

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 996**

51 Int. Cl.:

B66C 13/02 (2006.01)

B66D 1/52 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.02.2016** **E 16154873 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018** **EP 3059199**

54 Título: **Buque con sistema de compensación de oscilación vertical**

30 Prioridad:

20.02.2015 NL 2014318

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

06.03.2019

73 Titular/es:

BAGGERMAATSCHAPPIJ BOSKALIS B.V.
(100.0%)
Rosmolenweg 20
NL-3356 LK Papendrecht, NL

72 Inventor/es:

ALBERS, PETRUS SEBASTIAAN

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 702 996 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

Buque con sistema de compensación de oscilación vertical

Antecedentes

5 La invención se refiere a un buque que comprende un casco y un sistema de compensación de oscilación vertical para una carga que está suspendida del casco.

10 Los buques pueden contar con un sistema de compensación de oscilación vertical para mantener una carga suspendida a una altura constante mientras el casco está sujeto a una oscilación vertical. Un sistema conocido de compensación de oscilación vertical comprende un cabrestante con un tambor y un cable de elevación alrededor del tambor para elevar y suspender la carga. Los movimientos de oscilación vertical, balanceo y cabeceo del casco se detectan y se compensan de forma continua mediante la contra - rotación correspondiente del tambor. La rotación del tambor puede ser accionada por un motor hidráulico. El tambor puede estar sujeto a un par de torsión estático elevado, especialmente cuando la carga es elevada extrayéndola del interior del agua. Por lo tanto, se necesita un motor hidráulico potente, que tenga un desplazamiento en cada rotación del fluido hidráulico relativamente elevado para desarrollar ese par de torsión. Se requiere un elevado flujo de fluido para accionar ese motor durante la compensación de oscilación vertical. En una condición sumergida, el peso de la carga se reduce, lo que resulta en un requerimiento de par de torsión mucho menor para el tambor y, en consecuencia, un desplazamiento de fluido mucho menor por la rotación del motor. Se han hecho intentos para compensar esto, por ejemplo, utilizando cajas de reducción con múltiples engranajes o utilizando paquetes de potencia hidráulica sobredimensionados o de elevado rendimiento, ninguno de los cuales es preferido.

20 Los documentos WO2009038468 y WO2008022125 se refieren a los sistemas de compensación de oscilación vertical que emplean cabrestantes para compensar los movimientos del casco con respecto a la carga suspendida.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un buque con un sistema de compensación de oscilación vertical que tenga un cabrestante que pueda desarrollar un elevado par de torsión estático en combinación con una respuesta dinámica rápida durante la compensación de oscilación vertical.

25 Un objeto de la presente invención es proporcionar un buque con un sistema de compensación de oscilación vertical que tiene un cabrestante que es rotado por un sistema de accionamiento hidráulico con un uso eficiente de los componentes de accionamiento hidráulico.

Sumario de la invención

30 De acuerdo con un primer aspecto, la invención proporciona un buque que comprende un casco y un sistema de compensación de oscilación vertical para una carga que está suspendida del casco, en el que el sistema de compensación de oscilación vertical comprende un cabrestante con un tambor sobre el casco y un cable de elevación alrededor del tambor para levantar y suspender la carga, un primer motor hidráulico y un segundo motor hidráulico que están conectados operativamente al tambor para rotar sincrónicamente con el tambor, en el que los motores hidráulicos tienen cada uno un primer puerto de conexión de fluido hidráulico y un segundo puerto de conexión de fluido hidráulico para accionar los motores hidráulicos y el cabrestante en los dos sentidos de rotación opuestos dependiendo del puerto de conexión al que es alimentado el fluido hidráulico, y un sistema de accionamiento hidráulico con un circuito hidráulico para controlar el fluido hidráulico a través de los primeros puertos de conexión y los segundos puertos de conexión de los motores hidráulicos, en el que el sistema de accionamiento hidráulico comprende una fuente de fluido hidráulico motorizada para entregar fluido hidráulico a presión, un primer conjunto de acumulador hidráulico para almacenar y forzar el fluido hidráulico, un primer conjunto de válvula en una conexión de fluido hidráulico entre la fuente de fluido hidráulico y los puertos de conexión de los motores hidráulicos, un segundo conjunto de válvula en una conexión de fluido hidráulico entre el primer conjunto de válvula y el primer puerto de conexión del segundo motor hidráulico, y un tercer conjunto de válvula en una conexión de fluido hidráulico entre el primer conjunto de acumulador y el primer puerto de conexión del segundo motor hidráulico, en el que el sistema de accionamiento hidráulico puede conmutar entre un modo de elevación y un modo de compensación de oscilación vertical por medio del segundo conjunto de válvula y del tercer conjunto de válvula, en el que, en el modo de elevación, el fluido hidráulico del primer conjunto de válvula es alimentado en paralelo a ambos de los primeros puertos de conexión de los motores hidráulicos o en paralelo a ambos de los segundos puertos de conexión de los motores hidráulicos para accionar la rotación del cabrestante en una de los sentidos de rotación opuestos, y en el que en el modo de compensación de oscilación vertical el fluido hidráulico del primer conjunto de válvula es alimentado al primer puerto de conexión del primer motor hidráulico o al segundo puerto de conexión del primer motor hidráulico para accionar la rotación del cabrestante en una de los sentidos de rotación, y el primer conjunto del acumulador hidráulico fuerza el fluido hidráulico al primer puerto de conexión del segundo motor hidráulico.

55 El buque está provisto de un sistema de compensación de oscilación vertical que tiene un cabrestante con un tambor que está conectado operativamente a dos motores hidráulicos. En el modo de elevación, la carga completa pue-

