen a partir de los acelerómetros y un giróscopo se introducen a continuación en el controlador de posición y de rumbo 704 a través de las conexiones *V* y *P* tal como se muestra en la figura.

Como otra alternativa al GPS y a una brújula giroscópica, puede usarse el radar para proporcionar unas señales de entrada relevantes para controlar de manera dinámica el buque. El radar proporciona unas indicaciones de rumbo y distancia, que pueden usarse para definir una ubicación en la que el buque debería posicionarse de manera dinámica, o un objeto con respecto al cual la velocidad del buque debería controlarse de manera dinámica. Por ejemplo, cuando se desea un posicionamiento dinámico con respecto a un objeto en movimiento, tal como otro buque, un timonel puede usar el radar para indicar o seleccionar el objeto en movimiento que será el objeto con respecto al cual se lleva a cabo un posicionamiento dinámico.

Transformaciones

Las señales a partir de los sensores de latitud, de longitud y de rumbo 710, 712 y 714 también se procesan a través de diferenciación, a través de los diferenciadores 736 y 738, y transformadas de eje, a través del bloque 718, para proporcionar salidas de las velocidades del buque u y v en los ejes longitudinal y transversal. Las relaciones son tal como sigue:

$$dx_{0G} / dt = u \cos \phi - v \sin \phi$$

$$dy_{0G} / dt = u \sin \phi + v \cos \phi$$

en las que:

- 15 x_{0G} = coordenada de posición longitudinal del buque (ejes con referencia a tierra)
- y_{0G} = coordenada de posición transversal del buque (ejes con referencia a tierra)
- u = velocidad del buque a lo largo del eje de avance
- v = velocidad del buque a lo largo del eje de deriva
- ϕ = ángulo de rumbo del buque

20 Las ecuaciones anteriores se solucionan por cualquier método convencional que comporte dos ecuaciones simultáneas con dos incógnitas para dar las velocidades de avance y de deriva del buque u y v. Estos parámetros se introducen en el controlador de posición y de rumbo 704.

25 Los expertos en la materia apreciarán que, cuando los sensores 710 y 712 se sustituyen con acelerómetros, y el sensor 714 se sustituye con un giróscopo, las ecuaciones de transformación anteriores se adaptarán para adecuarse a las señales generadas por los acelerómetros y el giróscopo. Por ejemplo, debido a que los acelerómetros producen señales de aceleración, se requiere una integración en lugar de una diferenciación para producir las señales de velocidad y de posición. Así mismo, el giróscopo produce señales de velocidad, las cuales será necesario integrar para producir señales de posición. Algunos sistemas de GPS proporcionan unas salidas directas de velocidad y, cuando esto se encuentra disponible, los diferenciadores no son necesarios.

Descripción del funcionamiento

35 A continuación, se describirá el funcionamiento del sistema de control de velocidad dinámico de la figura 7. Cuando el sistema de control de velocidad dinámico está habilitado, los dispositivos de entrada de control 702 establecen las tasas de guiñada y velocidades longitudinales y transversales demandadas con respecto a la tierra. El controlador de posición y de rumbo 704 determina los errores entre las velocidades y tasas de guiñada fijadas y medidas, y calcula la demanda de deflector de dirección y las posiciones de conducto de inversión y el empuje (o las rpm) de motor que se requieren para minimizar estos errores. Estas demandas recién calculadas se emiten a los controladores de posición de deflector de dirección y de conducto de inversión 726 y 732, y el controlador de velocidad de motor 724.

45 El sistema de propulsión genera entonces fuerzas y momentos de empuje que actúan sobre el buque. Las fuerzas y momentos de empuje se combinan con fuerzas y momentos de perturbación debido al viento, la marea etc. que dan como resultado, de forma conjunta, un movimiento del buque en una dirección que reduce los errores de velocidad y de guiñada. El movimiento del buque se detecta por los sensores 710, 712, 714 y 716 para proporcionar una realimentación al controlador de posición y de rumbo 704, cerrando de este modo el lazo.

50 El sistema que se ha descrito en lo que antecede también puede actuar sin discontinuidades como un sistema de posicionamiento dinámico para proporcionar un posicionamiento dinámico del buque. Esto se hace mediante el establecimiento de los dispositivos de entrada de control en una posición 'cero', en la que se demanda una velocidad nula en avance y deriva, y una tasa de giro nula. Esto da lugar a que el controlador de posición y de rumbo 704 cambie de un modo de control de 'tasa', tal como se ha descrito anteriormente, en el que el sistema de control funciona para poner en correspondencia la tasa de movimiento y de rotación con la demandada por el dispositivo de entrada de control, a un modo de control 'de posición'.

