

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 816 002**

51 Int. Cl.:

B63B 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.09.2017 PCT/NL2017/050588**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.03.2018 WO18048303**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.09.2017 E 17762247 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2020 EP 3509937**

54 Título: **Dispositivo de sujeción de cables de amarre hidráulico, sistema y método**

30 Prioridad:

07.09.2016 NL 2017431

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

31.03.2021

73 Titular/es:

**SHORETENSION HOLDING B.V. (100.0%)
Heijplaatweg 7
3089 JC Rotterdam, NL**

72 Inventor/es:

VAN DER BURG, GERRIT

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 816 002 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

Dispositivo de sujeción de cables de amarre hidráulico, sistema y método

5 Campo de la Invención

La invención se refiere a un sistema de amarre hidráulico y a un método para sujetar un barco amarrado.

Antecedentes de la invención

10

Del documento WO2010/110666 se conoce un dispositivo de sujeción de cables de amarre hidráulico que desenrolla un cable de amarre cuando la fuerza sobre el cable de amarre excede un umbral y enrolla el cable de amarre de regreso solo una vez que la fuerza ha descendido muy por debajo del umbral. El dispositivo comprende un cilindro hidráulico con un pistón que se conecta al cable de amarre de modo que la presión hidráulica se acumula cuando el cable de amarre se pone bajo tensión. Una válvula de alivio deja salir líquido hidráulico del cilindro a un depósito cuando esta presión excede un umbral. Una válvula unidireccional devuelve el fluido del depósito al cilindro cuando la tensión en el cable de amarre disminuye por debajo de un segundo umbral.

15

20

El cilindro hidráulico y el depósito proporcionan el funcionamiento en una fase de desenrollado y una fase de enrollado, cuando la presión en el cilindro hidráulico sube a un nivel alto y desciende a un nivel más bajo respectivamente. De este modo, el barco se mantiene amarrado de manera tensa, mientras se protege el cable de amarre contra roturas debido a fuerzas excesivas, por ejemplo, bajo la influencia de ráfagas de viento. El dispositivo es altamente seguro debido a que no requiere una fuente de alimentación externa para mantener el barco amarrado.

25

Hay fases intermedias entre la fase de desenrollado y la fase de enrollado, en las que no se produce ningún flujo de líquido hidráulico entre el cilindro hidráulico y el depósito principal. En estas fases, la posición del pistón permanece sustancialmente constante, mientras que la fuerza sobre el cable de amarre puede variar dentro de un rango de fuerza permitido por el dispositivo de sujeción de cables.

30

Cuando un barco está amarrado con dos de estos dispositivos de sujeción de cables conectados a cables de amarre en extremos opuestos del barco, el barco puede mantenerse amarrado de manera tensa. En condiciones estáticas ambos dispositivos de sujeción de cables estarán en su fase intermedia, manteniendo tensos los cables de amarre y manteniendo el barco en una posición fija.

35

Como un resultado de fuerzas externas variables, por ejemplo, debido al oleaje de las olas del océano o al paso de barcos, la posición del barco puede cambiar. Cuando la fuerza externa es lo suficientemente grande, hará que uno de los dispositivos de sujeción de cables desenrolle el cable de amarre para evitar una fuerza excesiva. El otro dispositivo de sujeción de cables lo enrollará. Aunque esto es necesario en el caso de grandes fuerzas externas, se ha encontrado que también puede ocurrir un movimiento innecesario del barco. Sería conveniente evitar estos movimientos innecesarios.

40

Resumen

Entre otros, es un objeto proporcionar un amarre mejorado.

45

Un sistema de amarre hidráulico que comprende al menos dos dispositivos de sujeción de cables de amarre hidráulicos, ubicados en un muelle para ejercer fuerzas de tracción con componentes de dirección opuesta a lo largo de la dirección del muelle sobre cables de amarre conectados a un mismo barco, en donde se proporciona cada uno de los dispositivos de sujeción de cables de amarre hidráulicos, que comprende

50

– un cilindro hidráulico, un pistón en dicho cilindro hidráulico, y conexiones a dicho cilindro hidráulico y dicho pistón para conectar el dispositivo en una conexión de cable de amarre entre un barco y un punto de amarre,

55

– una parte de protección contra sobrepresión acoplada a un primer extremo del cilindro hidráulico en el que la presión hidráulica se acumulará cuando el cable de amarre conectado al dispositivo de sujeción de cables de amarre hidráulico se ponga bajo tensión, la parte de protección contra sobrepresión que comprende un depósito principal que contiene gas y líquido hidráulico, la parte de protección contra sobrepresión que comprende una válvula de sobrepresión y una válvula unidireccional, acopladas en paralelo entre sí entre el cilindro hidráulico y el depósito principal, la válvula de sobrepresión configurada para pasar líquido hidráulico desde el cilindro hidráulico al depósito principal cuando una diferencia entre una primera presión en el cilindro y una segunda presión en el depósito principal excede un primer valor umbral, la válvula unidireccional se configura para pasar líquido hidráulico desde el depósito principal al cilindro hidráulico cuando la diferencia disminuye por debajo de un segundo valor umbral, menor que el primer valor umbral.

60

Como en el dispositivo de sujeción de cables de la técnica anterior, el cilindro hidráulico y el depósito principal proporcionan el funcionamiento en una fase de desenrollado y una fase de enrollado, con fases intermedias.

65

Además, el cable de amarre hidráulico comprende un depósito auxiliar acoplado a dicho primer extremo del cilindro hidráulico, el depósito auxiliar que contiene gas y líquido hidráulico, el depósito principal que tiene una primera

característica de cambio de presión-volumen que difiere de la segunda característica de cambio de presión-volumen del depósito auxiliar, en el sentido de que la presión en el depósito principal cambia menos que la presión en el depósito auxiliar para intercambios iguales de volumen del líquido hidráulico del cilindro hidráulico.

5 La comunicación de la presión hidráulica entre el cilindro hidráulico y el depósito auxiliar hace posible añadir ajustes a la fuerza sobre el cable de amarre en la fase intermedia de funcionamiento.

10 Aunque la invención no se limita a una teoría específica de funcionamiento, una teoría del funcionamiento que involucra el cilindro hidráulico y el depósito principal solo indica que las condiciones dinámicas y las fuerzas elásticas de los cables de amarre pueden causar que múltiples dispositivos de sujeción de cables que se conectan a los cables de amarre del mismo barco funcionen de manera descoordinada cuando no tienen depósito auxiliar. Los dispositivos de sujeción de cables pueden funcionar fuera de fase en direcciones opuestas, por ejemplo, cuando un dispositivo de sujeción de cables está en la fase de enrollado cuando el otro todavía está en la fase intermedia. Esto puede hacer que un dispositivo de sujeción de cables transfiera una cantidad innecesariamente grande de líquido hidráulico hacia o desde su depósito principal, lo que a su vez conduce a una respuesta innecesaria posterior del otro dispositivo de sujeción de cables.

15 Puede usarse la transferencia de líquido hidráulico entre el cilindro hidráulico y el depósito auxiliar para evitar esto. En una modalidad, el depósito auxiliar puede proporcionar cambios en el volumen de líquido hidráulico en el líquido hidráulico en el cilindro hidráulico para desenrollar y/o enrollar el cable de amarre en proporción a los cambios de presión hidráulica durante la fase intermedia, a lo largo del rango de presión completo permitido por la protección contra sobrepresión, o solo por encima de un umbral. Esto proporciona una fuerza más estable sobre los cables de amarre en una posición estable del barco.

20 En una modalidad, el dispositivo de sujeción de cables comprende una unidad de control que controla el tiempo de activación de la comunicación de presión entre el depósito auxiliar y el cilindro hidráulico en dependencia de la entrada del sensor. La comunicación de presión puede activarse selectivamente en el dispositivo de sujeción de cables cuando otro dispositivo de sujeción de cables que actúa en el mismo barco enrolla en una dirección opuesta, por ejemplo. La unidad de control puede configurarse para recibir y ejecutar un comando externo o utilizar datos de sensores externos para activar la comunicación de presión. El dispositivo de sujeción de cables puede comprender un sensor para detectar la posición y/o el movimiento del pistón, un volumen de líquido o presión a usar para generar y transmitir tal comando o datos de sensor externo a otro dispositivo de sujeción de cables para este propósito.

25 La comunicación de presión hidráulica entre el cilindro hidráulico y el depósito auxiliar hace posible agregar ajustes a la fuerza sobre el cable de amarre en la fase intermedia de funcionamiento

30 Puede observarse que, en lugar de activar una comunicación de presión de desactivación entre el depósito auxiliar y el cilindro hidráulico, la comunicación de presión entre el depósito principal y el cilindro hidráulico puede activarse y desactivarse. En una modalidad en donde no se usan las diferentes características de respuesta de presión-volumen, el depósito auxiliar podría omitirse en este caso. Sin embargo, puede ser conveniente usar la comunicación de presión con el depósito auxiliar para un mejor funcionamiento a prueba de fallos y/o para una respuesta más rápida incluso en circunstancias en donde las diferentes características de respuesta de presión-volumen per se no son necesarias.

35 En una modalidad, el dispositivo de sujeción de cables puede comprender un generador de energía eléctrica accionado por flujo de fluido conectado para generar energía eléctrica a partir del flujo de líquido hidráulico con base en una diferencia de presión hidráulica entre el depósito auxiliar y el cilindro hidráulico.

40 Además, se proporciona un método para sujetar un barco amarrado, mediante el uso de un primer y un segundo dispositivo de sujeción de cables, cada uno de los cuales comprende un cilindro hidráulico y un pistón en el cilindro hidráulico, un depósito principal y un depósito auxiliar que contiene líquido y gas hidráulico.

50 Breve descripción de las figuras

Estos y otros objetos y aspectos ventajosos serán evidentes a partir de una descripción de modalidades ilustrativas, mediante el uso de las siguientes figuras.

55 La Figura 1 muestra una vista en planta de un barco amarrado en un muelle.

La Figura 2 muestra esquemáticamente un dispositivo de sujeción de cables.

La Figura 2a muestra una modalidad de la construcción del dispositivo de sujeción de cables.

Las Figuras 3a-f muestran gráficos de fuerza en función de la posición del pistón

Las Figuras 4-8 muestran una modalidad de un dispositivo de sujeción de cables.

60 Descripción detallada de las modalidades ilustrativas

65 La Figura 1 muestra una vista en planta esquemática de un barco 10 amarrado a lo largo del muelle, mediante el uso de un primer y un segundo cable de amarre 12a, b que se extienden desde el muelle hasta el barco. El barco puede permanecer contra las defensas del lado de la costa (no mostradas) que se extienden desde el muelle. En el amarre en el muelle se proporcionan un primer y un segundo dispositivo de sujeción de cables 14a, b, acoplados al primer y el

segundo cable de amarre 12a, b respectivamente. Cada dispositivo de sujeción de cables de amarre 14a, b se acopla por un lado a un punto de amarre tal como un bolardo fijo, y por el otro lado al cable de amarre 12a, b. Alternativamente, los puntos de amarre podrían ser otras estructuras en el muelle a las que podría fijarse un lado del dispositivo de sujeción de cables 14a, b. En lugar de un muelle fijo, los puntos de amarre pueden proporcionarse en una estructura flotante para amarrar el barco con respecto a esa estructura flotante.

