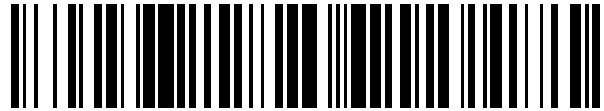


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 744 626**

51 Int. Cl.:

B63B 39/00 (2006.01)
B63B 39/04 (2006.01)
B63B 17/00 (2006.01)
B63B 1/14 (2006.01)
B63B 3/48 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.02.2013 PCT/US2013/027154**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **29.08.2013 WO13126583**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.02.2013 E 13751470 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019 EP 2817213**

54 Título: **Embarcación con sistema de suspensión activa**

30 Prioridad:

22.02.2012 US 201261601690 P
23.08.2012 US 201261692473 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.02.2020

73 Titular/es:

VELODYNE ROBOTICS, LLC (100.0%)
345 Digital Drive
Morgan Hill, CA 95037, US

72 Inventor/es:

HALL, DAVID, S.

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 744 626 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

Embarcación con sistema de suspensión activa

5 **Reivindicación de prioridad**

Esta solicitud reivindica el beneficio de la solicitud provisional de Estados Unidos con n.º de serie 61/601.690 presentada el 22 de febrero de 2012 y la solicitud provisional de Estados Unidos con n.º de serie 61/692.473 presentada el 23 de agosto de 2012.

10

Campo de la invención

Esta solicitud se refiere a embarcaciones que tienen una suspensión activa, incluyendo particularmente embarcaciones capaces de mantener una cubierta de una embarcación en una posición de arfada constante.

15

Antecedentes de la invención

Las olas, presentes de manera inherente en los lagos, ríos y océanos, hacen que las embarcaciones que viajan por dichas vías navegables tengan una plataforma inestable. A muchas personas, los movimientos de balanceo, ascenso y caída les resultan incómodos y les causan mareo. En algunos casos, el movimiento es simplemente desagradable y para algunas personas es lo suficientemente fuerte como para que no les sea posible viajar por mar.

20

A lo largo de los años, se han seguido varios enfoques para incorporar alguna forma de suspensión en una embarcación, pero con un éxito limitado. Los esfuerzos por conseguir suspensión se han dirigido, principalmente, a formas de amortiguación pasiva del cabeceo y el balanceo experimentados en la embarcación mediante algunos sistemas tan simples como un asiento con resortes y otros sistemas que buscan amortiguar la cubierta de toda la embarcación mediante el uso de brazos flexibles, resortes y absorbedores de impactos.

25

Se describe un enfoque inicial en la patente de Estados Unidos n.º 2.347.959 para una "araña acuática". Esta patente describe el uso de cuatro pontones estabilizadores conectados mediante una serie de uniones a un barco que, preferiblemente, tiene la forma de un fuselaje elevado sobre el agua. Los absorbedores de impactos basados en resortes se sitúan en uno o más de las uniones. En general, el objetivo de la patente '959 es mejorar la estabilidad lateral mientras se impulsa el fuselaje en una posición generalmente horizontal. Esta configuración de fuselaje suspendido proporcionó, al menos, alguna medida de estabilidad en los ejes de cabeceo y balanceo, pero ofreció poco a la hora de mantener la altura de la cubierta.

30

35

Otros han producido posteriormente embarcaciones similares con sistemas de suspensión que buscan amortiguar el cabeceo y el balanceo en la plataforma de una embarcación. Un ejemplo adicional para un "sistema de suspensión para una lancha rápida" está en la patente de Estados Unidos n.º 6.176.190. En esta patente, los conjuntos absorbedores de impactos izquierdos, derechos y verticales están situados entre el casco y la cubierta en un esfuerzo por amortiguar el movimiento entre la cubierta y el casco. Como principio general, la cubierta de la embarcación ascenderá y caerá con el casco, teniendo la amortiguación un efecto, principalmente, sobre el cabeceo, el balanceo y la guiñada de la cubierta con respecto al casco.

40

Se describe un enfoque similar en la patente de Estados Unidos 6.763.774 para un "sistema de suspensión activa de cubierta". Como con los ejemplos anteriores, esta patente se refiere a la absorción de impactos de la misma manera que los otros enfoques de la técnica anterior, pero incorpora cilindros neumáticos para amortiguar las fuerzas impartidas sobre la embarcación, utilizando lo que se caracteriza como control activo de la suspensión.

45

Un defecto común entre los sistemas de suspensión de la técnica anterior incorporados en lanchas es que, generalmente, no tienen en cuenta todos los grados de movimiento. La mayoría solo se preocupan por el cabeceo y el balanceo, y ninguno es realmente capaz de mantener una altura de la cubierta o una arfada constantes. Si bien algunos sistemas pueden amortiguar, en cierta medida, una fuerza dirigida hacia arriba o hacia abajo, los sistemas solo se preocupan por reducir el efecto del movimiento y ninguno está dirigido a mantener una altura de la cubierta constante. Además, los sistemas de amortiguación de la técnica anterior que incorporan un vector de amortiguación vertical tienden a elevar una región de la cubierta de una embarcación en relación con otra región. Por ejemplo, a la hora de controlar el balanceo, un lado de una cubierta se eleva mientras que el otro lado se mantiene fijo o se baja. En general, no existe una capacidad significativa de mantener la altura de la cubierta mediante la incorporación de una cantidad significativa de desplazamiento de la altura de la cubierta con respecto a la posición del casco o el pontón de la embarcación.

50

55

60

Algunos sistemas de suspensión de la técnica anterior incorporados en embarcaciones emplean aletas controladas por giroscopios para reducir el movimiento de balanceo y algunos de estos son efectivos incluso cuando la embarcación no está en movimiento. En algunos casos, los giroscopios mecánicos gigantes se montan en un yugo para reducir el movimiento de balanceo de la embarcación. El diseño del casco de la embarcación también ha evolucionado a lo largo de los años para proporcionar un grado de "comportamiento en la mar", un término que

65

describe la nivelación de la embarcación cuando está en marcha.

El documento WO 2011/143692 A1 desvela una lancha que tiene un cuerpo suspendido sobre múltiples cascos. La lancha incluye un sistema de suspensión que incluye cámaras de compresión.