60 En una forma, cuando se hace que el buque se detenga, el sistema de control toma una 'instantánea' de la posición y rumbo del buque. Mientras que los dispositivos de entrada de control permanecen en la posición cero, la posición y el rumbo 'de instantánea' se usan como las entradas de demanda y el sistema realiza un control de lazo cerrado de posición, asegurando que el buque permanece en la posición 'de instantánea' y en el rumbo 'de instantánea'. En este modo, se usan la realimentación 'directa' y señales 'de instantánea' de latitud, de longitud y de rumbo para calcular señales de error para el control de posición. Esto puede compararse con el modo de control de velocidad dinámico o de 'tasa', en el que se usan como la realimentación las señales procesadas de velocidad de avance y de deriva y la señal de tasa de guiñada directa.

65

5 El sistema que se describe en la figura 7 contiene efectivamente tres lazos de control para mantener las posiciones y tasas longitudinales, las transversales y las de rotación. Es posible que estos lazos de control se encuentren en modos diferentes en un instante cualquiera. Por ejemplo, cuando el buque se está moviendo con determinadas demandas de velocidad de avance y de deriva pero la demanda de tasa de guiñada es nula, los lazos de control de avance y de deriva se encontrarían en el modo de 'tasa' mientras que el lazo de control de guiñada se encontraría en el modo 'de posición'.

10 Lo anterior describe la invención incluyendo formas preferidas de la misma. Tal como será obvio para los expertos en la materia, se pretende que se incorporen alteraciones y modificaciones dentro del alcance del presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de control dinámico (700) para un buque marítimo (500, 600, 734) que tiene dos o más unidades de chorro de agua (102, 302, 706, 708) como sistema de propulsión primario del buque (500, 600, 734), comprendiendo las unidades de chorro de agua (102, 302, 706, 708) deflectores de dirección (110, 310, 502, 602, 604) y conductos de inversión (112, 312, 504) y pudiendo accionarse en sincronía o de manera diferencial, comprendiendo el sistema de control dinámico (700) para mantener la posición o la velocidad del buque cuando se encuentra en un modo de control dinámico:
- un indicador de posición o de velocidad (132, 332, 710, 712) para indicar la posición o la velocidad del buque o las desviaciones en la posición o la velocidad del buque; unos medios de indicador de rumbo (134, 334, 714, 716) para indicar el rumbo o tasa de guiñada del buque o las desviaciones en el rumbo o tasa de guiñada del buque; y un controlador (100, 300, 704) para controlar el funcionamiento de los deflectores de dirección (110, 310, 502, 602, 604) y los conductos de inversión (112, 312, 504) de las unidades de chorro de agua (102, 302, 706, 708) para mantener sustancialmente la posición y el rumbo del buque frente a las influencias externas, o el funcionamiento de las unidades de chorro de agua (102, 302, 706, 708) para mantener sustancialmente la velocidad y la tasa de guiñada del buque frente a las influencias externas, cuando el modo de control dinámico está habilitado.
2. Un sistema de control dinámico (700) de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo el sistema de control dinámico (700), para mantener la posición del buque cuando se encuentra en un modo de control de posición dinámico y para mantener la velocidad del buque cuando se encuentra en un modo de control de velocidad dinámico, indicadores de posición y de velocidad (132, 332, 710, 712) para indicar la posición y la velocidad del buque o las desviaciones en la posición o la velocidad del buque, o un indicador combinado para indicar tanto la posición como la velocidad del buque, y en donde el controlador (100, 300, 704) está dispuesto para controlar el funcionamiento de los deflectores de dirección (110, 310, 502, 602, 604) y los conductos de inversión (112, 312, 504) para mantener sustancialmente la posición y el rumbo del buque, o el funcionamiento de las unidades de chorro de agua (102, 302, 706, 708) para mantener sustancialmente la velocidad y la tasa de guiñada del buque cuando el modo de control dinámico está habilitado.
3. Un sistema de control dinámico (700) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2 en el que el controlador (100, 300, 704) está dispuesto para variar de manera controlable el empuje de motor de las unidades de chorro de agua (102, 302, 706, 708) cuando el modo de control dinámico está habilitado.
4. Un sistema de control dinámico (700) para un buque marítimo (500, 600, 734) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 en el que el controlador (100, 300, 704) está dispuesto para supervisar las desviaciones de posición o de velocidad en relación con una posición o velocidad del buque fijadas y las desviaciones de rumbo o de tasa de guiñada en relación con un rumbo o tasa de guiñada del buque fijados y para controlar el funcionamiento de las unidades de chorro de agua (102, 302, 706, 708) para minimizar el error de posición o de rumbo, el error de velocidad o de tasa de guiñada, cuando el modo de control dinámico está habilitado.
5. Un sistema de control dinámico (700) para un buque marítimo (500, 600, 734) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 que incluye medios de entrada (128, 130, 328, 330, 702) que permiten un establecimiento de una posición o de una velocidad actuales y de un rumbo o de una tasa de guiñada actuales del buque (500, 600, 734) como una posición o una velocidad y un rumbo o una tasa de guiñada del buque fijados.
6. Un sistema de control dinámico (700) para un buque marítimo (500, 600, 734) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 que incluye los medios de entrada (128, 130, 328, 330, 702) que permiten un establecimiento de la posición o de la velocidad y del rumbo o de la tasa de guiñada que son diferentes de una posición o de una velocidad y de un rumbo o de una tasa de guiñada del buque actuales como una posición o una velocidad y un rumbo o una tasa de guiñada del buque fijados.
7. Un sistema de control dinámico (700) para un buque marítimo (500, 600, 734) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 que incluye un indicador de posición (132) para indicar la posición absoluta del buque con respecto a tierra.
8. Un sistema de control dinámico (700) para un buque marítimo (500, 600, 734) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 que incluye un indicador de velocidad (332) para indicar la velocidad absoluta del buque con respecto a tierra.
9. Un sistema de control dinámico (700) para un buque marítimo (500, 600, 734) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 que incluye un indicador de posición (132) para indicar la posición relativa mediante la indicación de las desviaciones en la posición del buque en relación con una posición de referencia del buque fijada.
10. Un sistema de control dinámico (700) para un buque marítimo (500, 600, 734) de acuerdo con una cualquiera de