- de elevarse por encima del agua. En este modo, los dos motores hidráulicos se emplean en paralelo, con lo que se desarrolla un elevado par de torsión estático para soportar la carga. A la capacidad dada de la fuente de fluido hidráulico, el desarrollo de este elevado par de torsión es perjudicial para la velocidad de rotación del cabrestante. Esta baja velocidad de rotación permite un buen control sobre el proceso de elevación. Cuando la carga se lleva bajo el agua para mantenerla a una altura constante, el sistema de accionamiento hidráulico se conmuta al modo de compensación de oscilación vertical alternando las configuraciones opuestas del segundo conjunto de válvula y del tercer conjunto de válvula. En el modo de compensación de oscilación vertical, el segundo motor hidráulico ya no recibe alimentación del primer conjunto de válvula, pero está conectado al primer conjunto de acumulador hidráulico forzado. Dependiendo del sentido de rotación, el segundo motor hidráulico actúa alternativamente como un motor hidráulico o como una bomba hidráulica. El segundo motor hidráulico desarrolla sustancialmente todo el par de torsión estático, mientras que el primer motor hidráulico desarrolla el par de torsión dinámico mucho más bajo. A la misma capacidad dada de la fuente de fluido hidráulico, el primer motor hidráulico puede responder rápidamente con una velocidad de rotación que es mucho mayor que en el modo de elevación. En el sistema de acuerdo con la invención, los dos motores hidráulicos son empleados en ambos modos, lo cual es eficiente.
- 5 En una realización, el primer motor hidráulico es un motor hidráulico de desplazamiento variable que puede cambiar entre un modo de desplazamiento elevado de fluido, en el que se desarrolla un primer par de torsión utilizando una primera cantidad de fluido hidráulico en cada rotación, y un modo de desplazamiento bajo de fluido en el que se desarrolla un segundo par de torsión menor utilizando una segunda cantidad más baja de fluido hidráulico en cada rotación, en el que en el modo de elevación el primer motor hidráulico está en el modo de desplazamiento elevado y en el modo de compensación de oscilación vertical el primer motor hidráulico está en el modo de desplazamiento bajo. Al establecer el primer motor hidráulico en el modo de desplazamiento bajo, la velocidad de rotación aumenta para la capacidad dada de la fuente de fluido hidráulico. Esto mejora la respuesta dinámica del cabrestante. En el modo de elevación, el primer motor hidráulico se configura en el modo de desplazamiento elevado para desarrollar el máximo par de torsión estático.
- 10 15 En una realización, el primer motor hidráulico es un motor hidráulico de doble desplazamiento que puede conmutar entre el modo de desplazamiento elevado y el modo de desplazamiento bajo.
- 20 En una realización, el primer motor hidráulico es un motor hidráulico de pistones radiales, en el que el número de pistones radiales activos es ajustable.
- 25 En una realización, el segundo motor hidráulico es un motor hidráulico de pistones radiales.
- 30 Los motores hidráulicos de pistones radiales pueden desarrollar un elevado par de torsión sin engranajes de reducción internos. Esto hace que los motores sean compactos y fiables.
- 35 En una realización, el segundo motor hidráulico desarrolla el mismo primer par de torsión utilizando la misma primera cantidad de fluido hidráulico en cada rotación que el primer motor hidráulico en su modo de desplazamiento elevado de fluido, por lo que los motores están en equilibrio cuando se entrega el par de torsión estático elevado en el modo de elevación.
- 40 En una realización, el sistema de accionamiento hidráulico comprende un cuarto conjunto de válvula entre la fuente de fluido hidráulico y el primer conjunto de acumulador hidráulico para llenar, rellenar o forzar el primer conjunto de acumulador hidráulico. En el modo de elevación, el primer acumulador hidráulico puede prepararse para la compensación de la oscilación vertical llevando el fluido hidráulico a la presión deseada por medio del cuarto conjunto de válvula. El sistema puede conmutar entonces rápidamente al modo de compensación de oscilación vertical.
- 45 En una realización, el sistema de accionamiento hidráulico comprende un segundo conjunto de acumulador hidráulico para almacenar y forzar el fluido hidráulico, un quinto conjunto de válvula en una conexión de fluido hidráulico entre el primer conjunto de válvula y el segundo puerto de conexión del segundo motor hidráulico, y un sexto conjunto de válvula entre el segundo conjunto de acumulador hidráulico y el segundo puerto de conexión del segundo motor hidráulico, en el que el segundo conjunto de acumulador hidráulico fuerza el fluido hidráulico al segundo puerto de conexión del segundo motor hidráulico. El segundo conjunto de acumulador hidráulico garantiza que el segundo motor hidráulico reciba continuamente fluido hidráulico suficiente cuando se le imponga para que actúe como una bomba hidráulica.
- 50 En una realización del mismo, el sistema de accionamiento hidráulico comprende un séptimo conjunto de válvula entre la fuente de fluido hidráulico y el segundo conjunto de acumulador hidráulico para llenar, rellenar y forzar el segundo conjunto de acumulador hidráulico. El séptimo conjunto de válvula se puede utilizar para los mismos fines que el cuarto conjunto de válvula.
- 55 En una realización, la presión del fluido hidráulico en el primer conjunto de acumulador hidráulico forzado es mayor que la presión del fluido hidráulico en el segundo conjunto de acumulador hidráulico forzado, por lo que el par de torsión estático es desarrollado por la diferencia de presión.

En una realización, el primer conjunto de acumulador hidráulico, y el segundo conjunto de acumulador, cuando está presente, es un acumulador de pistón libre que comprende un cilindro con un puerto de conexión para el paso del fluido hidráulico y un pistón que es deslizante a través del cilindro para forzar el fluido hidráulico hacia el puerto de conexión.

- 5 En una realización, el acumulador de pistón libre comprende un volumen de gas forzado o presurizado que está separado del fluido hidráulico por el pistón. El gas puede ser nitrógeno. La cantidad de gas y, por lo tanto, el forzamiento que se proporciona se puede ajustar a la carga.

- 10 En una realización, el sistema de accionamiento hidráulico comprende un sensor de desplazamiento para determinar la posición del pistón en su dirección de deslizamiento. Con esto, el pistón se puede disponer en la mitad del cilindro para permitir carreras en ambas direcciones durante la compensación de oscilación vertical. El ajuste se puede realizar por medio del cuarto conjunto de válvulas y del séptimo conjunto de válvulas cuando esté presente.

En una realización, el primer conjunto de válvula comprende una válvula bidireccional proporcional para controlar el cabrestante durante la elevación por encima del agua o por encima de una plataforma de trabajo del buque.

- 15 En una realización, el sistema de compensación de oscilación vertical comprende un freno para que el tambor se active durante la conmutación entre el modo de elevación y el modo de compensación de oscilación vertical.

En una realización, el sistema de accionamiento hidráulico comprende un controlador que está conectado operativamente al primer conjunto de válvula para controlar el primer conjunto de válvula en respuesta a los parámetros de oscilación vertical, balanceo y cabeceo del casco con respecto a una altura de referencia para la carga.

- 20 En una realización, el buque está configurado como un buque de dragado por inyección de agua, en el que la carga es una barra de chorros que está provista de una serie de boquillas de chorros de agua, en el que la barra de chorros está debajo del agua, suspendida del casco.

- 25 De acuerdo con un segundo aspecto, la invención proporciona un procedimiento para suspender una carga de un buque, en el que el buque comprende un casco y un sistema de compensación de oscilación vertical para la carga que está suspendida del casco del buque, en el que el sistema de compensación de oscilación vertical comprende un cabrestante con un tambor en el casco y un cable de elevación alrededor del tambor para elevar y suspender la carga, un primer motor hidráulico y un segundo motor hidráulico que están conectados operativamente al tambor para rotar sincrónicamente con el tambor, y un sistema de accionamiento hidráulico con un circuito hidráulico para controlar el fluido hidráulico a través de los motores hidráulicos, en el que el sistema de accionamiento hidráulico comprende una fuente de fluido hidráulico motorizada para proporcionar fluido hidráulico a presión y un primer conjunto de acumulador hidráulico para almacenar y forzar el fluido hidráulico, en el que el procedimiento comprende conmutar el accionamiento hidráulico entre un modo de elevación y un modo de compensación de oscilación vertical durante la elevación de la carga, en el que en el modo de elevación el fluido hidráulico de la fuente de fluido hidráulico es alimentado en paralelo a través del primer motor hidráulico y del segundo motor hidráulico para accionar la rotación del cabrestante en una de los sentidos de rotación opuestos, y en el modo de compensación de oscilación vertical el fluido hidráulico a través de los motores hidráulicos es alimentada a través del primer motor hidráulico, mientras que el primer conjunto de acumulador hidráulico está en conexión de fluido con el segundo motor hidráulico y entrega fluido hidráulico al segundo motor hidráulico, o lo recibe, dependiendo del sentido de rotación del primer motor hidráulico.

- 35 En una realización del mismo, el sistema de accionamiento hidráulico está en el modo de elevación cuando la carga está por encima de la línea de agua y en el que el accionamiento hidráulico es conmutado entre el modo de elevación y el modo de compensación de oscilación vertical cuando la carga está sumergida en el agua.

- 40 Los diversos aspectos y características descritos y mostrados en la memoria descriptiva pueden ser aplicados individualmente, siempre que sea posible. Estos aspectos individuales, en particular los aspectos y características que se describen en las reivindicaciones dependientes adjuntas, pueden ser objeto de solicitudes de patentes divisionales.

45 Breve descripción de los dibujos

La invención se explicará en base a una realización ejemplar que se muestra en los dibujos adjuntos, en los que:

- las figuras 1A y 1B son un buque de dragado con un sistema de compensación de oscilación vertical de acuerdo con la invención;
- 50 la figura 2 es el sistema hidráulico del sistema de compensación de oscilación vertical del buque de acuerdo con las figuras 1A y 1B;

las figuras 3A y 3B son los componentes activos del sistema hidráulico cuando el sistema de compensación de oscilación vertical está en el modo de elevación; y

las figuras 4A y 4B son los componentes activos del sistema hidráulico cuando el sistema de compensación de oscilación vertical está en el modo de compensación de oscilación vertical.

5 Descripción detallada de la invención

Las figuras 1A y 1B muestran un buque de dragado 1 que está configurado para realizar el dragado de un lecho marino 10 por inyección de agua. El dragado por inyección de agua se aplica a los fondos marinos que tienen una capa superior o sedimento fluidizable. El procedimiento se aplica para hacer zanjas para infraestructuras subacuáticas en el lecho marino 10 o para el dragado de mantenimiento del lecho marino 10 en las áreas de transporte marítimo. La capa superior fluidizada puede ser transportada por un flujo de agua natural predecible, como un flujo de marea o un flujo de río.