En la modalidad ilustrada, el cable de amarre 12a, b se extiende desde el dispositivo de sujeción de cables 14a, b hasta el barco 10 a través de otro bolardo 16a, b. Como se muestra, los cables de amarre 12a, b se extienden desde el barco hasta el dispositivo de sujeción de cables de amarre 14a, b casi perpendicularmente a la dirección de la costa a lo largo del muelle (por ejemplo, con una desviación de menos de cuarenta y cinco grados de la dirección perpendicular). Además o alternativamente, pueden usarse cables de amarre de resorte (no mostrados) en ángulos mayores a la dirección perpendicular. Se apreciará que el uso de cables de amarre 12a, b que se extienden casi perpendicularmente a la costa por un lado minimiza el espacio de muelle necesario para el barco 10, pero por otro lado podría aumentar el riesgo de rotura de cables debido a la alta tensión en los cables de amarre 12a, b como un resultado del movimiento ascendente o lateral del barco 10 debido al oleaje o al viento. En tal configuración de amarre, el dispositivo de sujeción de cables 14a, b evita la alta tensión en los cables de amarre 12a, b, pero también puede evitar la alta tensión en una configuración de resorte.

La Figura 2 muestra esquemáticamente un dispositivo de sujeción de cables. El dispositivo comprende un cilindro principal 20, un pistón principal 22 en el cilindro principal 20 y un eje del pistón que se extiende desde el pistón principal 22. El cilindro principal 20 y el eje del pistón 23 tienen conexiones respectivas en los extremos opuestos del cilindro principal 20. Un primer extremo es para unir un cable que se extiende hacia el barco (no se muestra) y un segundo extremo es para la conexión a un punto de amarre, por ejemplo, mediante un cable a un bolardo (no se muestra) en el muelle. Pueden proporcionarse argollas de conexión de cables en conexión con el cilindro principal 20 y el eje del pistón 23 para este propósito, por ejemplo. El cilindro principal 20 se rellena con líquido hidráulico (por ejemplo, aceite) en al menos el lado del pistón principal 22 en la dirección del eje del pistón 23.

En un primer extremo del cilindro principal 20 en el lado en el que se ubica la conexión de unión de cables del pistón principal 22, el interior del cilindro principal 20 se acopla a un circuito hidráulico, que comprende una parte de protección contra sobrepresión 26 que comprende un depósito principal 260 para líquido hidráulico y un amortiguador auxiliar 24, que comprende un depósito auxiliar para líquido hidráulico.

La parte de protección contra sobrepresión 26 se configura para absorber líquido hidráulico del cilindro hidráulico y devolver líquido hidráulico al cilindro hidráulico cuando una diferencia entre la presión del líquido hidráulico en el cilindro hidráulico y la presión en el depósito principal se encuentra por encima de un primer umbral y por debajo de un segundo umbral respectivamente, el segundo umbral que más pequeño que el primer umbral. De esta manera, la parte de protección contra sobrepresión 26 permite que el dispositivo de sujeción de cables se afloje cuando la fuerza sobre el cable excede un umbral correspondiente al primer umbral y enrolla el cable cuando la fuerza disminuye.

La parte de protección contra sobrepresión 26 comprende un depósito principal 260, una válvula de sobrepresión 262 y una válvula unidireccional 264. La válvula de sobrepresión 262 puede realizarse por medio de una válvula cargada por resorte, de modo que el flujo de líquido hidráulico surge cuando la presión del líquido hidráulico sobre la válvula supera la fuerza del resorte, pero puede usarse cualquier otro tipo de válvula de sobrepresión 262. El depósito principal 260 contiene gas (por ejemplo, nitrógeno o aire) y una cantidad variable de líquido hidráulico (preferentemente un líquido hidráulico como aceite). El depósito principal 260 es un depósito cerrado en el sentido de que normalmente mantiene el gas y el líquido hidráulico en el depósito principal 260 bajo presión, excepto por los efectos de la válvula de sobrepresión 262 y una válvula unidireccional 264.

El depósito principal 260 tiene una característica de presión predeterminada que define la presión en el depósito principal 260 en función del volumen de líquido hidráulico en el depósito principal 260 y la temperatura. La característica de presión es el resultado de la variación de la presión del gas. Preferentemente, el volumen del depósito principal 260 y la cantidad de gas que contiene son tan grandes que la presión no varía significativamente con los cambios prácticos del volumen de líquido hidráulico en el depósito principal 260. En una modalidad, la parte de protección contra sobrepresión 26 puede comprender un separador de movimiento libre (por ejemplo, un pistón) entre el gas y el líquido hidráulico, pero esto puede no ser necesario, por ejemplo, cuando se garantiza que el espacio ocupado por el gas permanece por encima de la conexión a la válvula unidireccional 264.

El primer extremo del cilindro principal 20 se acopla a una parte que contiene líquido del depósito principal 260 mediante la válvula de sobrepresión 262, que se configura para abrirse para permitir que el líquido hidráulico fluya cuando la presión en el lado en el cilindro principal 20 en el primer extremo del cilindro principal 20 excede la presión en el depósito principal 260 en una cantidad predeterminada. Cuando eso sucede, el líquido hidráulico fluye desde el cilindro principal 20 al depósito principal 260, permitiendo de esta manera un movimiento adicional del pistón principal 22 con una fuerza sustancialmente constante. De esta manera, la válvula de sobrepresión 262 sirve para hacer que el dispositivo dé holgura al cable de amarre (no mostrado) cuando la fuerza transmitida por el cable excede un umbral.

El depósito principal 260 se acopla además al primer extremo del cilindro principal 20 a través de la válvula unidireccional 264, que está dirigida a abrirse para permitir que el líquido hidráulico fluya cuando la diferencia entre la presión en el lado del depósito principal 260 y la presión en el cilindro principal 20 en el primer extremo del cilindro principal 20 supera un umbral (por ejemplo, cuando la presión en el cilindro principal 20 se ha vuelto ligeramente inferior a la del depósito principal 260). En este caso, el líquido hidráulico regresa al cilindro principal 20 a través de la válvula unidireccional 264. De esta manera, la válvula unidireccional 264 sirve para hacer que el dispositivo enrolle el cable de amarre (no mostrado) cuando la fuerza sobre el cable se ha reducido sustancialmente a cero.

Por ejemplo, la válvula unidireccional 264 puede configurarse para abrirse cuando la presión en el depósito principal 260 excede la del primer extremo del cilindro principal 20. Sin embargo, se puede usarse un umbral diferente, que es más bajo que el de la válvula de sobrepresión 262. Por lo tanto, la válvula de sobrepresión 262 y la válvula unidireccional 264 dan lugar a una forma de histéresis: la presión en el cilindro principal 20 debe disminuir en una cantidad predeterminada distinta de cero antes de que el líquido hidráulico que pasa por la válvula de sobrepresión 262 regrese a través de la válvula unidireccional 264.

Además, el dispositivo de sujeción de cables puede comprender una unidad de cebado para establecer la presión en un segundo extremo del cilindro principal 20 en el que se encuentra la conexión de unión de cables del cilindro principal 20. La unidad de cebado puede comprender una bomba, una válvula y un depósito auxiliar de líquido hidráulico, la bomba y la válvula se acoplan en paralelo entre el depósito auxiliar y el cilindro principal. El depósito auxiliar puede ser un depósito abierto en el sentido de que no necesita mantener la presión, o mantiene sólo una baja presión: puede tener una válvula de alivio al exterior.

En funcionamiento, la unidad de cebado puede usarse temporalmente para establecer la posición del pistón principal 22 cuando el barco 10 está amarrado. Antes de amarrar, el pistón principal puede conducirse primero a una posición máxima, bombeando líquido hidráulico desde el depósito auxiliar al cilindro principal 20 en el lado del pistón principal 22 opuesto al lugar donde están conectadas la parte reguladora de presión proporcional y la parte de protección contra sobrepresión. En esta etapa, la válvula de la unidad de cebado se mantiene cerrada. Cuando se ha sujetado un cable entre un barco a lo largo del muelle y el dispositivo de amarre, la válvula puede abrirse para permitir que el líquido hidráulico fluya de regreso al depósito auxiliar, con el efecto de que la presión hidráulica del depósito principal 260 hará retroceder el pistón 22, eliminar la holgura del depósito principal 260 iguala la presión debido a la fuerza sobre el cable. La válvula puede dejarse abierta durante el uso posterior.

La Figura 2a muestra una modalidad de la construcción del dispositivo de sujeción de cables. El dispositivo de sujeción de cables comprende un cilindro principal 20, un cilindro exterior 50, un conducto 51 (mostrado simbólicamente por una línea discontinua) y un colector de válvula 52 en forma de un disco. El cilindro principal 20 se coloca dentro de un cilindro exterior 50, preferentemente de forma concéntrica con el cilindro exterior 50, dejando un espacio entre el cilindro principal 20 y el cilindro exterior 50. El espacio entre el cilindro principal 20 y el cilindro exterior 50 sirve como depósito principal 260. En un extremo axial del cilindro exterior 50 y el cilindro principal 20 se unen a una primera cara de disco del colector de válvula 52. La forma de disco del colector de válvula 52 tiene un diámetro que es al menos tan grande como el del cilindro exterior 50. Aunque el conducto 51 se muestra como un conducto fuera del cilindro principal, de hecho, puede extenderse a través de un espacio dentro del cilindro exterior 50, por ejemplo, entre el cilindro exterior 50 y el cilindro principal 20.

Un extremo axial de un depósito auxiliar 240 se une a una segunda cara de disco del colector de válvula 52, opuesta a la primera cara. El depósito auxiliar 240 actúa como un cilindro auxiliar del amortiguador auxiliar. Los ejes centrales del cilindro principal 20 y el depósito auxiliar pueden estar alineados entre sí. Además, el dispositivo comprende una tubería 54 que se extiende desde la segunda cara del colector de válvula 52 hasta el depósito auxiliar 240. El pistón auxiliar 242 puede montarse de manera deslizante alrededor de la tubería 54. La tubería 54 tiene una o más aberturas cerca del extremo del depósito auxiliar 240 que permiten la comunicación de fluidos entre el interior de la tubería 54 y una primera parte del depósito auxiliar 240 en el lado del pistón auxiliar 242 alejado del colector de válvula 52. No hay comunicación de fluidos directa entre el interior de la tubería 54 y una segunda parte del depósito auxiliar 240 fuera de la tubería entre el pistón auxiliar 242 y el colector de válvula 52. Esta segunda parte contiene gas. Aunque se ha mostrado una modalidad con la tubería 54, se apreciará que alternativamente puede omitirse una tubería hueca, intercambiando las funciones de los espacios en el depósito auxiliar 240 en los diferentes lados del pistón auxiliar en este caso.

El pistón principal 22 se ubica dentro del cilindro principal 20. El eje del pistón 23 se extiende desde el pistón principal 22 hasta el exterior del cilindro principal 20. El diámetro del eje del pistón 23 es menor que el diámetro interior del cilindro principal 20, dejando espacio para el líquido hidráulico. Se proporciona un anillo de sellado 57 entre el eje del pistón 23 y el cilindro principal 20, preferentemente cerca o en el extremo del cilindro principal 20. Un extremo del conducto 51 está en conexión de fluido con el interior del cilindro principal 20 entre el pistón principal 22 y el anillo de sellado 57. El conducto se conecta al cilindro principal 20 cerca del extremo del cilindro principal 20. El otro extremo del conducto 51 se conecta al colector de válvula 52. El conducto 51 proporciona comunicación de líquido hidráulico entre el interior del cilindro principal 20 y el colector de válvula 52. En una modalidad, el conducto 51 se proporciona en el espacio entre el cilindro principal 20 y el cilindro exterior 50.

5 El colector de válvula 52 contiene varios canales de conexión dentro de su forma de disco. Un primer canal de conexión en el colector de válvula 52 se extiende desde el conducto 51 hasta el interior de la tubería 54 y a través de esa tubería 54 hasta la parte del depósito auxiliar 240 en el lado del pistón auxiliar 242 alejado del colector de válvula 52. En la modalidad sin tubería hueca, el primer canal de conexión puede estar en comunicación con el espacio entre el colector de válvula 52 y el pistón auxiliar 242.