5 Pero el malestar producido al viajar por mar sigue siendo una queja común de aquellas personas que navegan de manera puntual y es temido por tantas personas que afecta a la popularidad de muchas salidas comunes en embarcación, desde el avistamiento de ballenas hasta el servicio de ferry. Y existe un fenómeno menos molesto, pero que aun así preocupa, conocido como el "síndrome del mal de desembarco" en el que uno siente que todavía está balanceándose en la embarcación cuando regresa a tierra firme. Este trastorno es el resultado del movimiento de la cubierta de la embarcación en cualquier dirección, incluidas también las direcciones de arfada, cabeceo, balanceo y guiñada. Los sistemas de la técnica anterior han logrado amortiguar algunas de estas fuerzas en estados del mar, pero no han sido particularmente efectivos y no han abordado el control de la cubierta en la dirección de arfada.

15 **Sumario de la invención**

La versión preferida de la invención busca proporcionar una suspensión para embarcación que aislará a los ocupantes del barco de los movimientos del mar, tanto en marcha como cuando está anclada o atracada. Esto se consigue mediante la división de la embarcación en dos o más segmentos, tales como una "cubierta de ocupación" y una sección de "casco". En un ejemplo, el casco consta de un par de pontones y la plataforma es una estructura de cubierta con prestaciones para la ocupación humana.

25 En un ejemplo de la invención, la cubierta de la embarcación no está fijada directamente al casco, sino que está suspendida por uno o más sistemas de suspensión activa. El casco puede ser un monocasco, un catamarán, una serie de pontones externos o cualquier otra configuración. En una configuración preferida, la cubierta está suspendida sobre una pluralidad de pontones y existe una suspensión activa entre los pontones y la cubierta.

Algunas versiones de esta invención buscan reducir a una cantidad mínima la potencia consumida por el sistema de suspensión, de manera que el dispositivo pueda funcionar solo con baterías durante un período prolongado de tiempo.

30 La embarcación puede proporcionar un sistema de suspensión que no emita ningún ruido, pasando así desapercibido para los ocupantes del barco.

35 **Breve descripción de los dibujos**

Los ejemplos preferidos y alternativos de la presente invención se describen en detalle a continuación con referencia a los siguientes dibujos.

40 La figura 1 es una vista en perspectiva de una realización preferida de una embarcación con suspensión activa.
 La figura 2 es una vista en perspectiva de la embarcación de la figura 1, mostrada sin la cubierta y sin la cabina.
 La figura 3 es una vista en planta frontal de una suspensión activa y una unión preferidas, mostradas en una posición completamente extendida.
 La figura 4 es una vista frontal en planta de la suspensión activa y la unión de la figura 3, mostradas en una posición completamente retraída.
 45 La figura 5 es una vista despiezada de una suspensión activa preferida.
 La figura 6 es un diagrama de bloques de una embarcación y una cubierta preferidas que tienen un sistema de suspensión activa.

50 **Descripción detallada de la realización preferida**

La figura 1 ilustra una vista en perspectiva de un ejemplo preferido de una embarcación 10 con suspensión activa. En este caso, la embarcación está formada con un casco configurado como un par de pontones 20 y 22. Una cubierta de embarcación 30 soporta una cabina 32 que alberga los diversos controles para la embarcación. La cubierta está soportada por un armazón 60 que proporciona tanto rigidez estructural como, además, ubicaciones para montar la suspensión activa. El armazón está unido a los pontones mediante sistemas de suspensión activa y de unión, por ejemplo 40, 50, y en la figura 1 solo son visibles las suspensiones delanteras.

60 La figura 2 muestra el mismo ejemplo preferido de una embarcación como se ilustra en la figura 1, de la que se ha quitado la cabina y la cubierta para ilustrar mejor el armazón y la suspensión activa. Asimismo, los pontones de la figura 1 se han quitado con el mismo propósito. El armazón 60 incluye una parte de armazón superior 61 que, en este caso, está configurada generalmente en forma de rectángulo que forma un plano horizontal. En una versión, la cubierta de la embarcación está montada directamente en la parte superior del armazón 61, mientras que, en otras versiones, particularmente para estructuras de embarcaciones más grandes o más complicadas, pueden existir cubiertas adicionales o varios niveles de cubierta soportados por la parte de armazón superior 61.

65 Como se ilustra, el armazón 60 incluye, además, un primer poste vertical 62 y un segundo poste vertical 64 opuesto.

En este caso, cada uno de los postes verticales primero y segundo se extienden en dirección descendente desde la parte de cubierta superior, estando uno de los postes en posición de proa y estando el otro de los postes en posición de popa. Un riel inferior 63 une las partes inferiores del primer y segundo postes entre sí. Debe apreciarse que son posibles diferentes configuraciones de armazón compatibles con la invención. En la configuración preferida, la suspensión activa emplea uniones entre el armazón y los pontones, extendiéndose la suspensión verticalmente entre la unión y una parte del armazón. En otras versiones, el armazón está dispuesto de manera diferente mientras que permite que se coloque una suspensión activa para permitir el desplazamiento vertical de la cubierta con respecto al casco.

En la versión de las figuras 1 y 2, el armazón 60 está fijado a los pontones mediante uniones y sistemas de suspensión activa. En un primer lado de la embarcación, se proporcionan un par de uniones 40 y 41, una en la proa y otra en la posición de popa. Cada una de las uniones está asegurada a un soporte 70, 71 y fijada a un primer pontón (no mostrado en la figura 2). El segundo lado de la embarcación está configurado de la misma manera, con un par de uniones 50, 51 aseguradas a un par de soportes 73, 72 fijadas a un segundo pontón (no mostrado en la figura 2). Un sistema de suspensión activa 80, 81, 82, 83 se sitúa entre las uniones y la cubierta y, en la versión preferida, la suspensión se monta entre las uniones y el armazón.

En la versión ilustrada, la embarcación está configurada con un par de pontones de babor y estribor de modo que la cubierta está suspendida por un par de uniones y suspensiones de babor y un par de uniones y suspensiones de estribor. Debe apreciarse que se puede utilizar un número mayor o menor de uniones o de sistemas de suspensión, compatible con la presente invención.