El buque de dragado 1 comprende un casco flotante 5 con una proa 6, una popa 7 y una plataforma de trabajo 8 y una propulsión 9 en la parte posterior. Sobre la plataforma 8 se proporcionan dos soportes 15. Los soportes 15 están provistos de poleas guía 22 y también forman los cojinetes rotativos de un bastidor en forma de A 16. El bastidor en forma de A 16 está provisto de poleas de elevación 20 en el lado de estribor y el lado de babor. El bastidor en forma de A 16 puede pivotar en la dirección A con respecto a la plataforma de trabajo 8 para mover las poleas de elevación 20 entre una posición por encima de la plataforma 8 y una posición detrás de la popa 13. Dos cables de elevación 21 se desplazan a través de las poleas de elevación 20 y las poleas guía 22 a dos cabrestantes energizados hidráulicamente 31 sobre la plataforma 8.

Los cables de elevación 21 soportan una barra de chorros 25 que se extiende horizontalmente y que está provista de una serie de boquillas de chorros 26 que están dirigidas en la dirección hacia abajo y hacia atrás B. La barra de chorros 25 es alimentada con agua presurizada mientras está suspendida en los cables de elevación 21. Durante la inyección el dragado del buque de dragado 1 se mueve a una velocidad constante en la dirección hacia delante del buque C. Con el fin de obtener una profundidad constante del lecho marino 10 por el dragado por inyección, la barra de chorros 25 debe pasar a una altura constante con respecto a la línea de agua. Durante el dragado el casco 5 está suspendido y se encuentra sometido a una oscilación vertical, realizando movimientos de cabeceo y balanceo. Esto se compensa activamente controlando el movimiento rotativo de cada uno de los dos cabrestantes 31 por medio de un sistema hidráulico de compensación de oscilación vertical 30 de acuerdo con la invención.

La disposición hidráulica del sistema de compensación vertical 30 se muestra en la figura 2. El sistema 30 comprende un primer motor hidráulico 33, un segundo motor hidráulico 34 y un freno 37 que están conectados en paralelo al árbol de accionamiento 35 del cabrestante 31, en el que los motores hidráulicos 33, 34 están situados en los lados opuestos del tambor 36. Los motores hidráulicos 33, 34 son motores hidráulicos de pistones radiales que están conectados directamente al árbol de accionamiento 35, es decir, sin engranajes reductores entre ellos. Los motores hidráulicos 33, 34 desarrollan un par de torsión específico de más de 200 Nm / bar con un desplazamiento de más de 10000 cm³ en cada rotación. La presión máxima de funcionamiento típica es de 300 bar.

El primer motor hidráulico 33 es un motor hidráulico de desplazamiento variable. Este motor 33 puede conmutar entre un modo de desplazamiento elevado de fluido, en el que se desarrolla un par de torsión elevado utilizando una gran cantidad de fluido hidráulico en cada rotación, y un modo de desplazamiento bajo de fluido en el que se desarrolla un par de torsión menor utilizando una menor cantidad de fluido hidráulico en cada rotación. En el modo de desplazamiento bajo de fluido, el motor 33 efectúa más rotaciones para el mismo desplazamiento de fluido hidráulico. El desplazamiento variable se materializa estableciendo el número de pistones radiales activos. En particular, es un motor de doble desplazamiento que utiliza dos grupos de pistones radiales, uno de los cuales es energizado selectivamente. El segundo motor hidráulico 34 es un motor hidráulico de pistones radiales regular que tiene especificaciones que son iguales a las especificaciones del primer motor hidráulico 33 en su modo de desplazamiento elevado de fluido. Los motores hidráulicos 33, 34 pueden funcionar a la inversa como una bomba de fluido hidráulico cuando se impone una rotación.

El sistema 30 comprende una primera bomba hidráulica 41, una segunda bomba hidráulica 42, una primera válvula bidireccional proporcional 51, una segunda válvula bidireccional proporcional 52 y una tercera válvula bidireccional proporcional 53, una primera válvula de corte 61 y una segunda válvula de corte 61, una primera válvula de apertura y cierre 71, una segunda válvula de apertura y cierre 72, una tercera válvula de apertura y cierre 73, una cuarta válvula de apertura y cierre 74 y una quinta válvula de apertura y cierre 75, y un primer acumulador de pistón libre 81 y un segundo acumulador de pistón libre 82.

Las válvulas de corte 61, 62 pueden conmutar entre un modo de retención en el que el fluido hidráulico puede pasar solo en una dirección como se indica, y un modo de estrangulación en el que el paso del fluido hidráulico es estrangulado de manera controlada. El modo se cambia alimentando fluido hidráulico al puerto de conexión de activación respectivo.

5 Los acumuladores de pistón libre 81, 82 comprenden cada uno un cilindro 83 y un pistón 84 que se puede deslizar libremente en su interior, que separa el espacio interior en una cámara de fluido 85 que está conectada al puerto de conexión del acumulador de pistón libre 81, 82, y una cámara de gas 86 que está conectada a una cámara de gas externa respectiva 91, 92. Las cámaras de gas 86, 91, 92 se llenan con nitrógeno a presión. Los acumuladores de pistón libre 81, 82 están provistos cada uno de un sensor de posición para derivar la posición de los pistones 84 en la dirección longitudinal de los cilindros 83.

10 Las bombas hidráulicas 41, 42 suministran fluido hidráulico a una presión constante de aproximadamente 300 bar. La primera bomba hidráulica 41 está conectada a la primera válvula proporcional 51. La segunda bomba hidráulica 42 está conectada a la segunda válvula proporcional 52 y a la tercera válvula proporcional 53. Como se describe a continuación, la primera bomba 41 forma parte de un circuito hidráulico que energiza la rotación del cabrestante 31, mientras que la segunda bomba 42 forma parte de un circuito hidráulico para forzar el cabrestante 31.

15 El primer puerto de conexión de la primera válvula proporcional 51 está conectado hidráulicamente a la primera válvula de corte 61 y al puerto de conexión de activación para el modo de retención del mismo. La conexión continúa al primer puerto de conexión del primer motor hidráulico 33, en el que la primera válvula de corte 61 puede ser derivada a través de la primera válvula de apertura y cierre 71. El primer puerto de conexión de la primera válvula proporcional 51 también está conectado hidráulicamente a la segunda válvula de corte 62 y al puerto de conexión de activación para el modo de retención de la misma. La conexión continúa a través de la segunda válvula de apertura y cierre 72 al primer puerto de conexión del segundo motor hidráulico 34.

20 El segundo puerto de conexión de la primera válvula proporcional 51 está conectado hidráulicamente al puerto de conexión piloto o puerto de conexión de activación de estrangulación de la primera válvula de corte 61 y al segundo puerto de conexión del primer motor hidráulico 33. El segundo puerto de conexión de la primera válvula proporcional también está conectado hidráulicamente al puerto de conexión piloto o al puerto de conexión de activación de estrangulación de la segunda válvula de corte 62 y a través de la cuarta válvula 74 al segundo puerto de conexión del segundo motor hidráulico 34.

25 El primer puerto de conexión de la segunda válvula proporcional 52 está conectado hidráulicamente al puerto de conexión del primer acumulador de pistón libre 81 y, a través de la tercera válvula de apertura y cierre 73, al primer puerto de conexión del segundo motor hidráulico 34. El primer puerto de conexión de la tercera válvula proporcional 53 está conectado hidráulicamente al puerto de conexión del segundo acumulador de pistón libre 82 y, a través de la quinta válvula de apertura y cierre 75, al segundo puerto de conexión del segundo motor hidráulico 34.