las reivindicaciones 1 a 8 que incluye un indicador de velocidad (332) para indicar la velocidad relativa mediante la indicación de las desviaciones en la velocidad del buque en relación con una velocidad de referencia del buque fijada.

- 5 11. Un sistema de control dinámico (700) para un buque marítimo (500, 600, 734) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 en el que el indicador de posición o de velocidad (132, 332, 710, 712) indica la posición o la velocidad del buque en relación con otro objeto en movimiento.
- 10 12. Un sistema de control dinámico (700) para un buque marítimo (500, 600, 734) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 que incluye un indicador de rumbo (134, 334, 714) para indicar el rumbo absoluto.
13. Un sistema de control dinámico (700) para un buque marítimo (500, 600, 734) de acuerdo con la reivindicación 12 que incluye un sensor para indicar cambios en el rumbo en relación a un rumbo fijado.
- 15 14. Un sistema de control dinámico (700) para un buque marítimo (500, 600, 734) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 que incluye un indicador de rumbo (134, 334, 714) para indicar el rumbo relativo.
- 20 15. Un método implementado por ordenador para controlar de manera dinámica un buque marítimo (500, 600) propulsado por dos o más unidades de chorro de agua (102, 302, 706, 708) que son el sistema de propulsión primario del buque (500, 600, 734), comprendiendo las unidades de chorro de agua (102, 302, 706, 708) deflectores de dirección (110, 310, 502, 602, 604) y conductos de inversión (112, 312, 504) y pudiendo accionarse en sincronía o de manera diferencial, comprendiendo el método las etapas de:
- 25 (a) determinar (204, 404) una posición o una velocidad del buque fijadas y un rumbo o una tasa de guiñada del buque fijados;
- (b) determinar (206) una posición o una velocidad del buque actuales usando unos medios de determinación de posición o de velocidad (132, 332, 710, 712);
- (c) determinar (406) un rumbo o una tasa de guiñada del buque actuales usando unos medios de determinación de rumbo o de tasa de guiñada (134, 334, 714, 716); y
- 30 (d) controlar (212) por lo menos los deflectores de dirección (110, 310, 502, 602, 604) y los conductos de inversión (112, 312, 504) de las unidades de chorro de agua para mantener sustancialmente la posición y el rumbo del buque fijados frente a las influencias externas, o controlar (412) por lo menos los deflectores de dirección de las unidades de chorro de agua (102, 302, 706, 708) para mantener sustancialmente la velocidad y la guiñada del buque fijadas frente a las influencias externas.
- 35