Las figuras 3 y 4 muestran una vista en planta frontal de uno de los conjuntos de uniones 50 y sistemas de suspensión 83 de acuerdo con la versión preferida de la invención. Más preferiblemente, cada uno de los otros sistemas de uniones y suspensiones se configura de la misma manera que la ilustrada en las figuras 3 y 4. En la figura 3, la suspensión se muestra en una posición extendida (de modo que la cubierta estará en una posición más alta sobre la superficie del agua), mientras que en la figura 4 se muestra en una posición retraída (de modo que la cubierta estará en una posición más baja con respecto a la superficie del agua).

El sistema de unión preferido está configurado, esencialmente, como una unión mecánica de cuatro barras que emplea el miembro del armazón vertical 64, el soporte del pontón 73, una unión superior 110 y una unión inferior 100. La unión inferior está fijada de manera pivotante en un primer extremo 101 al miembro del armazón vertical y está fijada de manera pivotante en un segundo extremo 102 opuesto al soporte del pontón 73. La unión superior 110 está fijada similarmente de manera pivotante en un primer extremo 111 al miembro del armazón vertical 64 y en un segundo extremo 112 opuesto al soporte del pontón 73. La unión superior está fijada de manera pivotante en ubicaciones por encima de la unión inferior, formando así una unión cuadrilátera plana para unir el pontón al armazón. Cada una de las otras uniones de la embarcación 40, 41 y 51 se forman, preferiblemente, de la misma manera.

Un sistema de suspensión activa 83 se sitúa entre el armazón y la unión y, en la versión ilustrada, el sistema de suspensión activa incluye un extremo superior 132 montado de manera pivotante en una parte superior del miembro del armazón vertical 64 y un extremo inferior 133 montado de manera pivotante en una ubicación intermedia a lo largo de la unión inferior 100. En la versión ilustrada, el extremo inferior 133 de la suspensión activa está fijado a la unión inferior 100 en una posición de aproximadamente $\frac{1}{4}$ de la distancia desde el primer extremo 101 de la unión inferior al segundo extremo 102 de la unión inferior.

El sistema de suspensión 83 es operable para aislar la cubierta del movimiento desigual de los pontones a través de un amplio intervalo de desplazamiento. En términos generales, el sistema de suspensión preferido incluye una carcasa central con un soporte del pivote superior y un extremo inferior que tiene un árbol dispuesto para un movimiento axial hacia el interior y hacia el exterior de la carcasa. El movimiento axial del árbol (u otras disposiciones, como se analiza a continuación) impulsa las uniones hacia o fuera de la cubierta, según se desee. Con referencia a la figura 3, el sistema de suspensión y el árbol 130 están en una posición extendida, pivotando así las uniones de forma angular hacia abajo y hacia fuera de la cubierta. En la figura 4, el árbol se ha retraído hacia el interior de la carcasa y las uniones se pivotan hacia arriba y hacia la cubierta.

La figura 5 proporciona una vista despiezada de un sistema de suspensión preferido. Como se ilustra, el sistema incluye un resorte neumático 150 y un servomotor 160 montado en una carcasa 161. El pistón de suspensión móvil 130 está conectado operativamente al servomotor de tal manera que el funcionamiento del motor hace que el pistón se extienda hacia fuera o se retraiga hacia el interior del alojamiento. En la versión ilustrada, el servomecanismo emplea una varilla roscada de tal manera que la rotación de la varilla por el motor hace que el pistón 130 se mueva hacia dentro o hacia fuera con respecto a la varilla.

En una versión preferida, se emplea un resorte neumático disponible en el mercado, tal como el que se utiliza comúnmente en suspensiones de camiones y autobuses. En esos casos, la presión del aire en el resorte se ajusta lentamente para compensar las cargas variables. Sin embargo, estos tipos de resortes neumáticos se emplean en aplicaciones automovilísticas en el mercado de piezas de repuesto y, a veces, la altura sobre la superficie varía significativa y rápidamente. Pero en todos los casos de vehículos, el desplazamiento es mucho menor de lo necesario

para una aplicación marina. Para esta aplicación, es preferible utilizar varios de estos resortes en serie o utilizar una disposición de palanca para multiplicar el desplazamiento a una cantidad más apropiada. Además, como es el caso de la mayoría de los resortes simples, existe una constante de resorte asociada, lo cual significa que el resorte empuja más fuerte cuanto más se comprime. Esto es necesario en una aplicación automovilística, pero resulta indeseable en la aplicación marina, donde se desea una constante de resorte muy baja. Si bien esto se puede lograr mediante el uso de un depósito de aire muy grande conectado a cada resorte, un tanque de este tipo es pesado y ocupa mucho espacio. Sin embargo, como se está empleando una unión, dicha unión se puede disponer de manera que linealice parcialmente el resorte, de modo que cuando el resorte esté completamente comprimido y la presión en el resorte sea la más alta (como se muestra en la figura 4), el brazo de la palanca proporcione la menor cantidad de transferencia de fuerza a la estructura del casco. Además, el diámetro de la parte del pistón del resorte neumático puede ser ahusado. Los pistones de resorte a menudo son ahusados, pero para un propósito diferente, principalmente para aumentar la presión rápidamente en el extremo de desplazamiento para proporcionar un aterrizaje más suave en caso de un desplazamiento máximo. Pero en este caso, el ahusado se invierte para que el resorte sea más suave en el extremo del desplazamiento para compensar el aumento de presión. Aún más avanzado, el ahusado del pistón podría diseñarse para cancelar de manera exacta las variaciones en la fuerza, teniendo en cuenta tanto la presión del aire y como la geometría de unión.

En una versión alternativa, como se ilustra en las figuras 1-5, la cámara de aire está formada para albergar total o, al menos, parcialmente un motor configurado para accionar un árbol con el fin de controlar el movimiento vertical adicional de los pontones con respecto a la plataforma. Como se ilustra, en una configuración, un par de pontones externos se acopla de manera pivotante al armazón de una embarcación mediante una pluralidad de uniones. La plataforma de la embarcación la transporta el armazón, permitiendo las uniones un intervalo de movimientos verticales de los pontones en relación con la plataforma para amortiguar el movimiento de las olas e, idealmente, para aislar la plataforma de dicho movimiento.