10 Un segundo canal de conexión en el colector de válvula 52 se extiende desde el conducto 51 hasta el espacio entre el cilindro principal 20 y el cilindro exterior 50 a través de la válvula de sobrepresión (no mostrada). Un tercer canal de conexión en el colector de válvula 52, que contiene la válvula unidireccional (no mostrada), une al menos la parte del segundo canal de conexión que contiene la válvula de sobrepresión. Además, el colector de válvula 52 puede comprender uno o más indicadores de presión, configurados para indicar la presión en el depósito principal, la presión en el cilindro principal, la presión del conducto 51 y/o la presión del depósito auxiliar 240.

15 En una modalidad, pueden proporcionarse uno o más cuartos canales de conexión en el colector de válvula 52, que se extienden desde el depósito auxiliar exterior 240 al espacio interior del cilindro principal 20 entre el colector de válvula 52 y el pistón principal 22. En la modalidad en donde se usa un depósito auxiliar, puede proporcionarse un cilindro exterior auxiliar 56, el depósito auxiliar 240 se coloca dentro del cilindro exterior auxiliar 56, dejando un espacio entre el depósito auxiliar 240 y el depósito auxiliar exterior 56. El espacio puede usarse como depósito auxiliar para líquido hidráulico. Un extremo del depósito auxiliar 240 y el cilindro exterior 56 pueden unirse a la segunda cara de la forma de disco del colector de válvula 52. En esta modalidad, uno o más cuartos canales del colector de válvula 52 pueden extenderse entre el espacio entre el depósito auxiliar 240 y el cilindro externo auxiliar 56 por un lado y el espacio interior del cilindro principal 20 por otro lado. La válvula de la unidad de cebado puede incluirse en el colector de válvula 52, con un órgano de control para controlar esta válvula fuera del colector de válvula 52. Si la unidad de cebado contiene una bomba, esta puede ubicarse en el espacio entre el depósito auxiliar 240 y el cilindro externo auxiliar 56, o en el exterior.

25 En una modalidad, puede proporcionarse una disposición de detección de posición para determinar la posición del pistón principal 22. La disposición de detección de posición puede comprender uno o más marcadores, por ejemplo, marcadores magnéticos, en el eje del pistón y un sensor de posición en o fuera del cilindro principal 20 para detectar un marcador cuando pasa por el sensor.

30 En una modalidad, el dispositivo de sujeción de cables comprende un transmisor y/o receptor inalámbrico. Puede proporcionarse un circuito lógico (programado) o un microordenador acoplado al transmisor inalámbrico y al sensor de posición y/o los indicadores de presión. Un microordenador puede tener un programa con instrucciones para recibir datos del sensor de posición y/o los indicadores de presión y hacer que el transmisor inalámbrico transmita información derivada de estos datos, o para evaluar los datos para detectar si los datos cumplen una condición predeterminada para generar una señal y hacer que el transmisor inalámbrico transmita un mensaje si se cumple la condición. La condición puede ser que los datos indiquen que el pistón principal ha permanecido en un rango extremo de posiciones durante al menos un período de tiempo predeterminado. Los mensajes transmitidos pueden recibirse para su visualización en una sala de control, por ejemplo.

40 En una modalidad, el depósito auxiliar 240, el cilindro externo auxiliar 56 y la tubería 54 pueden ser intercambiables. En esta modalidad, pueden proporcionarse diferentes conjuntos de depósito auxiliar 240, cilindro externo auxiliar 56 y tubería 54, cada conjunto que proporciona un depósito auxiliar 240 de diferente longitud. En este caso, los cilindros de un conjunto seleccionado pueden montarse en el colector de válvula 52, el conjunto se selecciona en dependencia de las condiciones de oleaje esperadas. Pueden usarse diferentes conjuntos, con diferente longitud en diferentes puertos, o en diferentes muelles en el mismo puerto. El depósito auxiliar 240, el cilindro externo auxiliar 56 y la tubería 54 pueden tener bridas con orificios para pernos para atornillarlos en el colector de válvula 52.

50 Operación de limitación de fuerza

55 En funcionamiento, el dispositivo de sujeción de cables 14a, b sirve para limitar el movimiento del barco 10 evitando al mismo tiempo una tensión excesiva en un cable de amarre 12a, b. Esto puede ocurrir durante un ciclo de fuerza, tal como durante una ráfaga de viento o cuando el barco 10 sube y baja por el oleaje. El oleaje típico puede tener una amplitud en un orden de magnitud de un metro y una longitud de onda en el orden de magnitud del orden de cien metros, lo que puede conducir a diferencias de fase de onda en el oleaje en la proa y la popa de un barco.

60 La Figura 3a muestra un gráfico de fuerza F y carrera X (posición) del pistón principal 22 durante un ciclo de fuerza para un dispositivo en donde solo está presente la parte de protección contra sobrepresión 26, pero no el amortiguador auxiliar 24. Cuando se ejerce sobre el barco una fuerza externa, por ejemplo, debido al movimiento del viento o del agua, esto crea una fuerza sobre el pistón principal 22.

65 Inicialmente, el líquido hidráulico resiste esta fuerza, que corresponde al aumento vertical 39a. Aunque la fuerza sobre el dispositivo de sujeción de cables aumenta verticalmente, puede observarse que la fuerza sobre el barco aumenta más gradualmente, debido a la elasticidad de los cables de amarre.

5 Cuando la fuerza alcanza un umbral predeterminado, la válvula de sobrepresión 262 se abre con el resultado de que el pistón principal 22 avanza con una fuerza de reacción sustancialmente constante, lo que da como resultado el movimiento del pistón en un primer nivel de fuerza 32. Esto puede continuar hasta que la fuerza disminuya o hasta que el movimiento del pistón alcance un tope definido, por ejemplo, por una brida hacia adentro del cilindro principal 20. Aunque se muestra un primer nivel de fuerza constante 32, debe tenerse en cuenta que, de hecho, la fuerza puede aumentar ligeramente con el aumento de la presión del gas en el depósito principal 260 debido a la compresión, pero este efecto puede mantenerse por debajo del tamaño deseado al usar un depósito principal 260 suficientemente grande.

10 Cuando, más tarde, la fuerza ejercida sobre el cable de amarre disminuye, la válvula de sobrepresión 262 se cierra. Esto da como resultado una disminución vertical 39c de la fuerza en posición constante. Si la fuerza disminuye a un nivel correspondiente a la presión asociada con la apertura de la válvula unidireccional 264 (por ejemplo, presión cero), la válvula unidireccional 264 permite que el pistón auxiliar 244 retroceda a una fuerza de reacción sustancialmente constante (por ejemplo, cero). Esto da como resultado el movimiento del pistón a un segundo nivel de fuerza 36, que de hecho puede variar ligeramente como el primer nivel de fuerza 32.

15 Cuando la fuerza aumenta desde el segundo nivel de fuerza, el líquido hidráulico volverá a resistir la fuerza. Esto puede ocurrir en la posición original (como lo indica el aumento vertical 39a), o en cualquier otro lugar, por ejemplo, como lo indica la línea vertical 39c, dondequiera que la fuerza aumente de nuevo.

20 El dispositivo de sujeción de cables se mueve a través de un ciclo, en el que pueden distinguirse diferentes fases, la línea horizontal superior 32 de la Figura 3a corresponde a una fase de desenrollado, y la línea horizontal inferior 36 corresponde a una fase de enrollado, con fases intermedias en medio en donde la fuerza puede aumentar o disminuir. Como se apreciará, el gráfico de fuerza y posición de la Figura 3 muestra que la relación fuerza-posición depende del historial de movimiento anterior, es decir, muestra histéresis. En función del tiempo, la combinación de fuerza-posición puede volver a un valor anterior a través de un bucle en el gráfico fuerza-posición de la Figura 3a. El área de este bucle corresponde a la energía generada por el movimiento del barco y absorbida por el dispositivo de sujeción de cables. La energía absorbida puede calentar el líquido hidráulico, que a su vez libera el calor al ambiente a través de la superficie del dispositivo de sujeción de cables.

25 30 Cabe señalar que las diferentes formas de imponer la limitación de fuerza no implican necesariamente histéresis. Por ejemplo, si la solución más uniforme de una parte reguladora de presión proporcional adicional en lugar de la parte de protección contra sobrepresión 26, dicha parte de presión proporcional adicional limitaría la tasa de aumento de fuerza con el desplazamiento sin histéresis.

35 Cuando dos o más dispositivos de sujeción de cables 14a, b se conectan al mismo barco, la fuerza ejercida por cada dispositivo afecta la fuerza ejercida sobre el otro.

40 La Figura 3b muestra un gráfico de fuerzas en función de la posición de un barco, donde las fuerzas son fuerzas ejercidas por dos dispositivos de sujeción de cables, cuando los dos dispositivos de sujeción de cables actúan en dirección opuesta al mismo barco. En este caso, las fuerzas trazadas actúan en direcciones opuestas. La posición del barco puede situarse a lo largo del muelle en el caso de movimiento del barco a lo largo del muelle, o ángulo de rotación si el barco gira ligeramente alrededor de un eje vertical en el plano del muelle. Los gráficos de la Figura 3b se muestran en una escala de posición común (una escala de fuerza comprimida en comparación con la Figura 3).

45 50 En general, cuando las fuerzas ejercidas por los dispositivos de sujeción de cables actúan en direcciones opuestas, su diferencia es igual a la suma de las fuerzas ejercidas sobre el barco externamente desde los dispositivos de sujeción de cables, que se denominarán fuerza externa. En reposo, la fuerza externa es cero y las fuerzas ejercidas por los dispositivos de sujeción de cables serán iguales. En el ejemplo de la Figura 3b, esto ocurre en principio en la posición del barco en donde ambos dispositivos de sujeción de cables están en su fase intermedia, es decir, donde se producen los aumentos verticales 39a en el diagrama de posición de fuerza. Debido a que los aumentos verticales son verticales, la fuerza real ejercida por los dispositivos de sujeción de cables es teóricamente indeterminada entre su valor mínimo y máximo: la fuerza en ambos dispositivos podría contrarrestar un nivel de fuerza arbitrario. En la práctica, esto no es así, porque las fuerzas entre los dispositivos de sujeción de cables se transmiten indirectamente a través del barco. Las fuerzas sobre el barco también dependen del comportamiento elástico de los cables de amarre y de las fuerzas de deslizamiento que surgen entre (defensas en) el muelle y el barco, que tienen el efecto de producir un nivel de fuerza estable.

55 Cuando surgen fuerzas externas temporales, por ejemplo, debido al oleaje o al viento, la posición del barco puede cambiar. Cuando la fuerza externa supera el deslizamiento, la fuerza sobre uno de los dispositivos de sujeción de cables puede alcanzar el primer nivel 32, provocando que entre en la fase de desenrollado, mientras que el otro dispositivo de sujeción de cables entra en la fase de enrollado. Como un resultado, el barco se moverá. Cuando la fuerza externa ha disminuido, el barco puede permanecer en una posición desplazada, con nuevas posiciones, la fuerza vertical aumenta 39a. En efecto, esto se debe a que parte del líquido hidráulico del cilindro principal permanecerá en el depósito principal 260 de la parte de protección contra sobrepresión 26.

60 65 Esto puede tener un efecto ventajoso ya que el barco asume automáticamente una posición en donde ambos dispositivos de sujeción de cables actúan con fuerza proporcional para mantener el barco en una posición estable, incluso si las

cantidades de líquidos hidráulicos en los cilindros principales de los dispositivos de sujeción de cables no se han preparado de acuerdo con la posición inicial. Pero en la práctica, la perturbación por una fuerza externa también puede conducir a cambios repetidos innecesarios de la posición estable del barco, lo que es indeseable. Por ejemplo, cuando ocurre un retraso en la transmisión de fuerzas desde los dispositivos de sujeción de cables, por ejemplo, debido a efectos elásticos en los cables de amarre, ambos dispositivos de sujeción de cables pueden no estar en fases opuestas de enrollado/desenrollado: mientras ha entrado en su fase de enrollado, el otro aún se encuentra en su fase intermedia, o incluso en su fase de enrollado anterior. Esto puede dar como resultado un cambio de posición estable.