30 El sistema 30 comprende además un circuito de control eléctrico que no se muestra. El circuito de control está conectado operativamente a las válvulas proporcionales 51 - 53, las válvulas de apertura y cierre 71 - 75, la válvula de corte 37 y los sensores de posición de los acumuladores de pistón libre 81, 82. El circuito de control eléctrico comprende sensores de posición, y / o sensores de desplazamiento y / o acelerómetros para determinar los movimientos de oscilación vertical, balanceo y cabeceo del casco 5 que se deben compensar. El circuito de control también puede estar provisto de palancas de mando para el control manual de al menos la válvula proporcional 51.

35 El sistema 30 está configurado para funcionar en dos modos, que son el modo de elevación y el modo de compensación de oscilación vertical. Estos modos se explican con referencia a las figuras 3A - 3D. El sistema 30 puede alternar entre los modos, en el que el freno 37 puede activarse durante la conmutación para mantener los cabrestantes 31 temporalmente en espera.

40 Las figuras 3A y 3B muestran la operación en el modo de elevación. En este modo, la barra de chorros 25 se eleva por encima de la plataforma o del agua mediante el uso manual de las palancas de mando. En este modo, los cabrestantes 31 deben desarrollar y controlar un par de torsión estático elevado, mientras que la velocidad de rotación es menos crítica. El par de torsión elevado es suministrado por los dos motores hidráulicos 33, 34 que funcionan en paralelo. En el modo de elevación, la primera válvula de apertura y cierre 71, la tercera válvula de apertura y cierre 73 y la quinta válvula de apertura y cierre 75 están cerradas, y la segunda válvula de apertura y cierre 72 y la cuarta válvula de apertura y cierre 74 están abiertas. El primer motor hidráulico 33 está configurado en su modo de desplazamiento elevado de fluido. En el modo de elevación, los acumuladores de pistón libre 81, 82 no forman parte del circuito activo.

45 Durante la elevación, como se muestra en la figura 3A, en la que la barra de chorros 25 se mueve hacia arriba, el fluido hidráulico desde el primer puerto de conexión de la primera válvula proporcional 51 pasa las válvulas de corte 61, 62 que están en el modo de retención para esa dirección, y se introduce en los primeros puertos de conexión de los motores hidráulicos 33, 34. El fluido hidráulico de los segundos puertos de conexión de los motores hidráulicos 33, 34 regresa al segundo puerto de conexión de la primera válvula proporcional 51.

50 Durante el retorno como se muestra en la figura 3B, en la que la barra de chorros 25 se mueve hacia abajo, el fluido hidráulico del segundo puerto de conexión de la primera válvula proporcional 51 activa el modo de estrangulación de las válvulas de corte 61, 62 a través de los puertos de conexión pilotos y entra en los segundos puertos de conexión

de los motores hidráulicos 33, 34. El fluido hidráulico de los primeros puertos de conexión de los motores hidráulicos 33, 34 regresa al primer puerto de conexión de la primera válvula proporcional 51 a través de las válvulas de corte 61, 62 para ser regulado. Básicamente, los motores hidráulicos 33, 34 que están sujetos al par de torsión estático elevado actúan como una bomba, con lo que el fluido presurizado se drena de manera controlada.

5 Las figuras 4A y 4B muestran la operación en el modo de compensación de oscilación vertical. En este modo, la barra de chorros 25 está completamente sumergida en el agua, lo que resulta en aproximadamente la mitad del peso estático debido a la flotabilidad parcial. En este modo, los cabrestantes 31 deben desarrollar y controlar pares estáticos mucho más bajos que en el modo de elevación, mientras que la velocidad de rotación es mucho mayor para responder rápidamente a los movimientos dinámicos del casco 5. El par de torsión estático se desarrolla y es
10 mantenido por el segundo motor hidráulico 34 mientras que la rotación de los cabrestantes 31 es activada por el primer motor hidráulico 33.

Cuando el sistema 30 está listo para conmutar desde el modo de elevación al modo de compensación de oscilación vertical, el freno 37 se activa temporalmente mientras la posición promedio de los pistones 84 en los cilindros 83 de los acumuladores de pistón libre 81, 82 es controlada alrededor de sus posiciones medias por la activación de la
15 segunda válvula proporcional 52 y de la tercera válvula proporcional 53, respectivamente. La presión de forzamiento en el primer acumulador de pistón libre 81 es mucho más alta que la presión de forzamiento en el segundo acumulador de pistón libre 82, en el que la diferencia de presión es aproximadamente igual a la presión del fluido aplicado al último puerto de conexión del primer motor hidráulico 34 durante la inmersión de la barra de chorros 25 en el agua en el modo de elevación.

20 En el modo de compensación de oscilación vertical, la primera válvula de apertura y cierre 71, la tercera válvula de apertura y cierre 73 y la quinta válvula de apertura y cierre 75 están abiertas, y la segunda válvula de apertura y cierre 72 y la cuarta válvula de apertura y cierre 74 están cerradas. El primer motor hidráulico 33 está configurado en su modo de desplazamiento bajo de fluido. En el modo de compensación de oscilación vertical, los acumuladores de pistón libre 81, 82 forman parte del circuito hidráulico activo del segundo motor hidráulico 34. La rotación del cabrestante 31 es activada por la primera válvula proporcional 51, que es controlada activamente por el circuito electrónico en respuesta a los parámetros de oscilación vertical.
25

Durante la compensación hacia abajo como se muestra en la figura 4A, en la que la barra de chorros 25 se mueve hacia arriba con respecto al bastidor en forma de A 16, el fluido hidráulico del primer puerto de conexión de la primera válvula proporcional 51 deriva la primera válvula de corte 61 a través de la válvula de apertura y cierre 71 y entra
30 en el primer puerto de conexión del primer motor hidráulico 33 solamente. El fluido hidráulico del segundo puerto de conexión del primer motor hidráulico 33 regresa al segundo puerto de conexión de la primera válvula proporcional 51. El fluido hidráulico forzado del primer acumulador de pistón libre 81 entra en el primer puerto de conexión del segundo motor hidráulico 34 a través de la tercera válvula de apertura y cierre 73 para mantener la compensación del par de torsión estático en el cabrestante 31. El fluido hidráulico del segundo puerto de conexión del segundo
35 motor hidráulico 34 es alimentado al segundo acumulador de pistón libre 82 a través de la quinta válvula 75. Los pistones 84 se mueven en consecuencia en direcciones longitudinales D, E como se indica.

Durante la compensación hacia arriba como se muestra en la figura 4B, en la que la barra de chorros 25 se mueve hacia abajo con respecto al bastidor en forma de A 16, el fluido hidráulico del segundo puerto de conexión de la primera válvula proporcional 51 entra en el segundo puerto de conexión del primer motor hidráulico 33. El fluido
40 hidráulico del primer puerto de conexión del primer motor hidráulico 33 regresa al segundo puerto de conexión de la primera válvula proporcional 51 a través de la primera válvula de apertura y cierre 71. El fluido hidráulico forzado del segundo acumulador de pistón libre 82 entra en el segundo puerto de conexión del segundo motor hidráulico 34 a través de la quinta válvula de apertura y cierre 75 para garantizar que el segundo motor hidráulico 34 permanezca lleno de fluido hidráulico. El segundo motor hidráulico 34 actúa como una bomba. El fluido hidráulico del primer puerto de conexión del segundo motor hidráulico 34 es alimentado al primer acumulador de pistón libre 82 a través de la
45 tercera válvula 75 para mantener la compensación del par de torsión estático en el cabrestante 31. Los pistones 84 se mueven en consecuencia en las direcciones longitudinales D, E como se indica.

En el modo de compensación de oscilación vertical, los pistones 84 se mueven como se indica, con lo que los cambios de presión son limitados debido al forzamiento. Es decir, debido al forzamiento, el movimiento de los pistones
50 84 ya no es lineal con respecto a las diferencias de presión. Solo la fracción del par de torsión estático que no es compensada por el segundo motor hidráulico 34 debido a la fricción en el sistema y la rigidez de los volúmenes de gas, la caída de presión correspondiente es aceptada por el primer motor hidráulico 33. Como solo el primer motor hidráulico 33 que se encuentra en su modo de desplazamiento bajo necesita ser alimentado, puede responder muy rápidamente con una velocidad de rotación que es varias veces mayor que la velocidad de rotación durante la elevación. De esta manera, se proporciona un sistema de compensación 30 que puede desarrollar pares elevados en su
55 modo de elevación alimentando ambos motores hidráulicos 33, 34 en paralelo, en el que los mismos dos motores hidráulicos 33, 34 se usan en el modo de compensación de oscilación vertical para soportar el par de torsión estático por un lado y poder responder rápidamente por el otro.