Un conjunto de resorte neumático, tal como se describe e ilustra, está montado en un extremo en una parte de una unión y en un extremo opuesto en una parte del armazón o a la plataforma. El resorte neumático puede tener la forma de la cámara de aire y del motor accionado por correas o puede tener la forma de la cámara de aire y de la versión de árbol accionado por motor de acuerdo con una segunda realización. En la segunda realización, la cámara de aire está configurada para albergar un volumen de aire a presión, preferiblemente en una posición superior en el resorte. Un motor está montado en una posición intermedia y está configurado para accionar un árbol que tiene un extremo distal que se extiende hacia la parte inferior del resorte. Más preferiblemente, el motor también está encapsulado dentro del resorte para aislarlo del ambiente, aunque, en algunas versiones, el motor puede situarse fuera de la cámara de aire.

En una versión, el motor está situado para producir un movimiento rotatorio alrededor de un eje central, con el árbol o pistón alineados a lo largo del eje central de manera que el motor accione el árbol. Uno o más accesorios roscados están fijados al motor o al árbol para provocar el movimiento vertical de un componente acoplado con el árbol. Por consiguiente, el movimiento rotatorio del motor produce un movimiento vertical a lo largo del árbol. A medida que el resorte (y, por lo tanto, la cámara de aire y el árbol) se acopla al armazón en un extremo y la unión o pontón en el extremo opuesto, el movimiento generado por el motor provoca un movimiento vertical del armazón con respecto al pontón. El motor preferido está configurado para accionar el árbol en cualquier dirección, permitiendo así el movimiento hacia arriba o hacia abajo.

Si bien se puede emplear un servomotor convencional en esta invención, es preferible que el motor funcione como un dispositivo de par de torsión, lo cual significa utilizar el motor en modo corriente. Esto significa regular la corriente y permitir que el motor gire libremente a cualquier velocidad, siempre que el motor suministre el par de torsión que el controlador le ordena. La mayoría de los motores se utilizan en modo de posición y, mientras funcionan en modo par de torsión, los controladores convencionales pueden introducir un retardo que interfiere en la operación del bucle de servomecanismo. Por lo tanto, el accionamiento óptimo para estos motores consiste en hacerlos funcionar en un oscilador de histéresis controlado por corriente. Este tipo de oscilador es de marcha libre, en el que la corriente se controla constantemente y, cuando está por encima de la cantidad deseada por la cantidad de histéresis, el controlador cambia de fase y permite que la corriente disminuya significativamente por la cantidad de histéresis por debajo del punto de ajuste. Por lo tanto, la corriente se controla independientemente de la tensión de alimentación o la fuerza contraelectromotriz del motor.

La figura 6 es un diagrama de bloques para una cubierta de embarcación que tiene un sistema de suspensión activa, presentado teóricamente como una vista en planta superior. Debe entenderse que cualquiera o todos los componentes mostrados como montados en la cubierta en la figura 6 pueden situarse encima o debajo de la cubierta y que algunos de los componentes pueden transportarse alternativamente en el armazón o en los pontones.

En una versión, la entrada de control al controlador del sistema del servomecanismo es proporcionada por una unidad de medición inercial (del inglés *inertial measurement unit*, (IMU)) disponible en el mercado. En general, la IMU 190 está montada cerca del centro de la cubierta 30 o de la parte de la plataforma de la embarcación. No obstante, esta implementación no es la ideal, pues la plataforma suele ser una estructura bastante flexible, con una buena cantidad de masa asociada, y cualquier movimiento de una esquina tiene una cierta cantidad de retardo (y resonancia) asociada, de modo que hay un lapso de tiempo entre el momento en el que el motor mueve la suspensión y el momento

en el que la IMU registra dicho movimiento. Se sabe que este tipo de problema limita la cantidad de retroalimentación que se puede lograr antes de que el sistema comience a oscilar.

5 La solución a este problema consiste en emplear varios acelerómetros, cada uno ubicado cerca de cada actuador, para minimizar el tiempo de retardo entre el movimiento del motor y el acelerómetro. Como se muestra en la figura 6, se proporcionan cuatro acelerómetros 170, 171, 172, 173 y se sitúan en las esquinas de la cubierta 30. En esencia, cada cuadrante de la plataforma se estabiliza individualmente en la dirección "Z" o ascendente-descendente y la IMU 190 ubicada en el centro proporciona corrección para el cabeceo y el balanceo, pero con una ganancia menor. Algunos se refieren a este tipo de combinación como un filtro de Kalman. Por lo tanto, se pueden emplear altas ganancias con oscilación para optimizar la estabilidad de toda la estructura.

15 Con referencia adicional a la figura 6, la IMU 190 proporciona una señal representativa del movimiento inercial, tales como el cabeceo, el balanceo y la guiñada. En algunas versiones, la IMU puede registrar y rastrear datos a lo largo del tiempo para controlar el cabeceo y el balanceo actuales, así como la altura actual y media de la cubierta. La salida de la IMU se combina con una salida de un acelerómetro 170, habiendo integrado, preferiblemente, la salida del acelerómetro, y la señal combinada se envía a un controlador de servomotor 180. El controlador del servomotor hace que el pistón o el árbol del servomecanismo se extienda o retraiga en un esfuerzo por mantener una posición y una altura de la cubierta constantes, según lo determinado por las salidas del acelerómetro y de la IMU.

20 Como se muestra en la figura 6, se proporciona, preferiblemente, un acelerómetro 170, 171, 172, 173 en cada esquina de la cubierta. Asimismo, se sitúa un controlador de motor individual 180, 181, 182, 183 adyacente al acelerómetro correspondiente, con la suspensión activa (o servomotor) 80, 81, 82, 83, situados también muy cerca. Esta disposición minimiza el tiempo de retardo entre los valores del acelerómetro y la respuesta de la suspensión activa, tal como se ha indicado antes.