Modalidades proporcionales del amortiguador auxiliar

La Figura 4 muestra una primera modalidad de un dispositivo de sujeción de cables, en donde el amortiguador auxiliar 24 proporciona una fuerza proporcional durante el funcionamiento del dispositivo de sujeción de cables en la fase intermedia. Por lo tanto, la posición del pistón puede cambiar mientras el dispositivo de sujeción de cables está todavía en la fase intermedia, en proporción a los cambios de fuerza (como se usa en la presente descripción, "en proporción" significa que la posición varía con la variación de la fuerza, pero no se limita a una relación lineal fuerza-posición).

En el sistema formado por un barco amarrado y una pluralidad de dispositivos de sujeción de cables que acoplan el barco al muelle, y en el funcionamiento de este sistema, esto tiene el efecto de que se reduce la influencia de la interacción entre los dispositivos de sujeción de cables en los cambios de la posición estable del barco.

En la modalidad de la Figura 4, el amortiguador auxiliar 24 comprende un depósito auxiliar 240, en el que se proporciona un pistón auxiliar móvil 242. El depósito auxiliar 240 contiene gas y líquido hidráulico. El pistón auxiliar 242 separa el gas y el líquido hidráulico. Una primera parte del depósito auxiliar 240 en un primer lado del pistón auxiliar 242 contiene el líquido hidráulico y se acopla al primer extremo del cilindro principal 20. Por tanto, el líquido hidráulico está en comunicación de fluidos con el cilindro principal 20.

Una segunda parte del depósito auxiliar 240 en un segundo lado del pistón auxiliar 242 contiene el gas (por ejemplo, nitrógeno). Aparte de las fuerzas de presión ejercidas por el líquido hidráulico y el gas, el pistón auxiliar 242 puede moverse libremente en el depósito auxiliar 240, de modo que la presión en la primera y la segunda parte se igualará. En algunas modalidades, el pistón auxiliar 242 puede omitirse, por ejemplo, cuando se asegura que el espacio ocupado por el gas permanece por encima de la conexión al cilindro principal 20.

Debido a que el depósito auxiliar 240 y el cilindro principal 20 están en comunicación de fluidos, la presión hidráulica en ambos es igual y será mayor o igual que la presión en el depósito principal 260. Se igualan las presiones del líquido hidráulico en el cilindro hidráulico y el depósito auxiliar. Opcionalmente, una o más válvulas (no mostradas) pueden ubicarse en la conexión de fluido entre el depósito auxiliar 240 y el cilindro principal 20, pero en esta modalidad estas válvulas están abiertas durante el uso y no se cierran automáticamente bajo las presiones del cilindro principal 20 en el rango de presión permitido por la parte de protección contra sobrepresión 26.

El depósito auxiliar 240 es un depósito cerrado en el sentido de que normalmente mantiene el gas y el líquido hidráulico bajo presión excepto por los efectos de la conexión al cilindro principal 20. Como el depósito principal 260, el depósito auxiliar 240 tiene una característica de presión predeterminada, pero la característica de presión del depósito auxiliar 240 difiere de la del depósito principal 260, en el sentido de que la presión en el depósito principal 260 cambia menos que la presión en el depósito auxiliar 240 con cambios iguales de volumen del líquido hidráulico en los respectivos depósitos (teóricamente cuando las temperaturas son iguales, pero en la práctica para cualquier temperatura práctica).

Como se señaló, las características de presión de los depósitos son el resultado de la variación de la presión del gas en los depósitos 240, 260. Un cambio de presión dP en respuesta a un pequeño cambio de volumen dV es $dP = c \cdot dV$, en donde c es una constante de proporcionalidad. Según la ley de los gases ideales, c es proporcional a la masa M del gas en el depósito dividida por el cuadrado de su volumen V . Por lo tanto, las diferentes características deseadas pueden realizarse con $M/(V \cdot V)$ para el depósito principal 260 es menor que para el depósito auxiliar 240 en su volumen inicial sin una fuerza sobre el cable de amarre.

La combinación de la cantidad de gas en el depósito auxiliar 240 y el volumen del depósito auxiliar 240 se selecciona de modo que la presión del gas se vea afectada significativamente por los cambios de la cantidad de líquido hidráulico que se producen durante el funcionamiento. Por ejemplo, la combinación puede seleccionarse al menos para duplicar la presión del gas con una carrera completa del pistón principal 22.

En la modalidad ilustrada, el cilindro principal 20 y el depósito auxiliar 240 se acoplan directamente durante el uso, sin válvulas que funcionen como la válvula de sobrepresión 262 y la válvula unidireccional 264, y preferentemente sin válvulas intermedias que se abran o cierren automáticamente en dependencia de la presión. Por tanto, el depósito auxiliar 240 no da lugar a una histéresis como la parte de protección contra sobrepresión.

La Figura 3c muestra una ilustración de la fuerza ejercida por el dispositivo de sujeción de cables en función de la posición del pistón principal. La Figura 3c puede compararse con la Figura 3a. Al igual que la Figura 3a, muestra el primer y el

segundo nivel 32, 36 correspondientes al funcionamiento en una fase de desenrollado y enrollado. A diferencia de la Figura 3a, muestra variaciones proporcionales 30, 34 en las fases intermedias.

La Figura 3c muestra un gráfico de fuerza F y carrera X (posición) del pistón principal 22 durante un ciclo de fuerza. En el ciclo, por ejemplo, mientras el barco sube por el oleaje, surge una fuerza creciente. Inicialmente, el pistón principal 22 se mueve en una primera dirección como un resultado de esta fuerza mientras produce una fuerza de reacción en aumento determinada por la compresión del gas por el pistón auxiliar 242 en el depósito auxiliar 240. Debido al efecto del pistón auxiliar 242, la fuerza de reacción aumenta en función 30 del desplazamiento del pistón principal 22 en la primera dirección.

Cuando las fuerzas alcanzan un umbral predeterminado, la válvula de sobrepresión 262 se abre con el resultado de que el pistón principal 22 se mueve con una fuerza de reacción sustancialmente constante, lo que da como resultado el movimiento del pistón en un primer nivel de fuerza 32. Esto puede continuar hasta que la fuerza disminuya o hasta que el movimiento del pistón alcance un tope definido, por ejemplo, por una brida hacia adentro del cilindro principal 20. Aunque se muestra un primer nivel de fuerza constante 32, debe tenerse en cuenta que, de hecho, la fuerza puede aumentar ligeramente con el aumento de la presión del gas en el depósito principal 260 debido a la compresión, pero este efecto puede mantenerse por debajo del tamaño deseado al usar un depósito principal 260 suficientemente grande.

Cuando, más tarde, la fuerza ejercida sobre el cable de amarre disminuye, la válvula de sobrepresión 262 se cierra. Debido al efecto del pistón auxiliar 242, la fuerza se convierte en una función 39b del desplazamiento del pistón principal 22 en la primera dirección que es similar a la función 30 antes de que la fuerza excediera el umbral, pero en posiciones desplazadas.

Si la fuerza disminuye a un nivel correspondiente a la presión asociada con la apertura de la válvula unidireccional 264 (por ejemplo, presión cero), la válvula unidireccional 264 permite que el pistón auxiliar 244 retroceda a una fuerza de reacción sustancialmente constante (por ejemplo, cero). Esto da como resultado el movimiento del pistón a un segundo nivel de fuerza 36, que de hecho puede variar ligeramente como el primer nivel de fuerza 32.

Cuando la fuerza aumenta desde el segundo nivel de fuerza, el amortiguador auxiliar 24 entra en acción para producir una fuerza 38 en función del desplazamiento del pistón principal 22 en la primera dirección, similar a la función 30 antes de que la fuerza excediera el umbral, pero en posiciones desplazadas. Puede observarse que, en el ciclo resultante, la presión en el depósito principal 260 permanece sustancialmente constante, mientras que la presión en el depósito auxiliar 240 aumenta y disminuye con la fuerza.

Cuando un barco está amarrado con un primer y un segundo dispositivo de sujeción de cables acoplados al barco de modo que el primer y el segundo dispositivo de sujeción de cables funcionan en direcciones opuestas, por ejemplo, porque el primer y el segundo dispositivo de sujeción de cables se acoplan a extremos opuestos del barco, tanto el primer como el segundo dispositivo de sujeción de cables pueden ser del tipo que se muestra en la Figura 4.

La Figura 3d muestra gráficos de fuerzas en función de la posición de un barco, donde las fuerzas son fuerzas ejercidas por dos dispositivos de sujeción de cables, cuando los dos dispositivos de sujeción de cables actúan en dirección opuesta al mismo barco. En este caso, las fuerzas trazadas actúan en direcciones opuestas. La posición del barco puede situarse a lo largo del muelle en el caso de movimiento del barco a lo largo del muelle, o ángulo de rotación si el barco gira ligeramente alrededor de un eje vertical en el plano del muelle.

Cuando surgen fuerzas externas, la posición del barco puede cambiar. En principio, la posición resultante del barco corresponde a una posición donde una de las curvas se cruza después de que una de las curvas se ha desplazado verticalmente con relación a la otra por la cantidad neta de fuerza externa. Esto conduce a una posición del barco menos variable que en el ejemplo ilustrado con la Figura 3b.

Si la fuerza externa en el barco hace que el barco se mueva y eventualmente hace que uno de los dispositivos de sujeción de cables entre en la fase de enrollado, el otro dispositivo de sujeción de cables ejercerá una fuerza en aumento sobre su cable de amarre, contrarrestando el movimiento del barco.

Modalidad con aumento de presión

La Figura 5 muestra una modalidad del dispositivo de sujeción de cables que proporciona una acción más concertada de una pluralidad de dispositivos de sujeción de cables. Los mismos números de referencia que en la Figura 2 indican los mismos componentes. Se ha añadido una válvula auxiliar 40 controlable electrónicamente en el canal de líquido hidráulico 41 entre el cilindro principal 20 y el depósito auxiliar 240 del amortiguador auxiliar 24. Además, el dispositivo de sujeción de cables comprende una unidad de control 46 acoplada a una entrada de control de la válvula auxiliar 40. A manera de ejemplo, se muestra que el dispositivo de sujeción de cables comprende un sensor 42, la unidad de control 46 que se acopla a las salidas de los sensores 42, 43. Además, la unidad de control 46 comprende un dispositivo de comunicación electrónica 44 (a modo de ilustración, el dispositivo de comunicación electrónica 44 se muestra conectado a la unidad de control 46, pero puede ser parte de la misma unidad que otros componentes de la unidad de control 46). El dispositivo de

comunicación electrónica 44 puede ser un transceptor inalámbrico, tal como un transceptor WIFI, un receptor UMTS o un dispositivo para comunicarse mediante una conexión por cable entre diferentes dispositivos de sujeción de cables.

5 Cuando un barco está amarrado con un primer y un segundo dispositivo de sujeción de cables acoplados al barco de modo que el primer y el segundo dispositivo de sujeción de cables funcionan en direcciones opuestas, por ejemplo, porque el primer y el segundo dispositivo de sujeción de cables se acoplan a extremos opuestos del barco, tanto el primer como el segundo dispositivo de sujeción de cables pueden ser del tipo que se muestra en la Figura 5.