En el modo de compensación de oscilación vertical, los pistones 84 de los acumuladores de pistón libre 81, 82 regresan regularmente a sus posiciones medias mediante la activación de la segunda válvula proporcional 52 y de la tercera válvula proporcional 53, respectivamente, para compensar pequeñas pérdidas de fluido hidráulico dentro del segundo motor hidráulico 34.

- 5 Se debe entender que la descripción anterior se incluye para ilustrar la operación de las realizaciones preferidas y no pretende limitar el ámbito de la invención. A partir de la explicación anterior, muchas variaciones serán evidentes para un experto en la técnica que todavía estarían incluidas en el ámbito de la presente invención.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Buque (1) que comprende un casco (5) y un sistema de compensación de oscilación vertical (30) para una carga (25) que está suspendida del casco (5), en el que el sistema de compensación de oscilación vertical comprende un cabrestante (31) con un tambor (36) en el casco (5) y un cable de elevación (21) dispuesto alrededor del tambor para elevar y suspender la carga, **caracterizado por** un primer motor hidráulico (33) y un segundo motor hidráulico (34) están conectados operativamente al tambor (36) para rotar sincrónicamente con el tambor, en el que los motores hidráulicos (33, 34) tienen cada uno un primer puerto de conexión de fluido hidráulico y un segundo puerto de conexión de fluido hidráulico para accionar los motores hidráulicos (33, 34) y el cabrestante (31) en los dos sentidos de rotación opuestos de acuerdo con el puerto de conexión desde el que es alimentado el fluido hidráulico, y un sistema de accionamiento hidráulico con un circuito hidráulico para controlar el fluido hidráulico a través de los primeros puertos de conexión y de los segundos puertos de conexión de los motores hidráulicos (33, 34), en el que el sistema de accionamiento hidráulico comprende una fuente de fluido hidráulico motorizada (41, 42) para proporcionar el fluido hidráulico bajo presión, un primer conjunto de acumulador hidráulico (81) para almacenar y forzar el fluido hidráulico, un primer conjunto de válvula (51) en una conexión de fluido hidráulico entre la fuente de fluido hidráulico (41) y los puertos de conexión de los motores hidráulicos (33, 34), un segundo conjunto de válvula (72) en una conexión de fluido hidráulico entre el primer conjunto de válvula (51) y el primer puerto de conexión del segundo motor hidráulico (34), y un tercer conjunto de válvula (73) en una conexión de fluido hidráulico entre el primer conjunto de acumulador (81) y el primer puerto de conexión del segundo motor hidráulico (34), en el que el sistema de accionamiento hidráulico puede conmutar entre un modo de elevación y un modo de compensación de oscilación vertical por medio del segundo conjunto de válvula (72) y del tercer conjunto de válvula (73), en el que, en el modo de elevación, el fluido hidráulico del primer conjunto de válvula (51) es alimentado en paralelo en ambos primeros puertos de conexión de los motores hidráulicos (33, 34) o en paralelo en ambos segundos puertos de conexión de los motores hidráulicos (33, 34) para accionar la rotación del cabrestante (31) en uno de los sentidos de rotación opuestos, y en el que en el modo de compensación de oscilación vertical, el fluido hidráulico del primer conjunto de válvula (51) es alimentado al primer puerto de conexión del primer motor hidráulico (33) o al segundo puerto de conexión del primer motor hidráulico (33) para accionar la rotación del cabrestante (31) en uno de los sentidos de rotación, y el primer conjunto de acumulador hidráulico (81) fuerza el fluido hidráulico al primer puerto de conexión del segundo motor hidráulico (34).
- 30 2. Buque (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el primer motor hidráulico (33) es un motor hidráulico de desplazamiento variable que puede conmutar entre un modo de desplazamiento elevado de fluido, en el que se desarrolla un primer par de torsión utilizando una primera cantidad de fluido hidráulico en cada rotación, y un modo de desplazamiento bajo de fluido en el que se desarrolla un segundo par de torsión más bajo utilizando una segunda cantidad más baja de fluido hidráulico en cada rotación, en el que, en el modo de elevación, el primer motor hidráulico (33) está en el modo de desplazamiento elevado y en el modo de compensación de oscilación vertical el primer motor hidráulico (33) está en el modo de desplazamiento bajo, en el que el primer motor hidráulico (33) es preferiblemente un motor hidráulico de doble desplazamiento que se puede conmutar entre el modo de desplazamiento elevado y el modo de desplazamiento bajo.
- 40 3. Buque (1) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el primer motor hidráulico (33) es un motor hidráulico de pistones radiales en el que el número de pistones radiales activos es ajustable.
- 45 4. Buque (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el segundo motor hidráulico (34) es un motor hidráulico de pistones radiales.
- 50 5. Buque (1) de acuerdo con las reivindicaciones 2 y 4, en el que el segundo motor hidráulico (34) desarrolla el mismo primer par de torsión utilizando la misma primera cantidad de fluido hidráulico en cada rotación que el primer motor hidráulico (33) en su modo de desplazamiento elevado de fluido.
- 55 6. Buque (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de accionamiento hidráulico comprende un cuarto conjunto de válvula (52) entre la fuente de fluido hidráulico (42) y el primer conjunto de acumulador hidráulico (81) para llenar, rellenar o forzar el primer conjunto de acumulador hidráulico (81).
7. Buque (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de accionamiento hidráulico comprende un segundo conjunto de acumulador hidráulico (82) para almacenar y forzar el fluido hidráulico, un quinto conjunto de válvula (74) en una conexión de fluido hidráulico entre el primer conjunto de válvula (51) y el segundo puerto de conexión del segundo motor hidráulico (34), y un sexto conjunto de válvula (75) entre el segundo conjunto de acumulador hidráulico (82) y el segundo puerto de conexión del segundo motor hidráulico (34), en el que el segundo conjunto del acumulador hidráulico (82) fuerza el fluido hidráulico al segundo puerto de conexión del segundo motor hidráulico (34), en el que el sistema de accionamiento hidráulico comprende preferiblemente un séptimo conjunto de válvula (53) entre la fuente de fluido hidráulico (42) y el se-