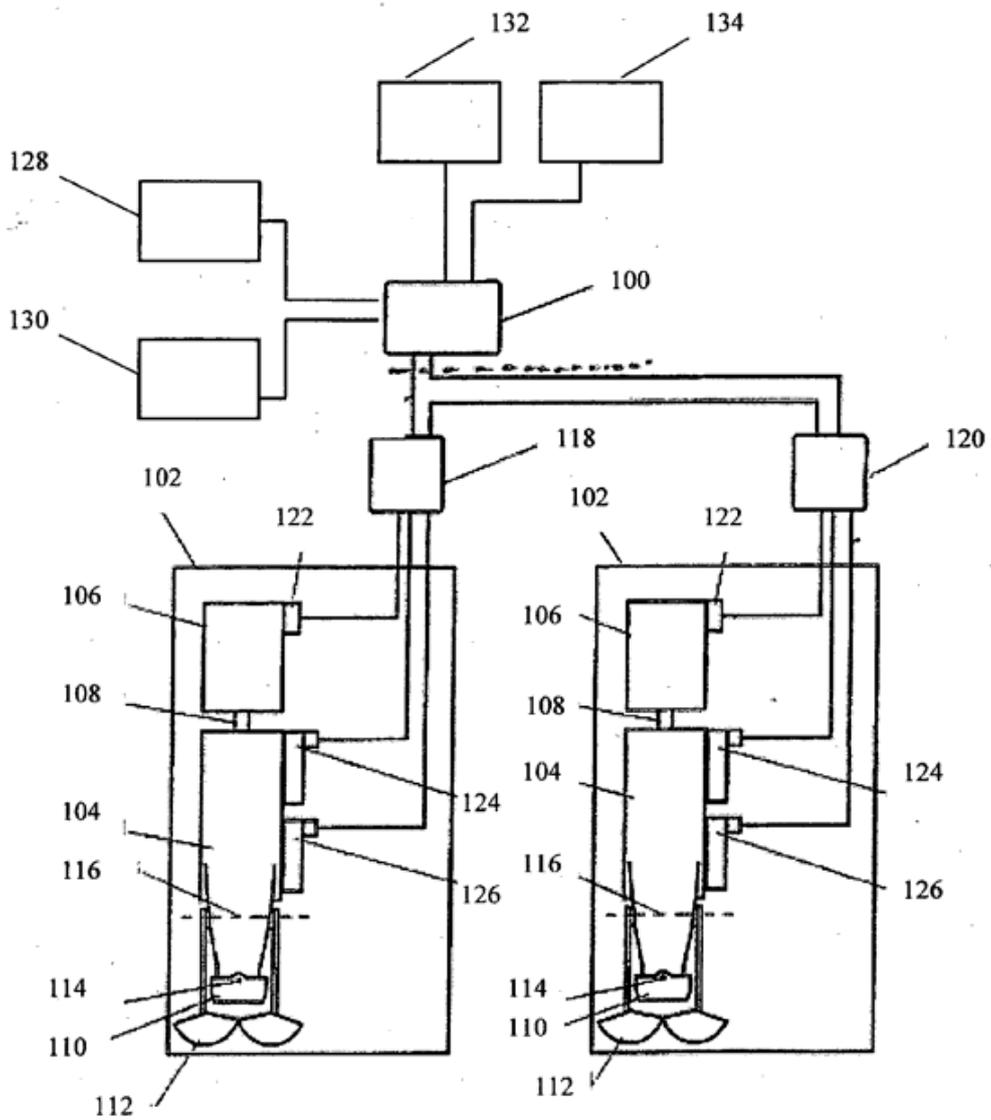


FIGURA 1

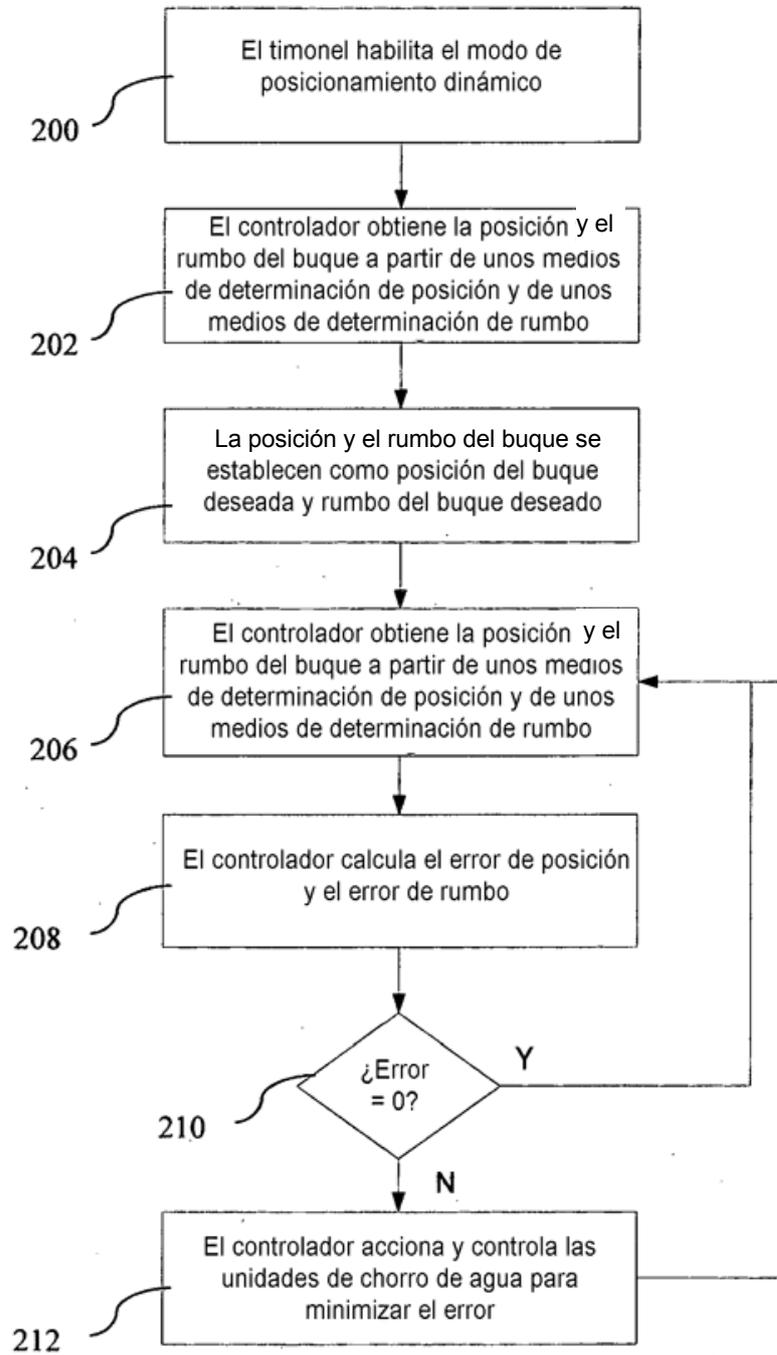