10 La unidad de control 46 se configura para controlar el cierre y la apertura de la válvula auxiliar 40. La ubicación de la válvula auxiliar 40 en el canal de líquido hidráulico 41 significa que cerrar la válvula auxiliar 40 tiene el efecto de desconectar el amortiguador auxiliar 24 de la presión hidráulica en el cilindro principal 20. Por tanto, la válvula auxiliar 40 se usa para proporcionar comunicación de presión controlable entre el depósito auxiliar 240 y el cilindro principal. Puede usarse cualquier válvula auxiliar 40 de ubicación que proporcione tal comunicación de presión.

15 La unidad de control 46 se configura para cerrar la válvula auxiliar 40 cuando la presión en el cilindro principal 20 es relativamente alta (por ejemplo, al nivel correspondiente al primer nivel de fuerza 32), de modo que esta presión relativamente alta se conservará en el depósito auxiliar 240 incluso cuando la presión en el cilindro principal 20 disminuye. La unidad de control 46 se configura para volver a abrir la válvula auxiliar 40 en un momento posterior, cuando una fuerza externa provoca el movimiento del barco amarrado en una dirección que es contrarrestada por el dispositivo de sujeción de cables. Por tanto, se proporciona una fuerza aumentada en ese momento, preferentemente antes de entrar en la fase de desenrollado, lo que reduce el movimiento.

20 La Figura 3e muestra un ejemplo de tal fuerza aumentada. En este ejemplo, la válvula auxiliar 40 está todavía cerrada después de la fase de enrollado 36, de modo que la respuesta a los cambios de fuerza da como resultado un cambio de posición pequeño o nulo, como se indica en la parte 300 de la curva de respuesta. La apertura de la válvula auxiliar 40 provoca una fuerza extra que da como resultado un enrollado adicional como se indica en la parte 302 de la curva de respuesta, después de lo cual la respuesta a los cambios de fuerza se vuelve similar a la de la Figura 3c. Con mayor fuerza, el cable de amarre se desenrollará y, con menor fuerza, se enrollará, como lo indica la línea discontinua. Se debe señalar que la pendiente de posición-fuerza ilustrada usada para mostrar la parte de respuesta 30 después de abrir la válvula auxiliar 40 se ha seleccionado con el propósito de ilustración solamente. En la práctica, por ejemplo, puede ser mucho más empinada.

25 La unidad de control 46 puede configurarse para usar cualquiera de varias formas de activar el cierre de la válvula auxiliar 40. A manera de ejemplo, la unidad de control 46 puede usar un sensor de presión 43 acoplado al cilindro principal 20, o al depósito auxiliar 240, o al canal de líquido hidráulico 41 para detectar cuando la presión supera un umbral y activar el cierre cuando se supera el umbral. Alternativamente, puede usarse un dispositivo de disparo mecánico que puede considerarse parte de la unidad de control 46 que cierra la válvula auxiliar 40 cuando la presión excede el umbral. Como otra alternativa, la unidad de control 46 puede acoplarse a un sensor de posición 32 configurado para medir la posición del pistón principal y la unidad de control 46 puede configurarse para controlar el cierre de la válvula auxiliar 40 en dependencia de la posición medida.

30 De manera similar, puede usarse cualquiera de las diversas formas de detectar el movimiento del barco para activar la reapertura de la válvula auxiliar 40. En una modalidad, la unidad de control 46 puede configurarse para recibir información a través del dispositivo de comunicación 44 y para controlar la reapertura con base en esa información. La unidad de control 46 puede configurarse para leer la posición del pistón y/o la información de detección de movimiento del sensor 42 y transmitir información derivada a través del dispositivo de comunicación 44 a la unidad de control de otro dispositivo de sujeción de cables para permitir que la unidad de control controle la reapertura.

35 Por ejemplo, si la información de detección indica que el pistón se está moviendo en una dirección y a una velocidad que indica que el dispositivo de sujeción de cables está en la fase de enrollado, la unidad de control 46 de ese dispositivo de sujeción de cables puede transmitir información derivada que indica esto al dispositivo de sujeción de cables que se acopla al extremo opuesto del barco, y la unidad de control 46 del último dispositivo de sujeción de cables puede usar esta información transmitida para controlar la reapertura de la válvula auxiliar 40 en el último dispositivo de sujeción de cables. En otro ejemplo, puede usarse un sensor externo para medir la posición o el movimiento del barco para transmitir la información a la unidad de control 46 para controlar la reapertura de la válvula auxiliar 40.

40 Se debe señalar que, si falla la comunicación y/o falla la unidad de control 46, el dispositivo aún proporciona un amarre seguro, mediante el uso de la parte de protección contra sobrepresión 26, el pistón principal 22 y el cilindro principal 20. En este caso de falla, solo se pierde la función de reducir el movimiento repetido de la posición estable.

45 La unidad de control 46 puede comprender un circuito lógico (programado o cableado) que se configura para que la unidad de control 46 realice la función descrita, o un ordenador con una memoria de programa con un programa que sirve para configurar la unidad de control 46 para que lo haga. Esta selección puede decidirse por la unidad de control 46 del dispositivo en donde la válvula auxiliar 40 se cierra y se abre con base en los datos del sensor recibidos desde el otro dispositivo de sujeción de cables a través del dispositivo de comunicación electrónica 44. Pero, alternativamente, al menos parte de estas selecciones pueden decidirse por la unidad de control del otro dispositivo de sujeción de cables, o por una

unidad de control central fuera de ambos dispositivos, y comunicadas mediante comandos para abrir y/o cerrar. En los dos últimos casos, puede ser suficiente que la unidad de control 46 sea capaz de ejecutar comandos recibidos desde el dispositivo de comunicación electrónica 44 para cerrar y/o abrir la válvula auxiliar 40.

5 Modalidades de umbral del amortiguador auxiliar

10 La Figura 6 muestra otra modalidad del dispositivo de sujeción de cables en donde el depósito auxiliar 240 y el cilindro principal 20 se acoplan mediante una segunda válvula unidireccional 48 y una segunda válvula de sobrepresión 47 en paralelo como en la parte de protección contra sobrepresión 26. El depósito auxiliar 240 tiene una característica de presión que difiere de la característica de presión del depósito principal 260, en el sentido de que la presión en el depósito principal 260 cambia menos que la presión en el depósito auxiliar 240 con cambios iguales de volumen del líquido hidráulico en los respectivos depósitos. Preferentemente, el depósito auxiliar 240 tiene un volumen menor que el depósito principal 260. En una modalidad, la segunda válvula de sobrepresión 47 puede ajustarse para abrirse a una sobrepresión que sea menor que la sobrepresión a la que la válvula de sobrepresión 262 de la parte de protección contra sobrepresión 26 está ajustada para abrirse.

15 Básicamente, el depósito auxiliar 240 y el depósito principal 260 de esta modalidad actúan de manera similar, excepto que la presión en el depósito auxiliar 240 aumenta más fuertemente que en el depósito principal 260 en respuesta a la entrada de líquido hidráulico.

20 El diagrama de posición-fuerza resultante se muestra en la Figura 3f. Se añade una fase proporcional 39a, que comienza con un nivel de fuerza superior al correspondiente a la sobrepresión de la segunda válvula de sobrepresión 47 y finaliza en el primer nivel de fuerza 32 definido por el depósito principal. En la fase proporcional 39a, la fuerza aumenta en proporción al cambio de posición. Esto conduce a una posición menos variable del barco. La pendiente de posición-fuerza que se muestra en la Figura 3f se selecciona con el propósito de ilustrar en lugar de como una pendiente representativa.

25 Opcionalmente, como se muestra en la Figura 6, se pueden proporcionar una unidad de control, uno o más sensores y una válvula auxiliar 40 controlada electrónicamente de manera similar a la de la modalidad de la Figura 5, la válvula auxiliar 40 que se conecta en serie con una segunda válvula unidireccional 48. Esto hace posible conservar la presión adicional acumulada en el depósito auxiliar 240 cuando la fuerza disminuye al segundo nivel de fuerza 36 y usar esta presión adicional para aumentar la presión antes de entrar en la fase de desenrollado, como en la modalidad de la Figura 5, que reduce el movimiento. En comparación con la Figura 5, el uso de la segunda válvula de sobrepresión 47 para llenar el depósito auxiliar 240 tiene el efecto de que puede proporcionarse una respuesta de posición-fuerza más rígida cuando el dispositivo de sujeción de cables está en la fase intermedia.

30 Se debe señalar que, si falla la comunicación y/o falla la unidad de control 46, el dispositivo aún proporciona un amarre seguro, mediante el uso de la parte de protección contra sobrepresión 26, el pistón principal 22 y el cilindro principal 20. En este caso de falla, solo se pierde la función de reducir el movimiento repetido de la posición estable. La válvula unidireccional 48 puede omitirse, porque su función puede ser realizada por la válvula auxiliar 40, opcionalmente bajo el control de la unidad de control 46. Si la válvula auxiliar 40 permanece cerrada o abierta, el dispositivo de sujeción de cables funciona esencialmente como un dispositivo sin amortiguador auxiliar o como el dispositivo de la Figura 4. La válvula unidireccional 48 sirve para prevenir esto último si falla la unidad de control 46, que asegura un modo a prueba de fallos bien definido.

35 En otra modalidad, la válvula auxiliar 40 puede acoplarse en serie con la válvula de retorno 264. De esta manera puede lograrse una característica de fuerza de presión comparable. En esta modalidad, el depósito auxiliar podría omitirse cuando no se use la característica de respuesta de presión-volumen del depósito auxiliar. Sin embargo, el uso del depósito auxiliar tiene la ventaja de que el funcionamiento del depósito principal no se ve afectado.

40 50 Generación de energía eléctrica

La Figura 7 muestra una modalidad en donde el amortiguador auxiliar se usa para generar energía eléctrica, que puede usarse para alimentar la unidad de control 46 y el dispositivo de comunicación 44. Para este propósito, se proporciona un generador eléctrico accionado por fluido 70, un circuito de la batería de almacenamiento 72 y un canal de flujo de fluido hidráulico entre el depósito auxiliar 240 y el cilindro principal 20, en paralelo con la segunda válvula de sobrepresión 47, el canal de flujo de fluido hidráulico que comprende un generador eléctrico accionado por fluido 70. El canal de flujo de fluido sirve como derivación de fugas en paralelo con los canales de flujo de fluido que contienen las válvulas. Una salida del generador eléctrico accionado por fluido 70 se acopla al circuito de la batería de almacenamiento 72. El circuito de la batería de almacenamiento 72 comprende una batería recargable y puede comprender un circuito de control de almacenamiento convencional y/o un circuito de control de tensión de salida (no mostrado). Una salida del circuito de la batería de almacenamiento 72 se acopla a una entrada de energía de la unidad de control 46. El generador eléctrico accionado por fluido 70 puede comprender un limitador de corriente de fluido, o puede colocarse un limitador de corriente de fluido en serie con él, de modo que el depósito auxiliar 240 sólo perderá presión lentamente debido al flujo de líquido hidráulico a través del generador eléctrico accionado por fluido 70.

65

5 En funcionamiento, cuando el líquido hidráulico en el depósito auxiliar 240 está a una presión más alta que el líquido en el cilindro principal 20, la diferencia de presión acciona el generador eléctrico accionado por fluido 70 para generar energía eléctrica, que se almacena en el circuito de la batería de almacenamiento 72. La corriente de fuga disminuye ligeramente el área del bucle de posición-fuerza a través del cual circula el dispositivo de sujeción de cables (véase la Figura 3a), y que representa la energía generada por el movimiento del barco y absorbida por el líquido hidráulico.