25 Más preferiblemente, el resorte neumático está conectado a uno o más tanques de aire 200 para proporcionar una respuesta de resorte más consistente. Aunque solo se ilustra un tanque de aire 200 (y, por simplicidad, se muestra como conectado a un solo resorte neumático), debe entenderse que se pueden proporcionar tanques de aire adicionales y que, en la versión preferida, cada uno de los resortes neumáticos está conectado a, al menos, un tanque de aire.

30 Si bien toda la plataforma podría suspenderse solo con la potencia del motor, dicho sistema consumiría una potencia excesiva o se reduciría hasta tal punto que se vería limitado en su capacidad de desplazarse lo suficientemente rápido como para navegar. Incluso un sistema de resorte fijo tiene sus limitaciones, ya que la carga en la plataforma puede variar según la cantidad de pasajeros y del lugar donde se encuentren en un momento dado. En la presente invención, la presión del aire en cada una de las cámaras de aire varía dinámicamente en un intento de equilibrar perfectamente la estructura para que no se requiera potencia neta del motor. Mientras este sistema, si está diseñado al extremo, podría reemplazar los motores, la compresión del aire (o de cualquier gas que se utilice) conlleva pérdidas y las válvulas son ruidosas y, por lo tanto, no tan deseables. En su lugar, la corriente del motor se controla e integra a lo largo del tiempo para que el aire no se tenga que ajustar constantemente y, cuando alcanza un nivel predeterminado, la presión del aire aumenta o disminuye hasta alcanzar una cantidad predeterminada, en un intento de reducir la entrada neta del motor a un nivel mínimo.

45 De acuerdo con un aspecto preferido de la invención, incorporado en ciertas versiones preferidas, el resorte neumático es ajustable y se adapta muy estrechamente con el peso de la embarcación para ser soportado durante un ciclo prolongado. Como un asunto general, cualquier peso que no sea soportado por el resorte debe soportarse hacia arriba (o hacia abajo, si el resorte es demasiado fuerte) por la parte del servomotor del resorte neumático combinado y el servomecanismo que forma la suspensión activa. Mientras la embarcación navega por el agua, particularmente a alta velocidad por aguas con fuerte oleaje, los pontones se desplazan hacia arriba y hacia abajo a través del ciclo máximo, frecuentemente. Esto hace que el servomotor suministre energía al sistema y recupere energía del sistema en el otro lado del ciclo, actuando el servomecanismo esencialmente como un resorte. Pero los sistemas de servomotores de este tipo pueden reciclar solo una parte de la energía que recuperan para utilizarla en el siguiente ciclo. Además, la energía es difícil de almacenar y requiere bancos de condensadores que aumentan el peso, la ineficacia y el gasto. En consecuencia, en un sistema preferido, el resorte es ajustable y se adapta estrechamente al peso de la embarcación durante un ciclo prolongado.

60 En la versión preferida, como se ha descrito anteriormente, los resortes neumáticos están equipados con grandes tanques de expansión, de modo que la presión interna cambia aproximadamente un 15 por ciento o menos a lo largo de todo el ciclo del sistema. La unión proporciona una medida de ventaja mecánica cuando la presión en el resorte neumático es la más baja posible. Durante el funcionamiento, la presión del aire proporcionada en los resortes neumáticos se ajusta dinámicamente para mantener la fuerza del resorte, equilibrando exactamente la gravedad. En otras palabras, cuando una ola ejerce una fuerza hacia arriba, el sensor de presión detecta un aumento en la presión y ajusta dinámicamente el resorte neumático para reducir la presión del aire al nivel gravitacional. A la inversa, cuando la presión se reduce cuando el pontón entra en un valle, los tanques de expansión y el controlador aumentan dinámicamente la presión del aire para elevar la presión al nivel gravitacional.

De manera notable, esta forma de presión del aire equilibrada dinámicamente es diferente de un sistema de amortiguación con absorbedores de impacto. En realidad, mientras que un sistema de absorción de impactos de un automóvil buscará absorber y amortiguar una fuerza, el sistema actual esencialmente no tiene amortiguación en absoluto. En su lugar, busca mover rápidamente los pontones para acomodar las fuerzas ejercidas por las olas.

5 Con referencia a las figuras 3 y 4, el sistema preferido de suspensión de la embarcación incluye una acomodación de arfada de, al menos, 0,91 m (3 pies). En otras palabras, la altura de la embarcación sobre una superficie de agua plana es variable en una distancia de, al menos, 0,91 m (tres pies). En un ejemplo, el sistema de suspensión activa 83 en la posición extendida (véase la figura 3) mide aproximadamente 1,30 m (51 pulgadas) desde los puntos de conexión superiores a los inferiores de la suspensión, correspondiente a la longitud H1. En esta posición, la parte inferior del soporte del pontón 73 está a una distancia de aproximadamente 1,02 m (40 pulgadas) por debajo de la parte inferior del punto de pivote 101 del miembro del armazón vertical. En la posición retraída, en un ejemplo, la altura de suspensión H1 es de aproximadamente 0,89 m (35 pulgadas) (véase la figura 4), permitiendo aproximadamente cuarenta centímetros y medio (dieciséis pulgadas) de desplazamiento axial de la suspensión. Debido a la longitud de la unión y la trayectoria angular de desplazamiento, la parte inferior del soporte del pontón varía entre una altura H2 de aproximadamente 1,02 m (40 pulgadas) por debajo de la parte inferior del punto de pivote 101 del miembro del armazón vertical (véase la figura 3) y, aproximadamente 0,74 m (29 pulgadas) por encima de la parte inferior del punto de pivote del miembro del armazón vertical (véase la figura 4). De este modo, en la versión preferida, tal como se ilustra, la cubierta tiene una acomodación de aproximadamente 1,75 m (69 pulgadas) verticalmente.

20 Para proporcionar una plataforma de cubierta sustancialmente nivelada, el resorte debe ser capaz de proporcionar una respuesta de frecuencia rápida. Este es particularmente el caso cuando, por ejemplo, se navega ortogonalmente a través de la estela de otra embarcación de tal manera que la embarcación atraviese picos y valles que están muy juntos pero que varían bastante en altura. Más preferiblemente, el sistema de suspensión está configurado para proporcionar una acomodación de arfada de, al menos, 0,91 m (3 pies) de desplazamiento vertical con una respuesta de frecuencia de menos de 1 Hz.