FIGURA 2

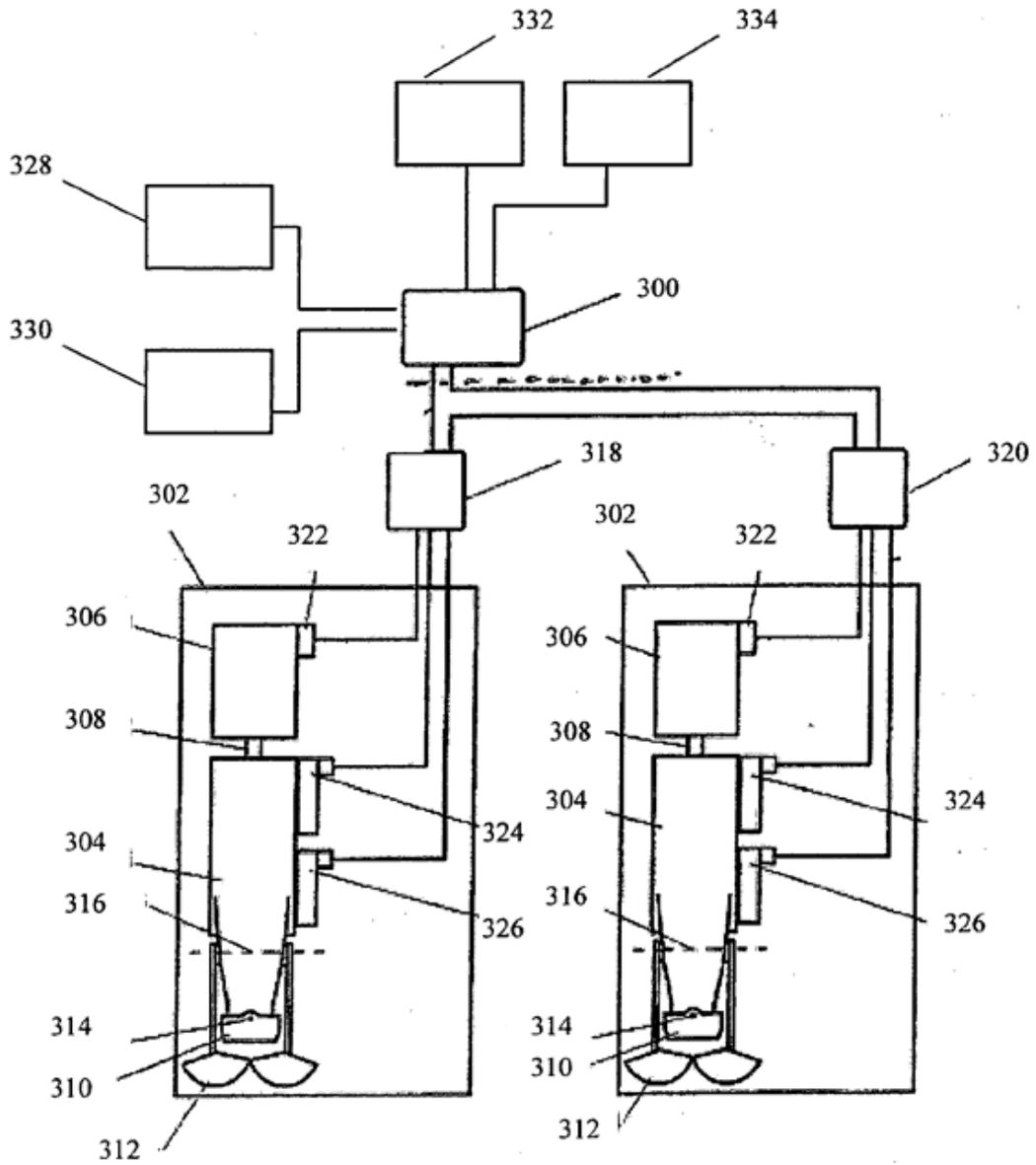