10 La Figura 8 muestra una modalidad en donde se añaden una válvula unidireccional 74 y un depósito auxiliar adicional 76 distinto del depósito auxiliar 240. El depósito auxiliar adicional 76 se usa para generar energía. El depósito auxiliar 240 se conecta como en la modalidad de la Figura 6. La válvula unidireccional 74 se acopla entre el depósito auxiliar 240 y el depósito auxiliar adicional 76. El generador eléctrico accionado por fluido 70 se acopla entre el depósito auxiliar adicional 76 y el cilindro principal 20. La válvula unidireccional 74 se configura para hacer pasar líquido hidráulico desde el depósito auxiliar 240 y el depósito auxiliar adicional 76 cuando la presión del líquido hidráulico en el último es menor que en el primero. De esta manera, puede asegurarse que el fluido bajo presión suficiente para el aumento de presión esté siempre disponible en el depósito auxiliar 240.

15 Se debe señalar que una construcción con un depósito auxiliar adicional 76 y un generador eléctrico accionado por fluido 70 en combinación con una válvula que permite que la presión del líquido hidráulico se acumule con el líquido hidráulico del cilindro principal 20, pero que no se libere excepto a través del generador eléctrico accionado por fluido 70 puede usarse en cualquiera de las modalidades descritas. En otras modalidades, uno o más de los depósitos que ya están presentes para otros fines pueden usarse en lugar de un depósito auxiliar adicional 76 para la generación de energía. En modalidades, el flujo de líquido hidráulico desde el cilindro principal 20 al depósito auxiliar 240 puede usarse para accionar un generador de energía eléctrica. Como se señaló, en algunas modalidades el depósito auxiliar podría omitirse cuando no se usa la característica de respuesta de presión-volumen del depósito auxiliar, los elementos adicionales que se acoplan al depósito auxiliar 240 se acoplan al depósito principal 260 en su lugar. El uso del depósito auxiliar tiene la ventaja de que el funcionamiento del depósito principal no se ve afectado.

20 Aunque se muestran varias válvulas en las modalidades del dispositivo de sujeción de cables, se debe señalar que pueden estar presentes más válvulas en el dispositivo de sujeción de cables. Por ejemplo, pueden estar presentes válvulas accionables manualmente para cerrar o abrir partes seleccionables del circuito hidráulico, o válvulas unidireccionales adicionales para evitar la posibilidad de flujos de corriente que no contribuyan al funcionamiento deseado. Aunque se muestra que todos los componentes del circuito de líquido hidráulico están conectados al cilindro principal a través de una sola conexión, se debe señalar que pueden estar conectados a través de diferentes conexiones. Pueden estar presentes otros actuadores de control, tales como actuadores de ajuste de sobrepresión para permitir que la unidad de control controle los umbrales de sobrepresión en los que se abre una o más de las válvulas de sobrepresión. De manera similar, pueden estar presentes otros sensores de presión, por ejemplo, para monitorear las presiones en los diferentes depósitos de líquido hidráulico. La función de varias válvulas puede implementarse mediante el uso del control por la unidad de control, en dependencia de la entrada del sensor.

35 Aunque se han mostrado modalidades en donde la fuerza de tracción del cable de amarre actúa para empujar el pistón principal del cilindro principal contra la presión definida por el circuito hidráulico, se debe señalar que, en cambio, puede usarse un mecanismo de transmisión para convertir la fuerza de tracción desde el cable de amarre a una fuerza que actúa para empujar el pistón principal hacia el cilindro principal, contra la presión definida por el circuito hidráulico. En este caso, el circuito hidráulico debe conectarse al otro extremo del cilindro principal que el que se muestra en las figuras.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de amarre hidráulico que comprende al menos dos dispositivos de sujeción de cables de amarre hidráulicos (14a, b), ubicados en un muelle para ejercer fuerzas de tracción con componentes de dirección opuesta a lo largo de la dirección del muelle sobre cables de amarre conectados a un mismo barco (10), en donde cada uno de los dispositivos de sujeción de cables de amarre hidráulicos (14a, b), comprende
 5 - un cilindro hidráulico (20), un pistón (22) en dicho cilindro hidráulico, y conexiones a dicho cilindro hidráulico (10) y dicho pistón (22) para conectar el dispositivo (14a, b) en una conexión de cable de amarre entre el barco (10) y un punto de amarre,
 10 - una parte de protección contra sobrepresión (26) acoplada a un primer extremo del cilindro hidráulico (20) en la que se acumulará presión hidráulica cuando el cable de amarre conectado al dispositivo de sujeción de cables de amarre hidráulico (14a,b) se ponga bajo tensión, la parte de protección contra sobrepresión (26) que comprende un depósito principal (260) que contiene gas y líquido hidráulico, la parte de protección contra sobrepresión (26) que comprende una válvula de sobrepresión (262) y una válvula unidireccional (264), acopladas en paralelo entre sí entre el cilindro hidráulico (20) y el depósito principal (260), la válvula de sobrepresión (262) configurada para pasar líquido hidráulico desde el cilindro hidráulico (20) al depósito principal (260) cuando una diferencia entre una primera presión en el cilindro (20) y una segunda presión en el depósito principal (262) excede un primer valor umbral, la válvula unidireccional (264) configurada para pasar líquido hidráulico desde el depósito principal (262) al cilindro hidráulico (20) cuando la diferencia disminuye por debajo de un segundo valor umbral, menor que el primer valor umbral;
 15 - un depósito auxiliar (24) acoplado a dicho primer extremo del cilindro hidráulico (20), el depósito auxiliar que contiene gas y líquido hidráulico, el depósito principal (260) que tiene una primera característica de cambio de presión-volumen que difiere de una segunda característica de cambio de presión-volumen del depósito auxiliar (24), en el sentido de que la presión en el depósito principal (262) cambia menos que la presión en el depósito auxiliar (24) para intercambios iguales de volumen del líquido hidráulico del cilindro hidráulico (20).
 20
2. Un sistema de amarre hidráulico de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende
 - una válvula controlable (40) acoplada entre el depósito auxiliar (24) y el cilindro hidráulico (20) y configurada, cuando se abre, para permitir la comunicación de presión hidráulica entre el depósito auxiliar (24) y el cilindro hidráulico (20) y, cuando se cierra, para evitar la comunicación de presión hidráulica;
 25 - una unidad de control (46), que comprende una entrada para recibir una señal de sensor y/o señales de comando, una salida acoplada a una entrada de control de la válvula controlable (40), la unidad de control que se configura para controlar la apertura y el cierre de la válvula controlable (40) en dependencia de la señal del sensor y/o señales de comando.
 30
3. Un sistema de amarre hidráulico de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que comprende una válvula de sobrepresión adicional (47) acoplada entre el cilindro hidráulico (20) y el depósito auxiliar (24), la válvula de sobrepresión adicional configurada para hacer pasar líquido hidráulico desde el cilindro hidráulico (20) al depósito auxiliar (24) cuando una diferencia entre una primera presión en el depósito principal (260) y una tercera presión en el depósito auxiliar (24) supera un tercer valor umbral, el tercer valor umbral que se encuentra entre el primer y el segundo valor umbral.
 35
4. Un sistema de amarre hidráulico de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende una conexión de fluido entre el depósito auxiliar (24) y el cilindro hidráulico (20), configurada para igualar las presiones de líquido hidráulico en el cilindro hidráulico (20) y el depósito auxiliar (24) al menos a todas las presiones a las que la válvula de sobrepresión (262) permanece cerrada.
 40
- 45
5. Un sistema de amarre hidráulico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un generador de energía eléctrica accionado por flujo de fluido (70) en un canal de flujo de fluido entre el cilindro hidráulico (20) y el depósito auxiliar (24).
 50
6. Un sistema de amarre hidráulico de acuerdo con la reivindicación 2, en donde la unidad de control (46) comprende un dispositivo de comunicación (44) para recibir información y/o comandos de otro dispositivo de sujeción de cables de amarre hidráulico (14a, b) o una unidad central, y en donde la unidad de control se configura (46) para controlar la apertura de la válvula controlable (40) en dependencia de la información y/o comandos.
 55
7. Un sistema de amarre hidráulico de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende
 - un sensor de posición y/o movimiento (42) configurado para medir una posición y/o movimiento del pistón con relación al cilindro hidráulico, en donde
 60 - la unidad de control (46) se configura para transmitir información o un comando derivado del sensor de posición y/o movimiento (42) a través del dispositivo de comunicación (44) al dispositivo de sujeción de cables de amarre hidráulico adicional (14a, b) o a la unidad central, para su uso para controlar el dispositivo de sujeción de cables de amarre hidráulico adicional (14a, b).
 65
8. Un método para sujetar un barco amarrado (10), mediante el uso de un primer y un segundo dispositivo de sujeción de cables (14a, b), cada uno de los cuales comprende un cilindro hidráulico (20) y un pistón (22) en el cilindro

hidráulico (20), un depósito principal (260) y un depósito auxiliar (24) que contiene líquido hidráulico y gas, el depósito principal (260) y un depósito auxiliar (24) que se acoplan a un primer extremo del cilindro hidráulico (20) el método que comprende

- 5 - acoplar un primer y un segundo cable de amarre (16a, b) desde el barco (10) a un muelle, a través del pistón (22) y el cilindro hidráulico (20) del primer y el segundo dispositivo de sujeción de cables de amarre hidráulico (14a, b) respectivamente, el primer y el segundo cable de amarre (16a, b) que ejercen fuerzas sobre el barco (10) con componentes de dirección opuesta a lo largo de la dirección del muelle;
 - 10 - liberar fluido hidráulico desde el cilindro hidráulico (20) al depósito principal (260) en el primer y el segundo dispositivo de sujeción de cables (14a, b) respectivamente, cuando se produce una fuerza sobre el primer o segundo cable de amarre (16a, b), que hace que la presión hidráulica se acumule en el primer extremo del cilindro hidráulico del primer o segundo dispositivo de sujeción de cables (14a, b) respectivamente, excede un primer umbral respectivamente;
 - 15 - devolver el líquido hidráulico del depósito principal (260) al cilindro hidráulico (20) en el primer y el segundo dispositivo de sujeción de cables (14a, b) respectivamente, cuando la presión hidráulica en el depósito principal (260) es superior a un segundo umbral por debajo de un umbral en el primer y el segundo dispositivo de sujeción de cables (14a, b) respectivamente,
 - 20 - proporcionar fluido de comunicación de presión hidráulica entre el cilindro hidráulico (20) y el depósito auxiliar (24) en el primer y el segundo dispositivo de sujeción de cables (14a, b) respectivamente, durante una fase en donde no se libera ni se devuelve fluido hidráulico al cilindro hidráulico (20) por el depósito principal (260) en el primer y el segundo dispositivo de sujeción de cables (14a, b) respectivamente.
9. Un método de acuerdo con la reivindicación 8, en donde la comunicación de presión hidráulica se activa selectivamente en el primer y el segundo dispositivo de sujeción de cables (14a, b) respectivamente en respuesta a la detección de que el segundo y el primer dispositivo de sujeción de cables (14a, b) enrollan el segundo o el primer cable de amarre (16a, b).
10. Un método de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, en donde el fluido hidráulico se transfiere desde el cilindro hidráulico (20) al depósito auxiliar (24) en el primer y el segundo dispositivo de sujeción de cables (14a, b) cuando la presión del fluido hidráulico en el cilindro (20) excede la presión en el depósito auxiliar (24) en un tercer umbral.
11. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, que comprende accionar un generador de energía eléctrica mediante una diferencia de presión de líquido hidráulico entre el depósito auxiliar (24) y el cilindro hidráulico (20) en el primer y el segundo dispositivo de sujeción de cables (14a, b).