- gundo conjunto de acumulador hidráulico (82) para llenar, rellenar o forzar el segundo conjunto de acumulador hidráulico (82).
- 5 8. Buque (1) de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la presión del fluido hidráulico en el primer conjunto de acumulador hidráulico forzado (81) es mayor que la presión del fluido hidráulico en el segundo conjunto de acumulador hidráulico forzado (82).
- 10 9. Buque (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer conjunto de acumulador hidráulico (81) y el segundo conjunto de acumulador (82), cuando está presente, es un acumulador de pistón libre que comprende un cilindro (83) con un puerto de conexión para el paso del fluido hidráulico y un pistón (84) que es deslizable a través del cilindro (83) para forzar el fluido hidráulico al puerto de conexión, en el que el acumulador de pistón libre comprende preferiblemente un volumen de gas forzado o presurizado (86) que está separado del fluido hidráulico por el pistón (84), en el que el sistema de accionamiento hidráulico comprende preferiblemente un sensor de desplazamiento para determinar la posición del pistón (84) en su dirección de deslizamiento.
- 15 10. Buque (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el primer conjunto de válvula (51) comprende una válvula proporcional bidireccional.
- 20 11. Buque (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de compensación de oscilación vertical (30) comprende un freno (37) para que el tambor sea activado durante la conmutación entre el modo de elevación y el modo de compensación de oscilación vertical.
- 25 12. Buque (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el sistema de accionamiento hidráulico comprende un controlador que está conectado operativamente con el primer conjunto de válvula (51) para controlar el primer conjunto de válvula en respuesta a los parámetros de oscilación vertical, cabeceo y balanceo del casco (5) con respecto a una altura de referencia para la carga (25).
- 30 13. Buque (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, configurado como un buque de dragado por inyección de agua, en el que la carga (25) es una barra de chorros (25) que está provista de una serie de boquillas de chorros de agua (26), en el que la barra de chorros (25) está debajo del agua suspendida del casco (5).
- 35 14. Procedimiento para suspender una carga (25) de un buque (1), en el que el buque (1) comprende un casco (5) y un sistema de compensación de oscilación vertical (30) para la carga (25) que está suspendida del casco (5) del buque (1), en el que el sistema de compensación de oscilación vertical (30) comprende un cabrestante (31) con un tambor (36) en el casco (5) y un cable de elevación (21) alrededor del tambor (36) para elevar y suspender la carga (25), **caracterizado por** un primer motor hidráulico (33) y un segundo motor hidráulico (34) que están conectados operativamente al tambor (36) para rotar sincrónicamente con el tambor (36), y un sistema de accionamiento hidráulico con un circuito hidráulico para controlar el fluido hidráulico a través de los motores hidráulicos (33, 34), en el que el sistema de accionamiento hidráulico comprende una fuente de fluido hidráulico motorizada (41, 42) para proporcionar fluido hidráulico a presión y un primer conjunto de acumulador hidráulico (81) para almacenar y forzar el fluido hidráulico, en el que el procedimiento comprende conmutar el accionamiento hidráulico entre un modo de elevación y un modo de compensación de oscilación vertical durante la elevación de la carga (25), en el que en el modo de elevación el fluido hidráulico de la fuente de fluido hidráulico (41) es alimentado en paralelo a través del primer motor hidráulico (33) y del segundo motor hidráulico (34) para accionar la rotación del cabrestante (31) en uno de los sentidos de rotación opuestos, y en el que en el modo de compensación de oscilación vertical el fluido hidráulico de la fuente de fluido hidráulico (41) es alimentado a través del primer motor hidráulico (33) mientras el primer conjunto de acumulador hidráulico (81) está en conexión de fluido con el segundo motor hidráulico (34) y entrega fluido hidráulico a, o recibe fluido hidráulico del, segundo motor hidráulico (34), dependiendo del sentido de rotación del primer motor hidráulico (33).
- 40 15. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, en el que el sistema de accionamiento hidráulico está en el modo de elevación cuando la carga (25) está por encima de la línea de agua y en el que el accionamiento hidráulico es conmutado entre el modo de elevación y el modo de compensación de oscilación vertical cuando la carga (25) está sumergida en el agua.