FIGURA 3

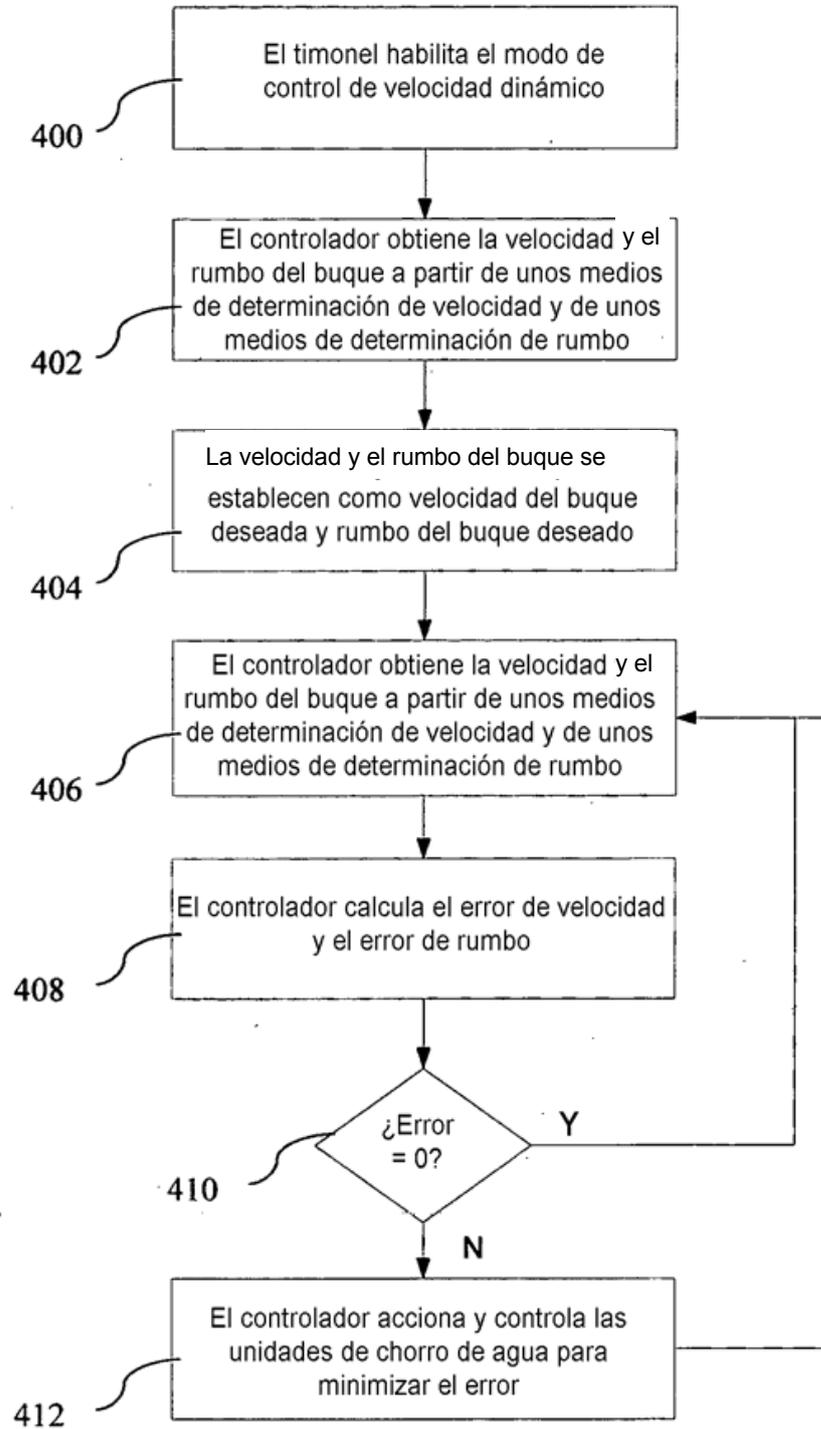


FIGURA 4