30 Si bien la realización preferida de la invención se ha ilustrado y descrito, tal como se ha observado anteriormente, se pueden realizar muchos cambios sin alejarse del alcance de la invención. Por consiguiente, el alcance de la invención no está limitado por la divulgación de la realización preferida. Por el contrario, la invención debería determinarse completamente haciendo referencia a las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una embarcación (10), que comprende:

- 5 un casco (20,22) configurado para flotar en el agua; una cubierta (30);
un sistema de suspensión (40,50) situado entre el casco (20,22) y la cubierta (30) y configurado para suspender la
cubierta (30) con respecto al casco (20,22), el sistema de suspensión (40,50) configurado además para acomodar
los movimientos de cabeceo y balanceo de la cubierta (30) con respecto al casco (20,22), estando configurado
también el sistema de suspensión (40,50) para acomodar un movimiento de arfada de, al menos, tres pies (0,91
10 m) de la cubierta (30) con respecto al casco (20,22);
un sensor configurado para determinar, al menos, un parámetro de referencia inercial de la cubierta (30);
un controlador acoplado al sensor y al sistema de suspensión (40,50), estando configurado el controlador para
controlar el sistema de suspensión (40,50) con el fin de mantener una orientación de la cubierta (30) con respecto
al cabeceo, el balanceo y la arfada mediante una acomodación de arfada de, al menos, tres pies (0,91 m) con una
15 respuesta de frecuencia del sistema de suspensión (40,50) menor o igual a 1 Hz; en donde:
- el sistema de suspensión (40,50) comprende una pluralidad de sistemas de suspensión activa (80,81,82,83);
el sensor comprende una pluralidad de sensores (170,171,172,173), uno individual de la pluralidad de sensores
(170,171,172,173) es adyacente a uno correspondiente de la pluralidad de resortes (80,81,82,83);
20 el controlador comprende una pluralidad de controladores (180,181,182,183), uno individual de la pluralidad de
controladores (180,181,182,183) está configurado para controlar uno correspondiente de la pluralidad de
sistemas de suspensión activa (80,81,82,83) basado en una salida de uno correspondiente de la pluralidad de
sensores (170, 171, 172, 173); y
el sensor comprende además una unidad de medición inercial (190) para medir un parámetro de referencia
25 inercial para una parte central de la cubierta (30), estando acoplada la unidad de medición inercial (190) a cada
uno de la pluralidad de controladores (180,181,182,183) con el fin de controlar uno correspondiente de la
pluralidad de sistemas de suspensión activa (80,81,82,83);
- caracterizada por que:**
- 30 la pluralidad de sistemas de suspensión activa (80, 81, 82, 83) comprende una pluralidad de resortes neumáticos
(80, 81, 82, 83), estando acoplado cada uno de los resortes neumáticos a un tanque de aire (200) y por que el
controlador está configurado para controlar dinámicamente la presión del aire en los resortes neumáticos (80, 81,
82, 83).
- 35 2. La embarcación (10) de la reivindicación 1, en donde la pluralidad de sistemas de suspensión activa (80,81,82,83)
comprende una pluralidad de resortes neumáticos, estando cada uno de los resortes neumáticos acoplado a un tanque
de aire y, además, en donde el controlador está configurado para controlar dinámicamente la presión del aire en los
resortes neumáticos.
- 40 3. La embarcación (10) de la reivindicación 2, en donde la presión del aire se mantiene dentro de un intervalo de más
o menos el quince por ciento durante todo el intervalo de desplazamiento del sistema de suspensión (40,50).
4. La embarcación (10) de la reivindicación 2, en donde el sistema de suspensión (40,50) comprende una pluralidad
45 de servomecanismos, estando acoplado uno individual de la pluralidad de servomecanismos a uno de la pluralidad de
resortes neumáticos.
5. La embarcación (10) de la reivindicación 4, en donde el casco (20,22) comprende un par de pontones y la cubierta
(30) está soportada por un armazón, estando acoplado cada uno de los pares de pontones al armazón mediante una
unión que tiene una unión superior y una unión inferior, teniendo uno individual de los sistemas de suspensión activa
50 (80,81,82,83) un primer extremo fijado al armazón y un segundo extremo fijado a la unión inferior asociada con uno
de los pontones.