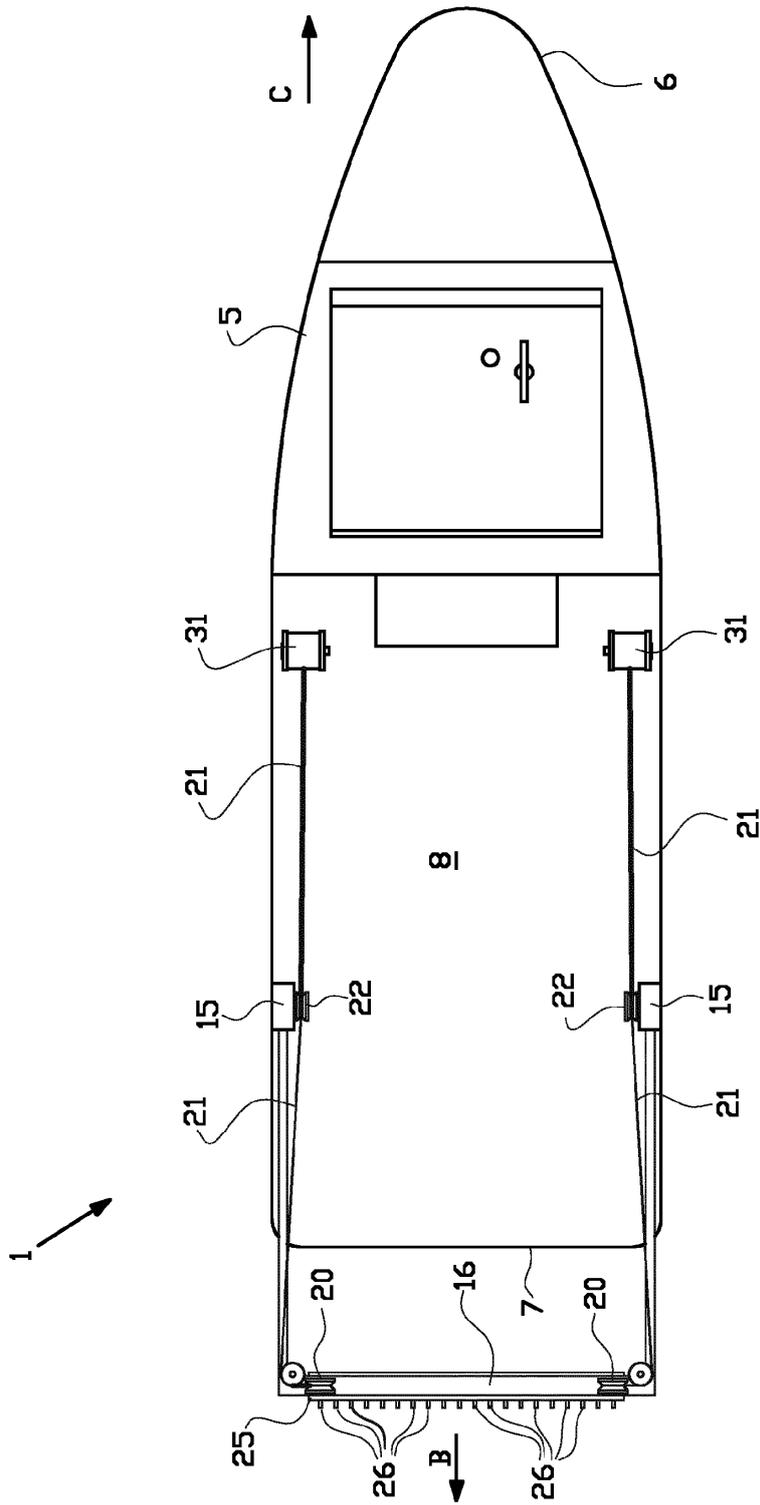


FIG 1B

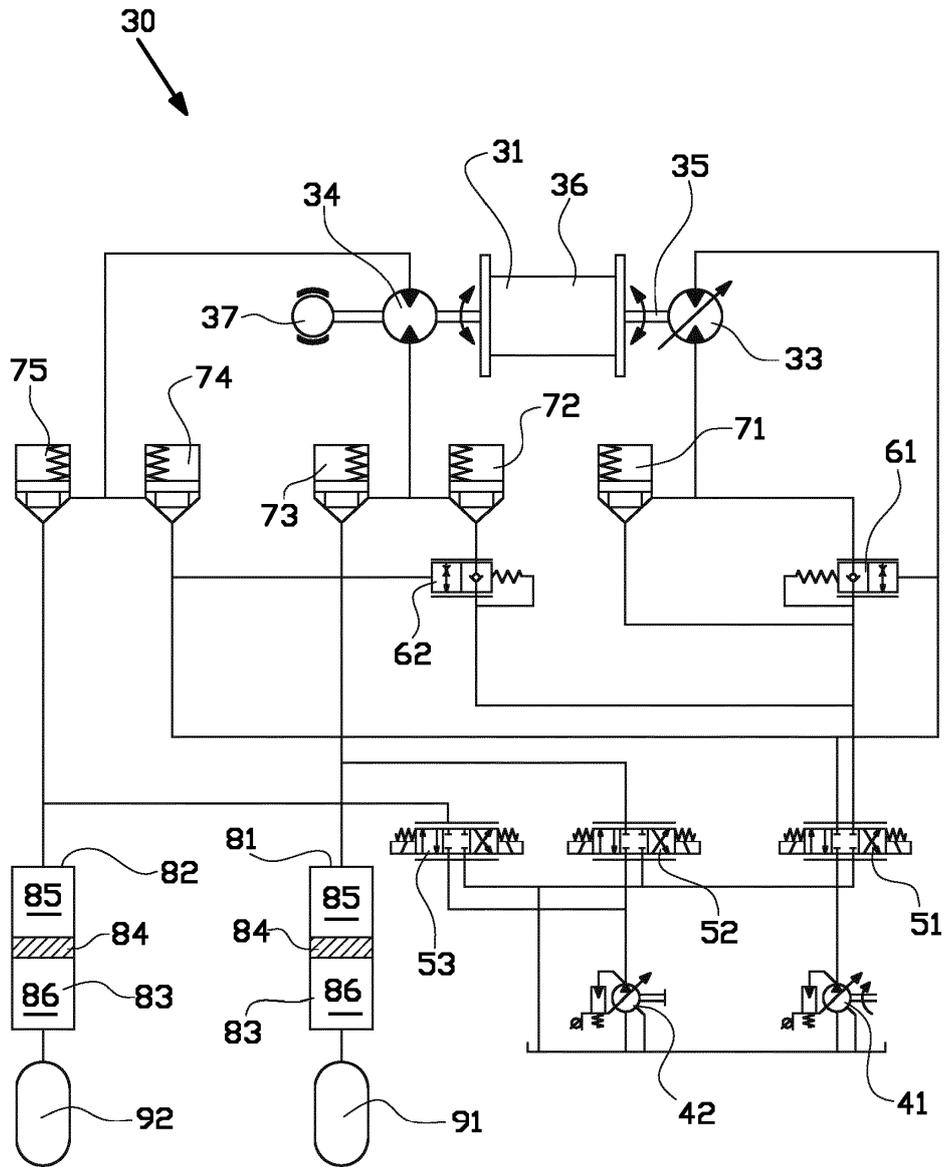


FIG. 2

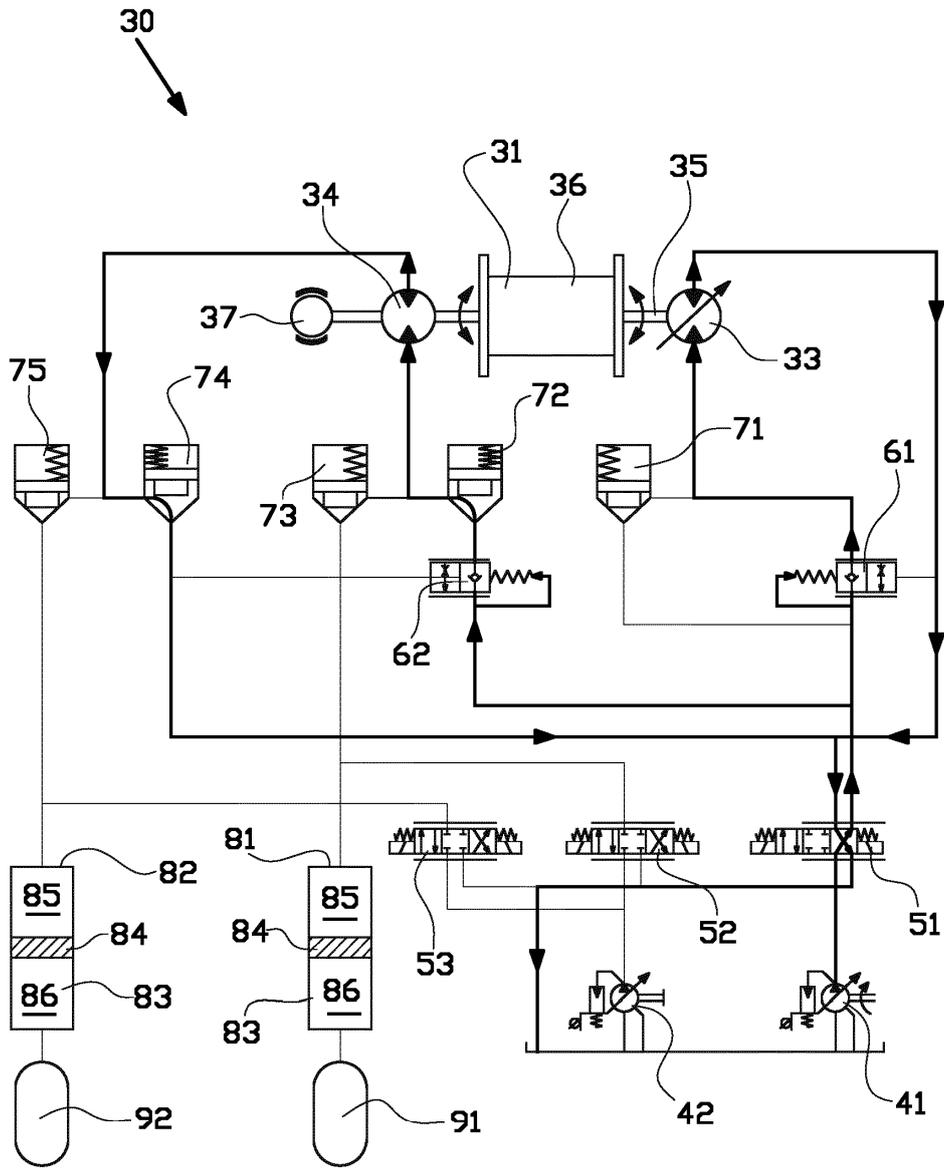


FIG. 3A