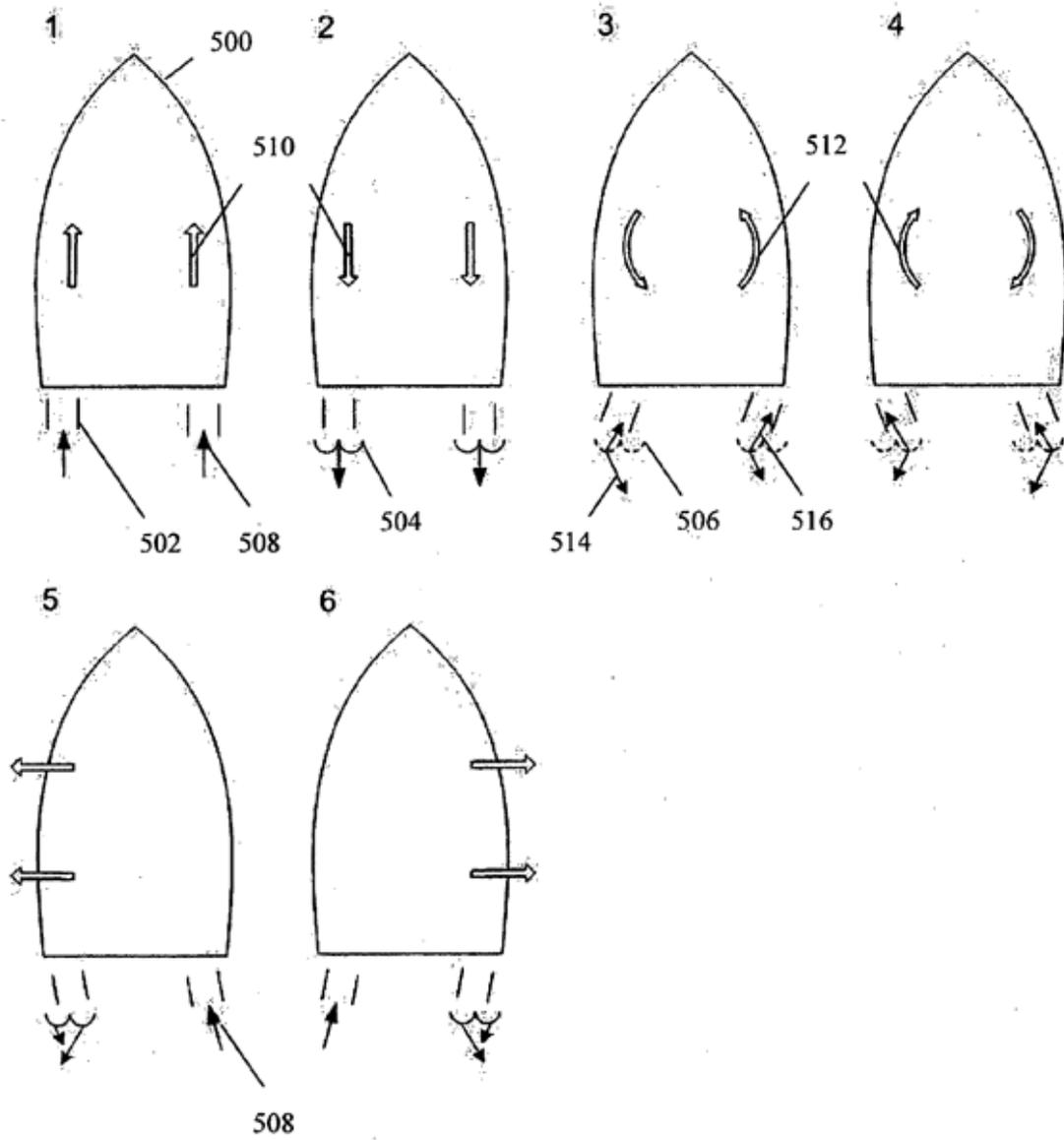


FIGURA 5

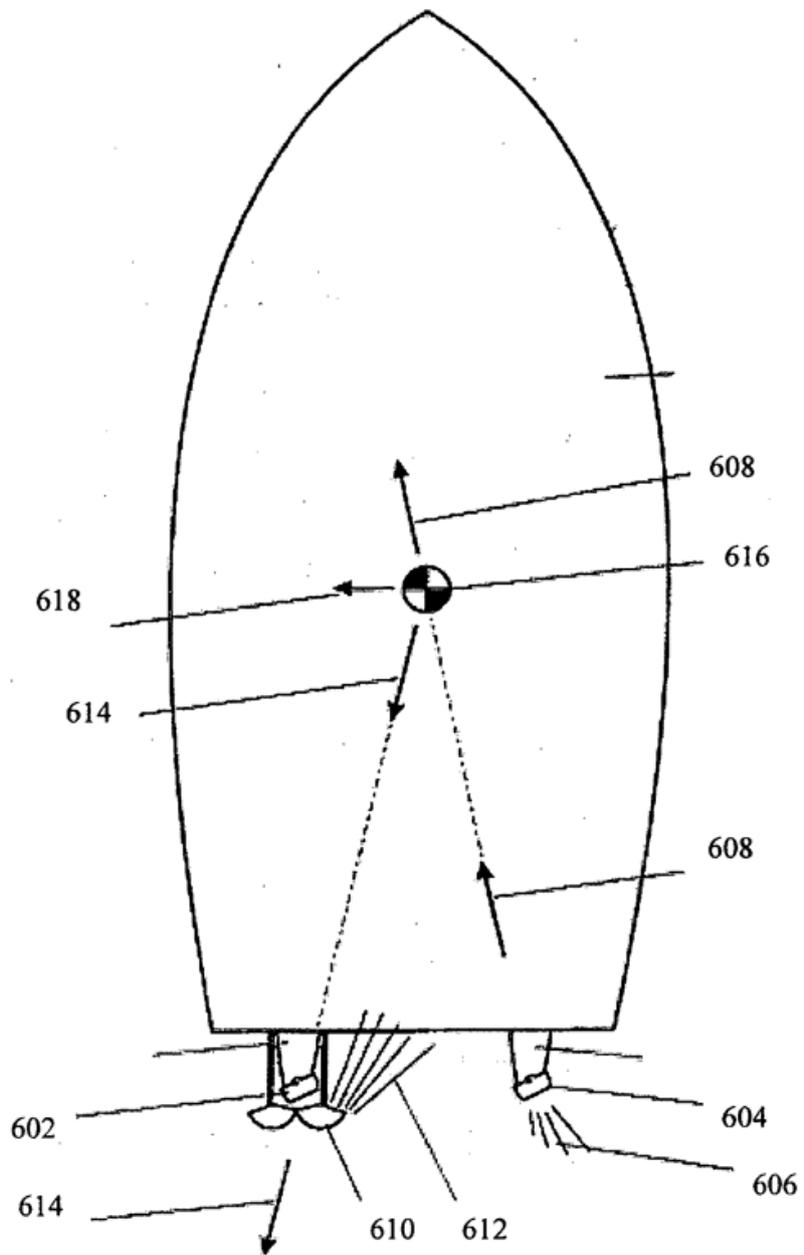