Figura 1

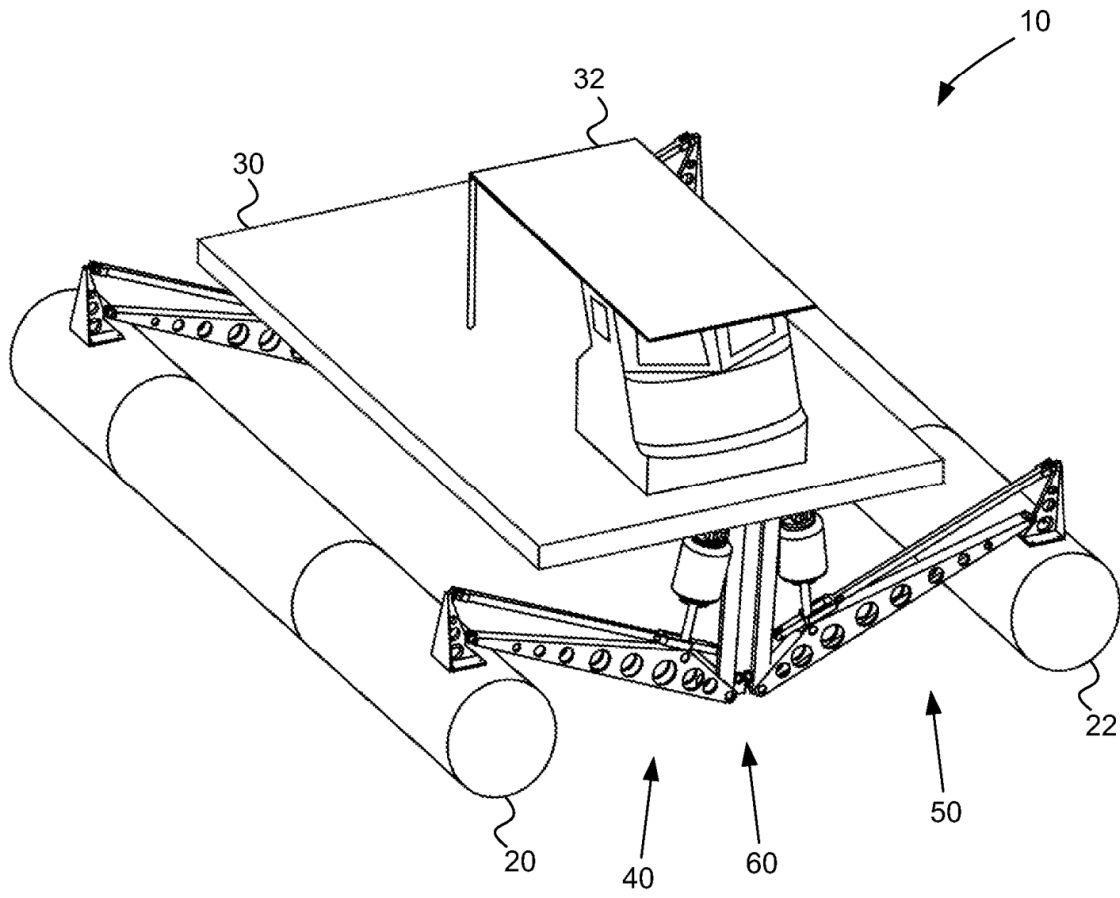


Figura 2

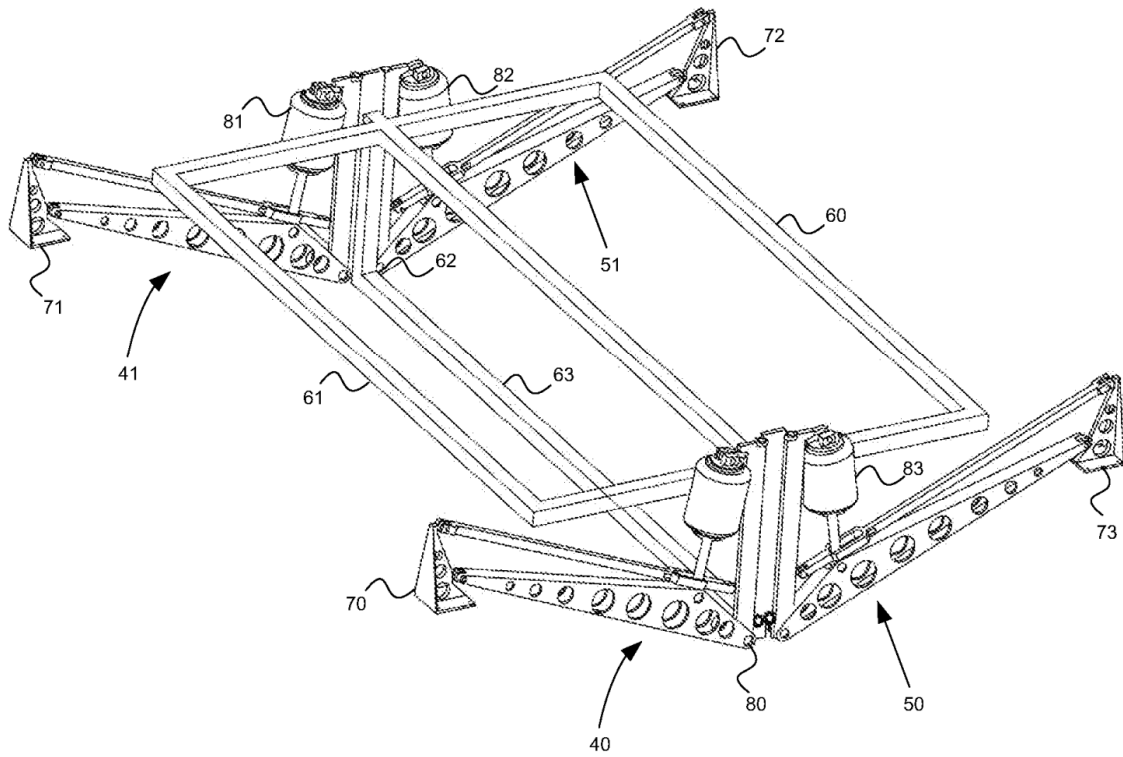


Figura 3

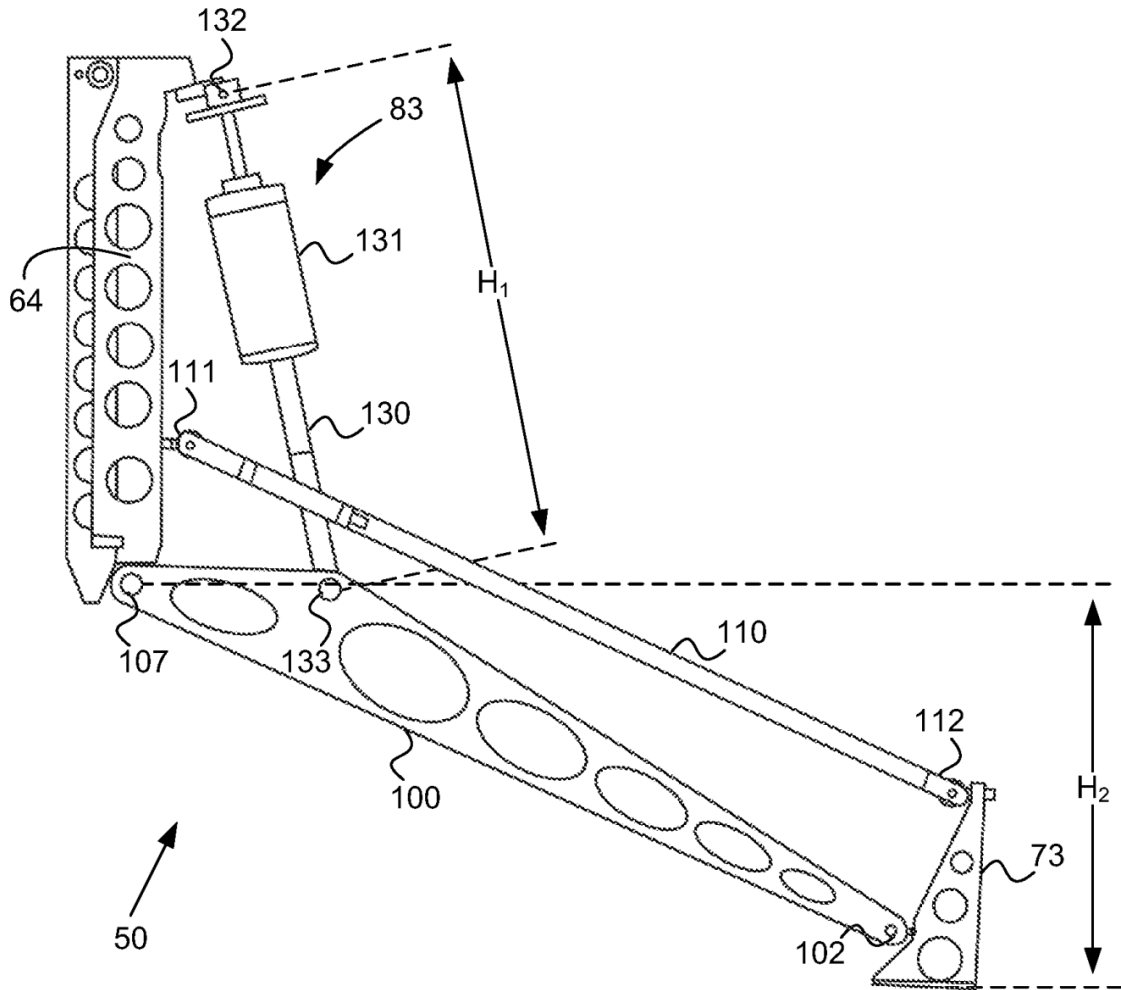