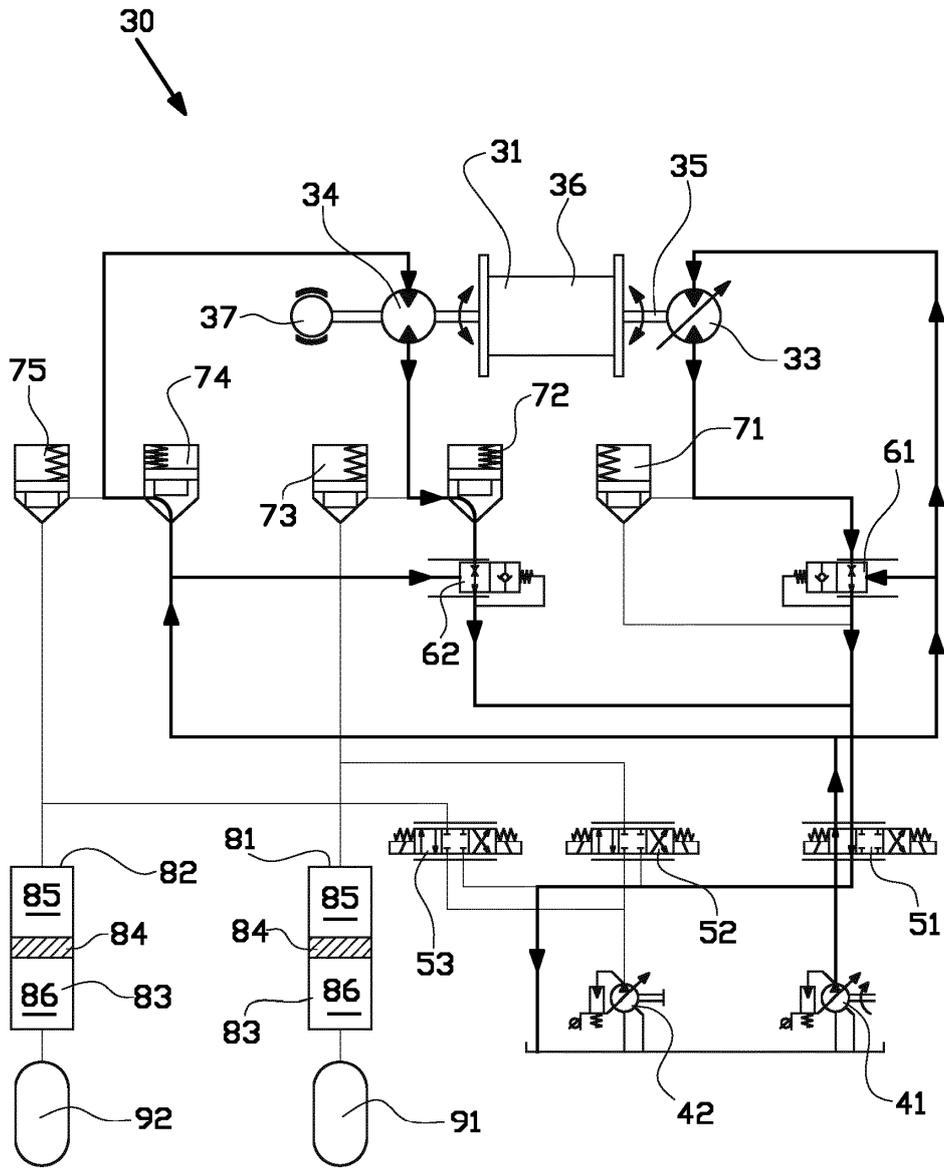


FIG. 3B

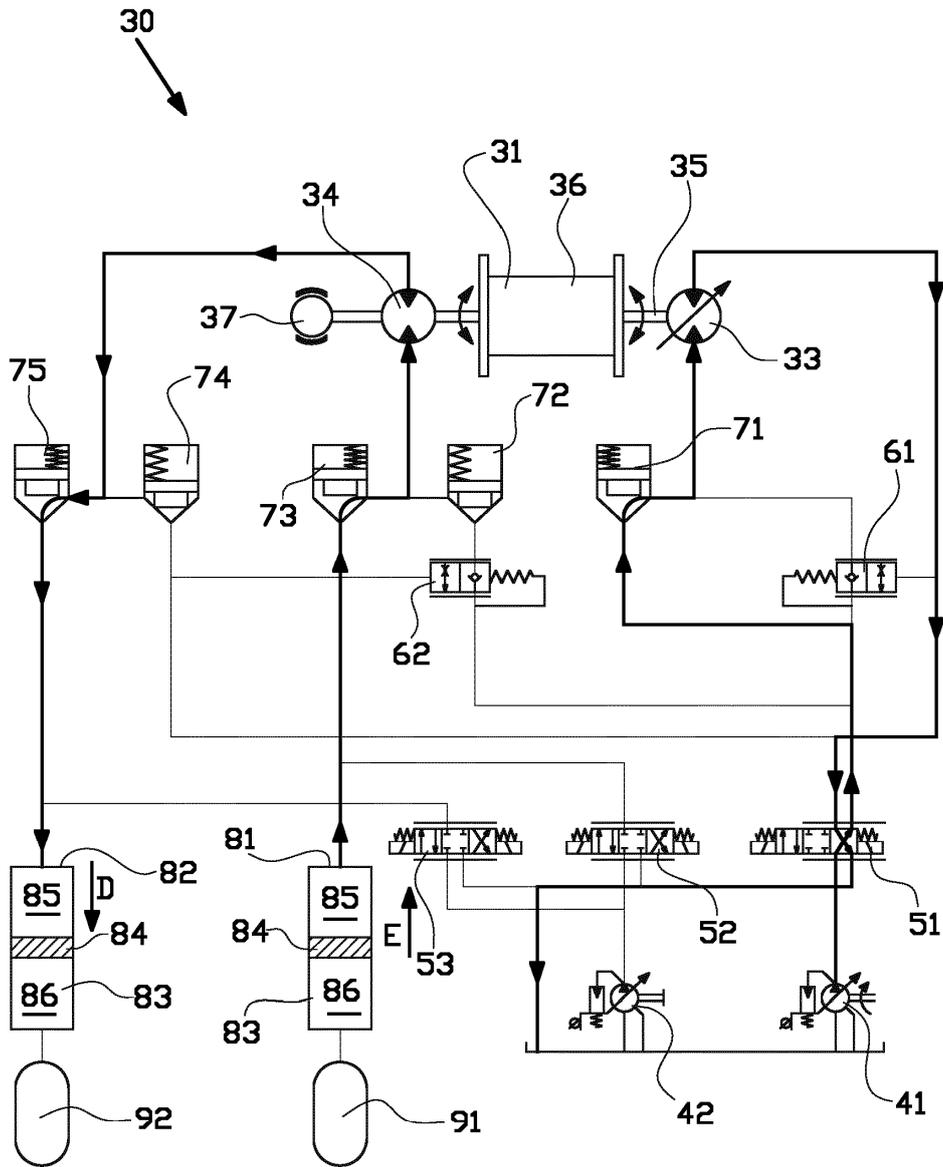


FIG. 4A

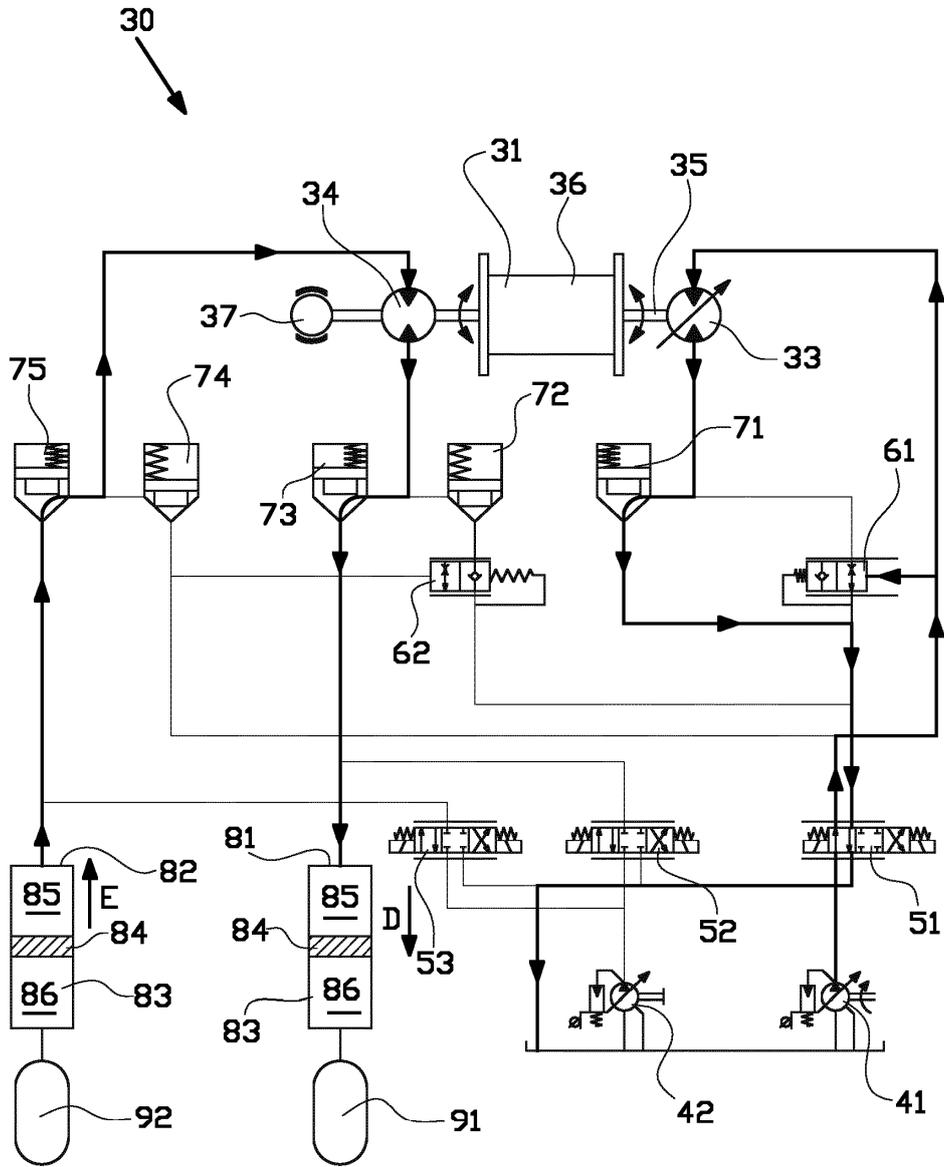


FIG. 4B