Fig.1

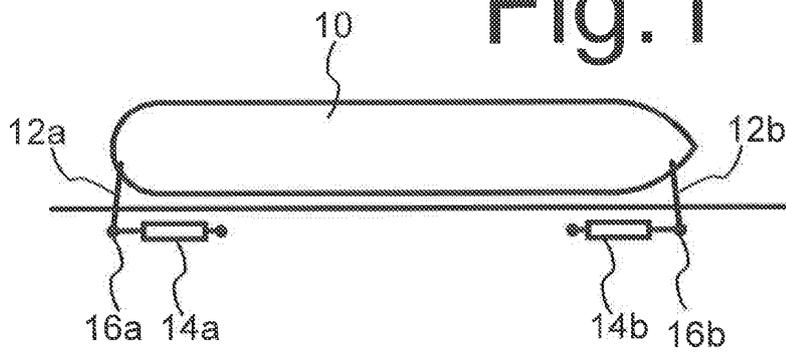


Fig.2

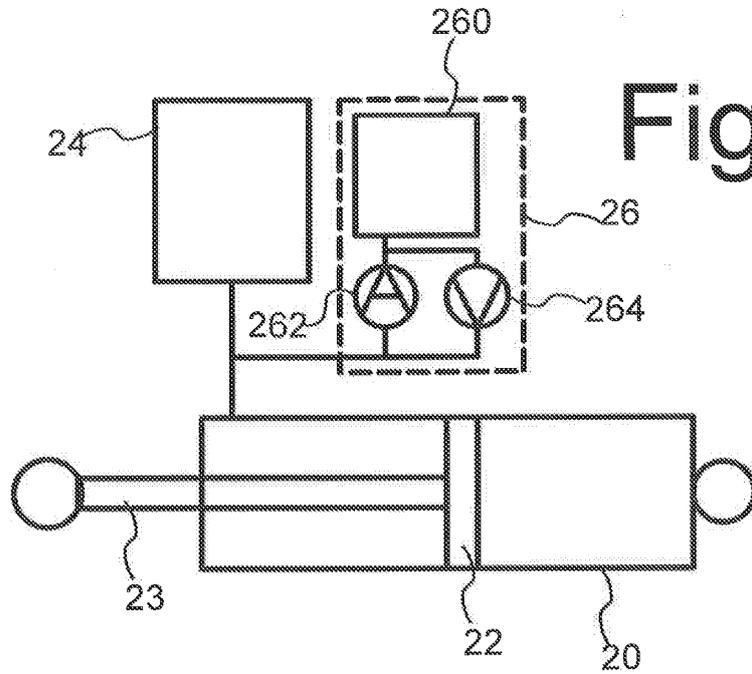
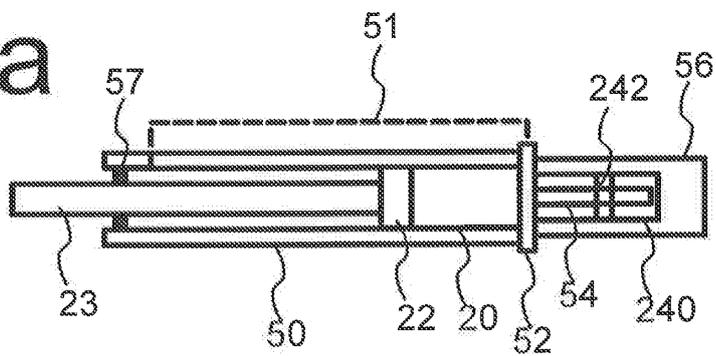