Figura 4

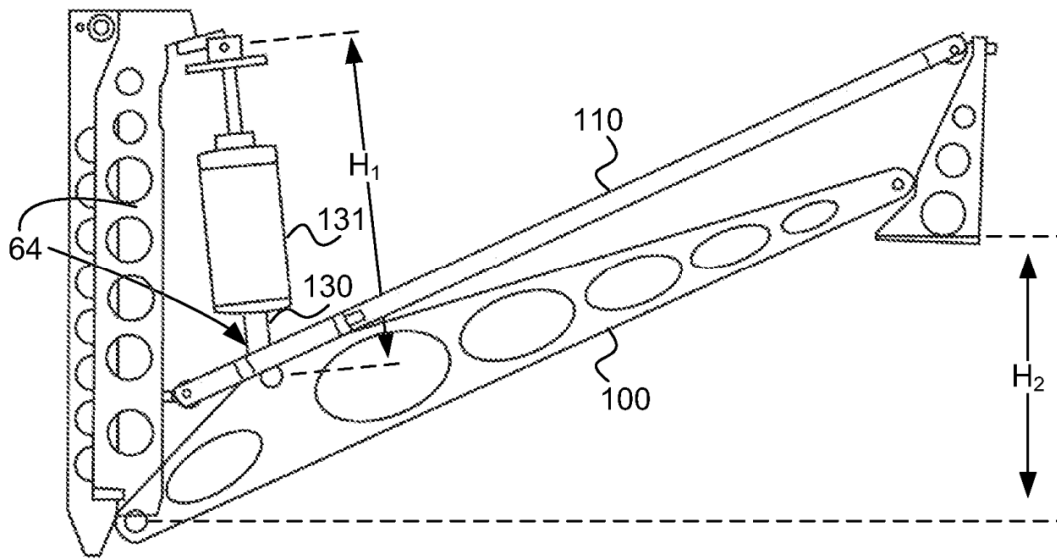


Figura 5

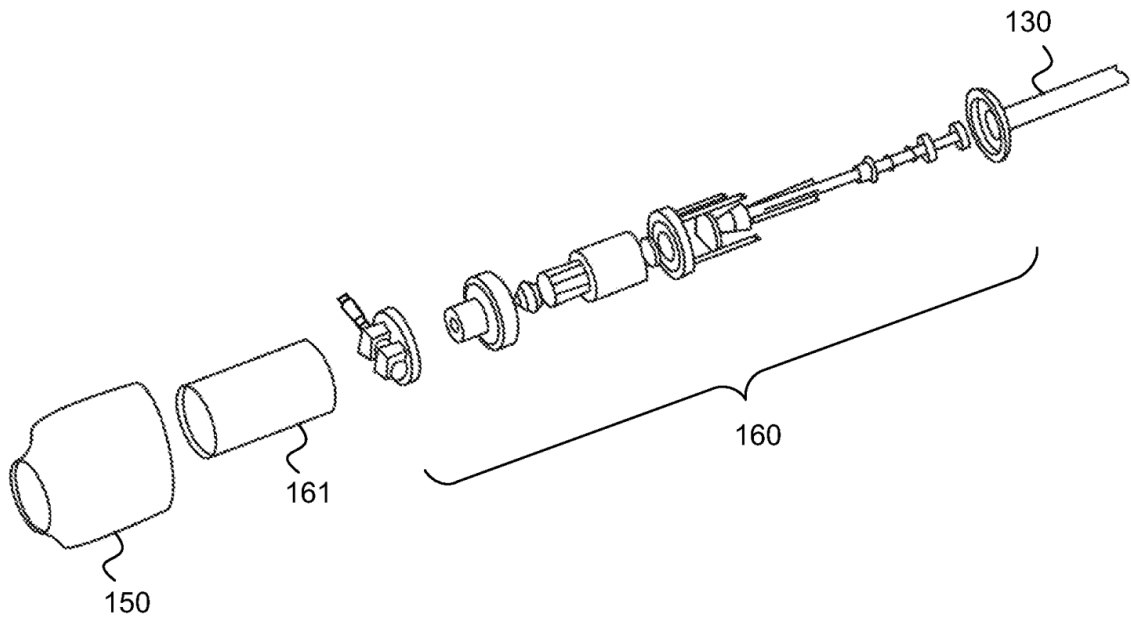


Figura 6