FIGURA 6

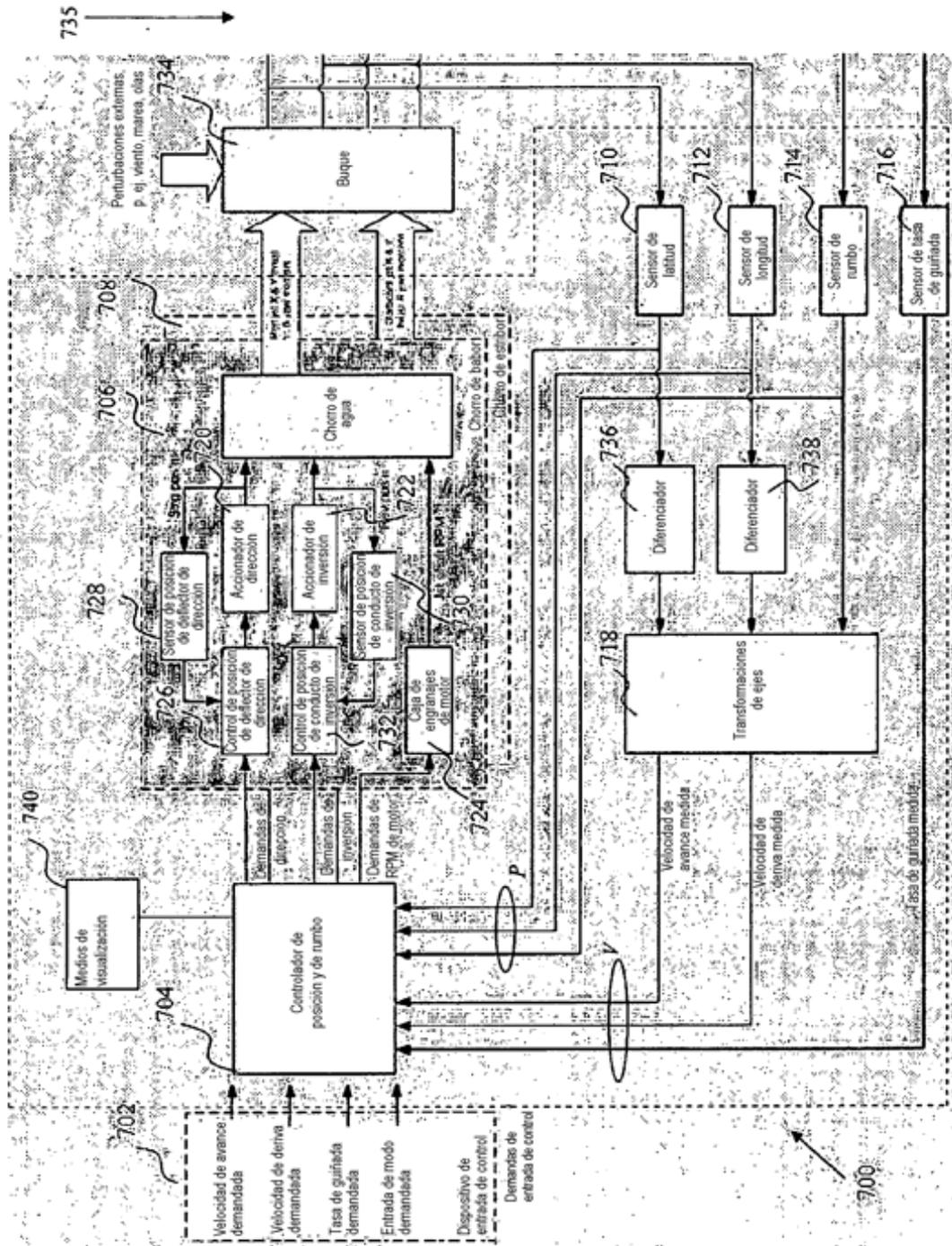


FIGURA 7