Fig.2a



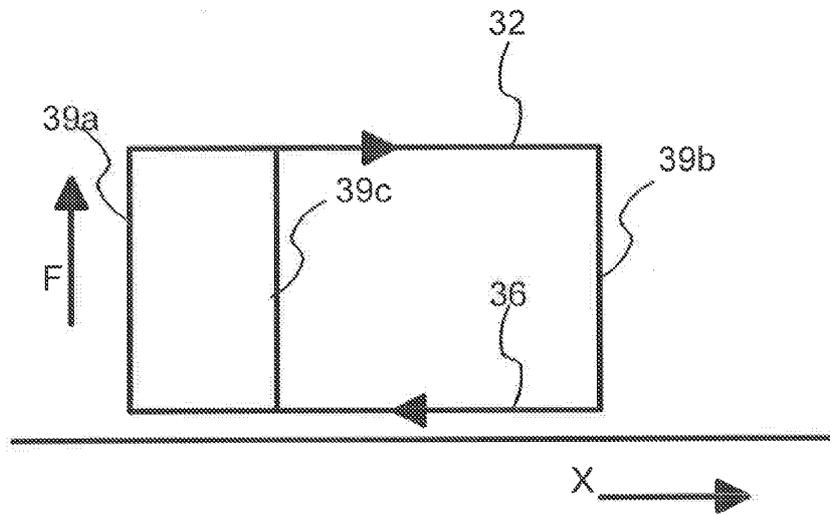


Fig. 3a

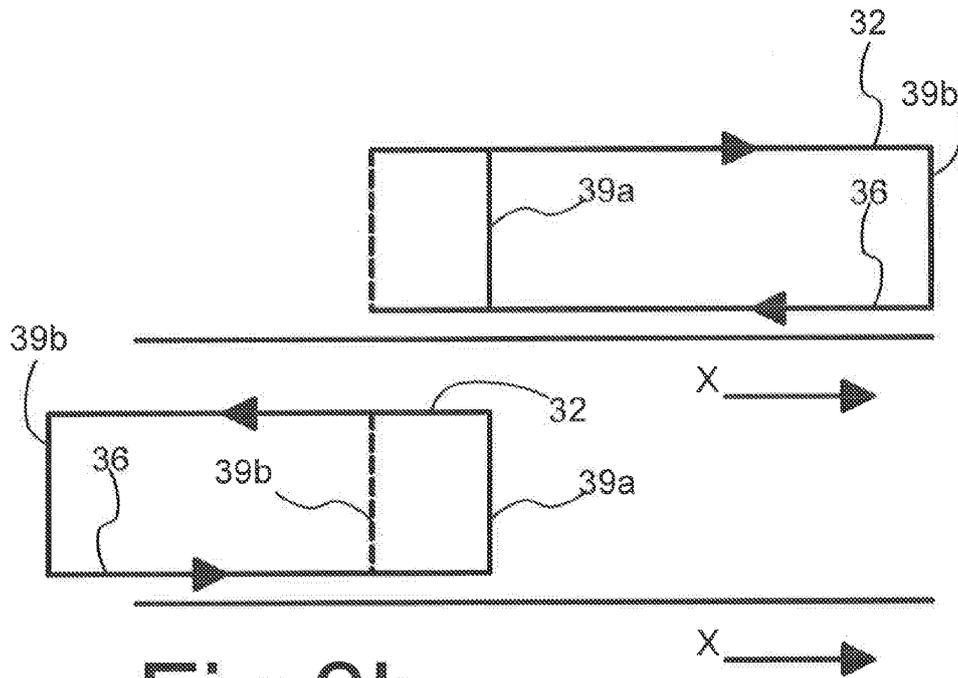


Fig. 3b

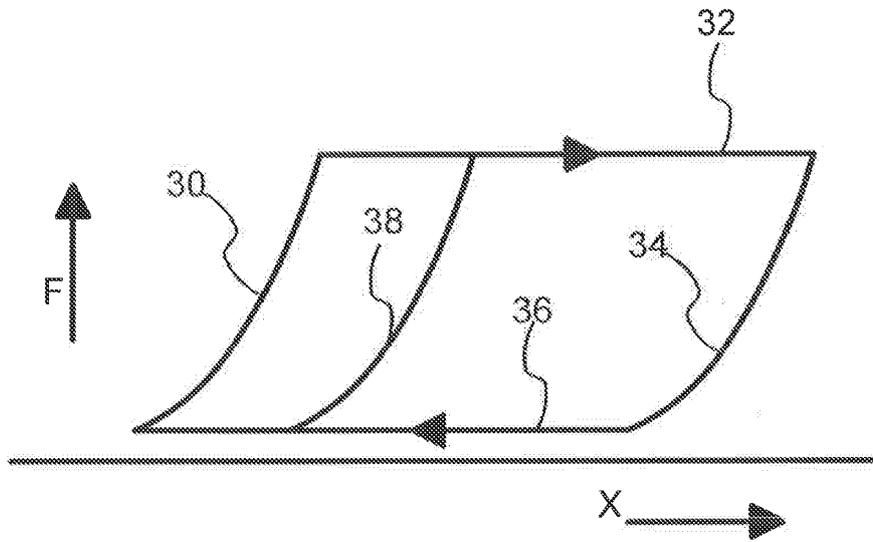


Fig. 3c

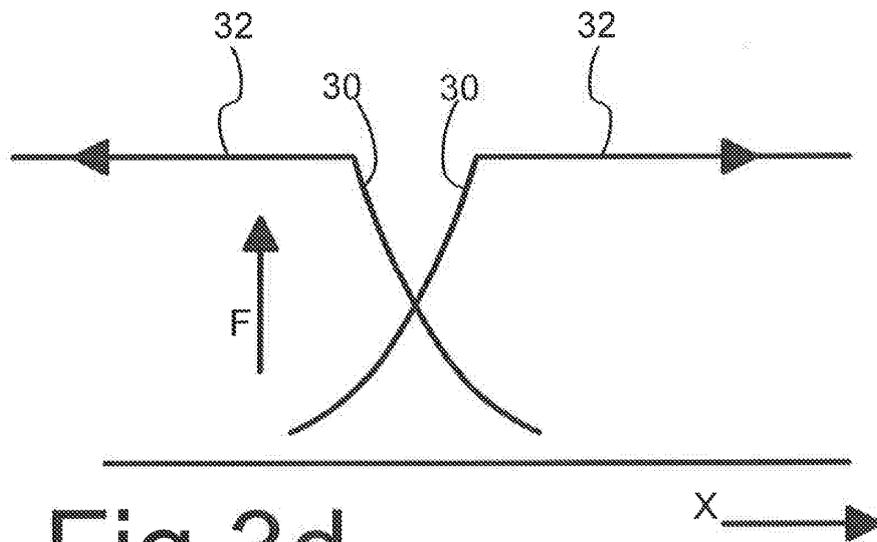


Fig. 3d

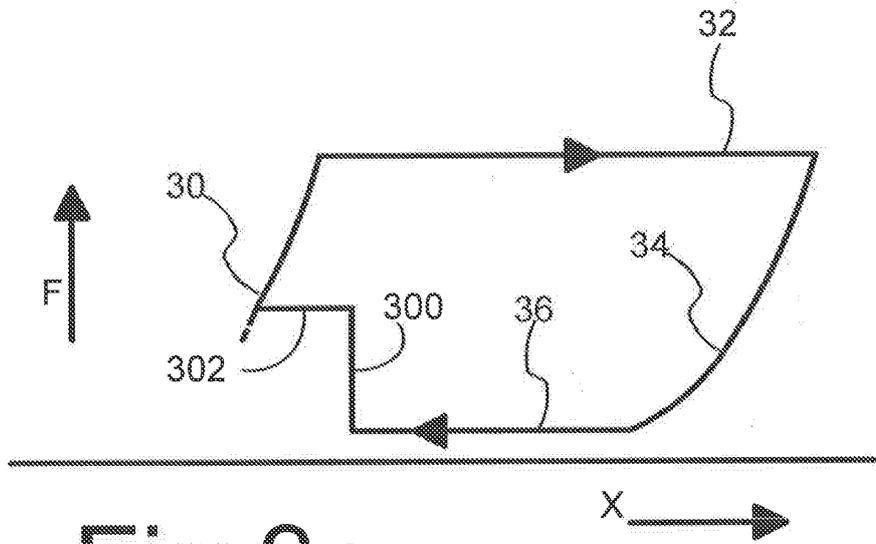


Fig.3e

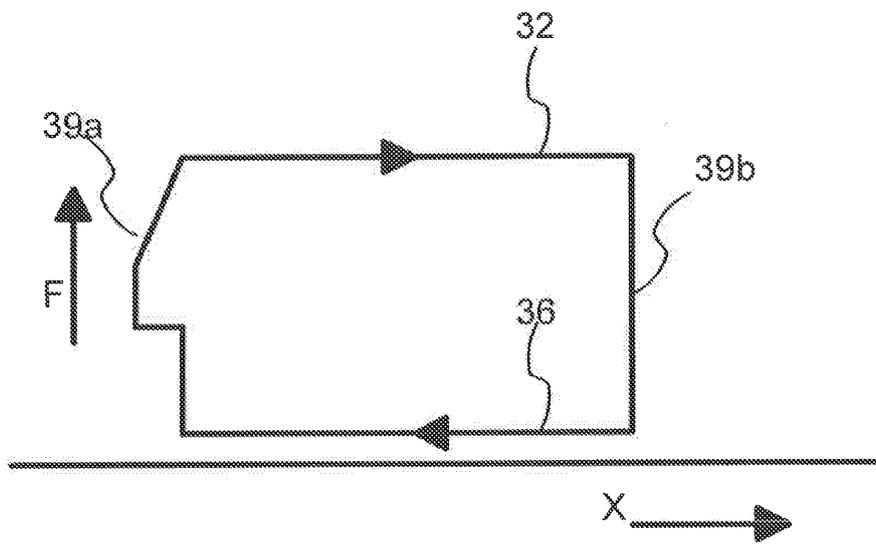
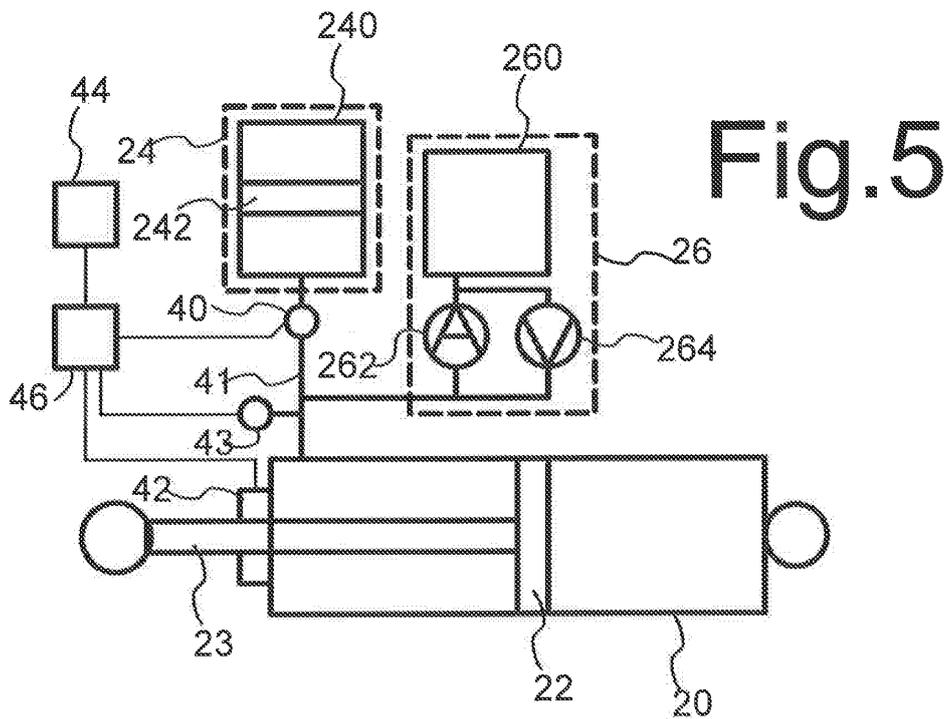
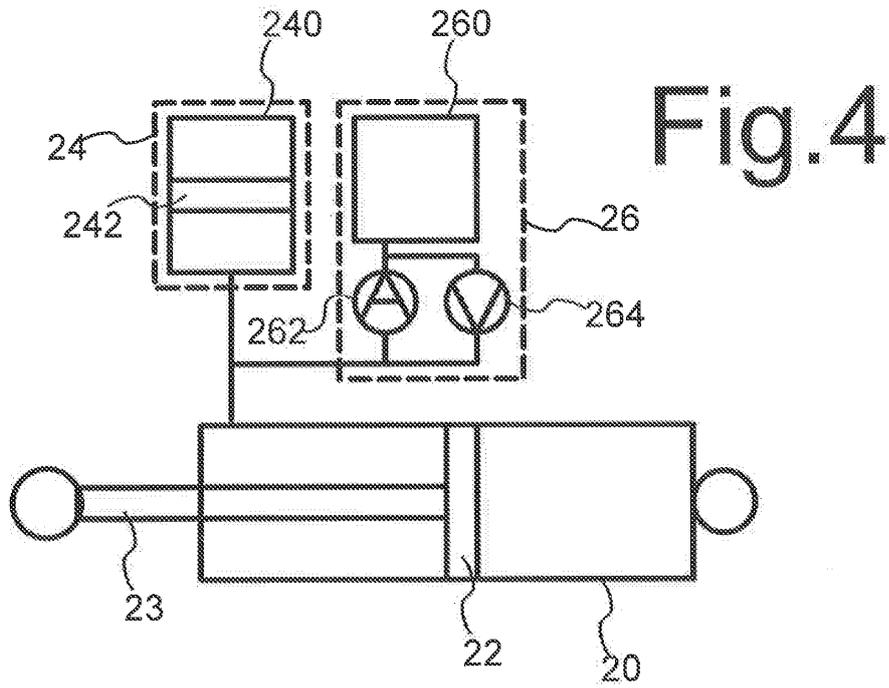
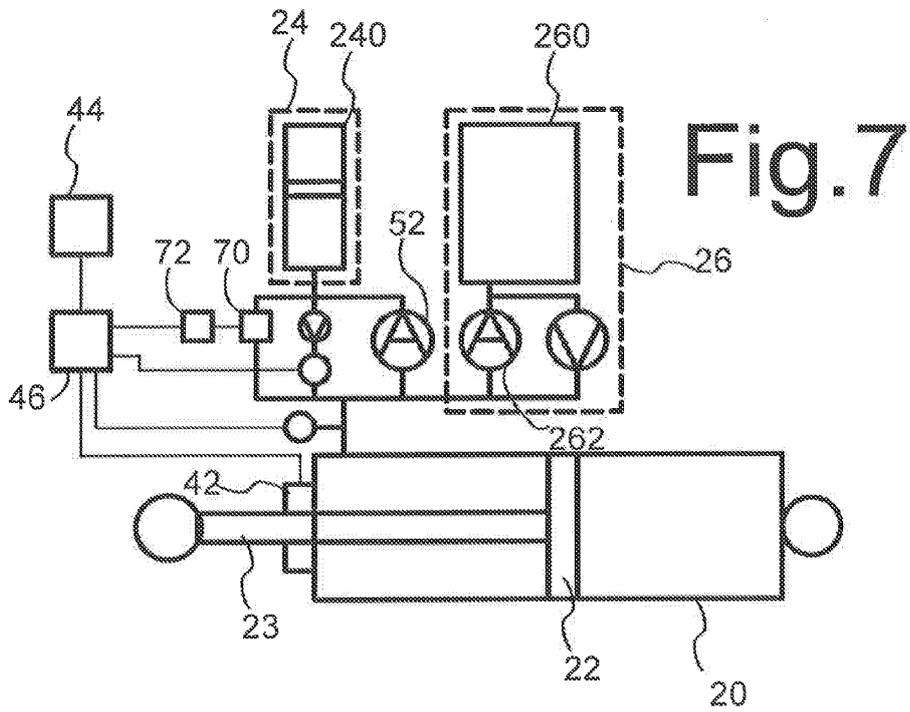
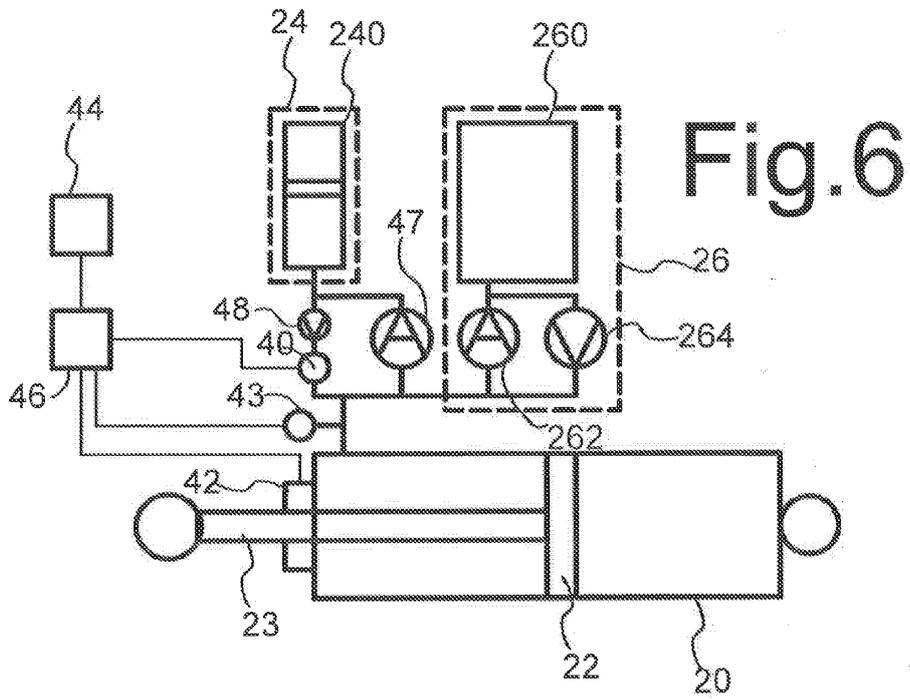


Fig.3f





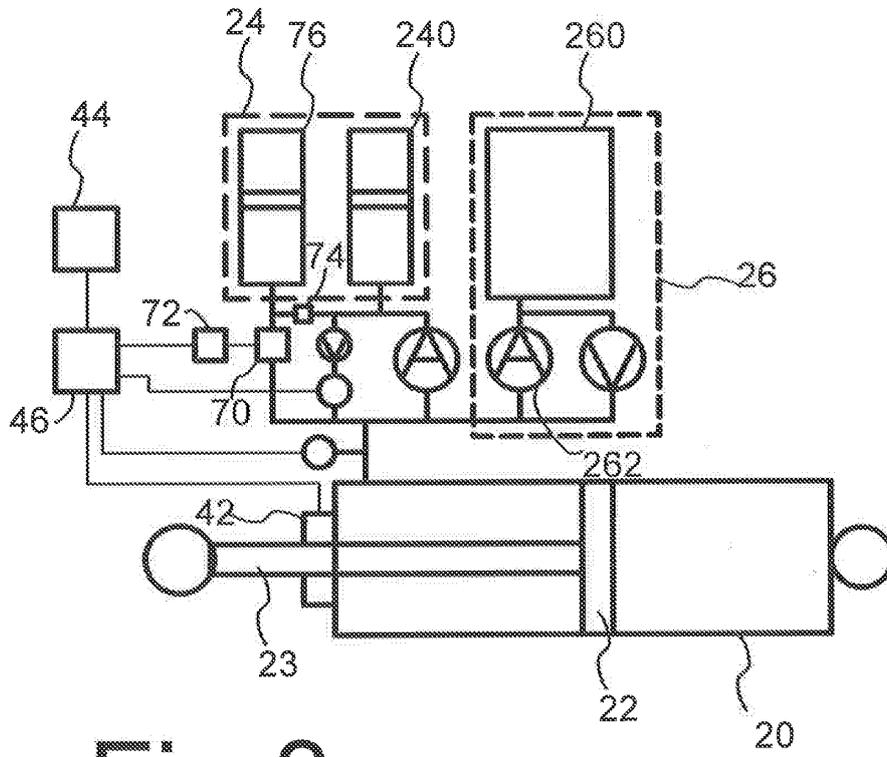


Fig. 8