

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 029 644**

51 Int. Cl.:

**B63B 17/00** (2006.01)

**B63B 27/10** (2006.01)

**B65G 67/62** (2006.01)

**B66C 13/02** (2006.01)

**B66F 7/20** (2006.01)

**B66C 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.07.2019 PCT/EP2019/068171**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.01.2020 WO20011681**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.07.2019 E 19736716 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.03.2025 EP 3820771**

54 Título: **Dispositivo y método para elevar un objeto desde la cubierta de una embarcación sometida a movimientos**

30 Prioridad:  
**10.07.2018 US 201816031329**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**24.06.2025**

73 Titular/es:  
**DEME OFFSHORE BE NV (100.00%)  
Haven 1025 Scheldedijk 30  
2070 Zwijndrecht, BE**

72 Inventor/es:  
**RABAUT, DIETER WIM JAN y  
VAN LOON, JEROEN**

74 Agente/Representante:  
**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

ES 3 029 644 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 y método para elevar un objeto desde la cubierta de una embarcación sometida a movimientos

5 **Campo técnico de la invención**

La invención se refiere a un dispositivo y un método para elevar un objeto de la cubierta de una embarcación sometida a movimientos en una dirección de avance y retroceso, ronza y ascenso y descenso. La invención se refiere particularmente a un dispositivo y método para elevar un componente de una turbina eólica desde la cubierta de una embarcación sometida a movimientos.

**Antecedentes de la invención**

La invención se explicará con referencia a componentes de una turbina eólica en alta mar. Sin embargo, la referencia a una turbina eólica de este tipo no implica que la invención se limite a la misma, y el dispositivo y el método podrían aplicarse para elevar cualquier otro objeto, tal como, por ejemplo, el utilizado para estructuras de cemento en alta mar, embarcaderos, radares y otras torres, y similares.

Una embarcación flotante en agua está sometida a movimientos según seis grados de libertad. Los movimientos de traslación comprenden ascenso y descenso, ronza y avance y retroceso. El ascenso y descenso es un movimiento vertical, la ronza es el movimiento de lado a lado o de babor a estribor y el avance y retroceso es el movimiento de delante a atrás o de proa a popa. Los movimientos de rotación comprenden cabeceo, escora y guiñada. El cabeceo es una rotación de una embarcación alrededor de su eje lateral (babor-estribor), la escora es la rotación alrededor de su eje longitudinal (proa-popa) y la guiñada es la rotación alrededor de su eje vertical. Los movimientos de ascenso y descenso, ronza, avance y retroceso, cabeceo, escora y guiñada se definen en un sistema de coordenadas fijo con respecto a la embarcación flotante y, por lo tanto, pueden diferir de los movimientos en la dirección vertical y las dos direcciones horizontales, definidos por un sistema de coordenadas fijo con respecto al mundo exterior.

Los movimientos de la masa de agua se transfieren a una embarcación que flota en la masa de agua. Los movimientos inducidos de la embarcación, a su vez, imponen movimientos y aceleraciones sobre los objetos que son transportados por la embarcación o manipulados en la embarcación. Al elevar un objeto de la cubierta de una embarcación flotante con una grúa, por ejemplo, el movimiento relativo entre la embarcación flotante y el objeto durante las operaciones de elevación puede provocar que el objeto vuelva a chocar con partes de la embarcación o con otra estructura de la embarcación. Este caso se da especialmente cuando la grúa de elevación no está dispuesta en la propia embarcación flotante, sino que está dispuesta en otra embarcación flotante y/o en una embarcación o plataforma estabilizada, tal como una plataforma de elevación que está separada de la embarcación del objeto. Que el componente vuelva a chocar con la embarcación flotante podría dañar el objeto elevado, partes de la embarcación, ambos u otros objetos en el área adyacente al objeto elevado. Por ejemplo, después de un nuevo choque, el objeto puede estar sujeto a movimientos pendulares incontrolados.

Según el estado de la técnica, el riesgo de que el objeto elevado vuelva a chocar con la embarcación durante la elevación puede evitarse proporcionando un sistema que esté configurado para compensar activamente los movimientos del objeto en relación con la cubierta de la embarcación. Un sistema de este tipo puede compensar, por ejemplo, dos movimientos de rotación (cabeceo y escora) y un movimiento de traslación (ascenso y descenso) de la embarcación para que una plataforma que transporta el objeto permanezca sustancialmente horizontal a una altura fija con respecto a un sistema de referencia del mundo exterior mientras la embarcación se mueve en las direcciones de cabeceo, escora y ascenso y descenso por debajo. El conocido sistema de compensación activa es operable junto con una grúa fija, típicamente proporcionada en la cubierta de una plataforma de elevación, separada de la embarcación flotante que transporta los objetos que se van a elevar. La compensación activa mantendrá la plataforma y el objeto en la parte superior de la plataforma sustancialmente fijos con respecto a la grúa fija. Las patas de la embarcación de elevación proporcionan la estabilidad requerida.

Aunque el sistema conocido puede usarse en algunas circunstancias, carece de flexibilidad. No se puede usar para objetos más grandes. Además, la compensación activa tiene que estar operativa antes, durante y después de la elevación, y el riesgo de daños materiales y personales es sustancial si la compensación por algún motivo no se cancela provisionalmente.

La solicitud de patente estadounidense con n.º de publicación 4.174.188 se refiere a un método y aparato para reducir los riesgos de colisión entre la carga y el barco durante la transferencia de la carga en el mar. Para ello, se crea en un intervalo de tiempo un espacio entre la carga y el barco bajando una parte superior de un soporte en el momento en que un cable eleva la carga del soporte.

La solicitud de patente estadounidense con n.º de publicación 5.577.874 se refiere a un método y aparato para la transferencia de cargas desde una embarcación que se mueve con alta mar a una instalación fija o móvil mediante el uso de al menos un cable de elevación y al menos un mecanismo de elevación, en que la carga, en una posición inicial, se soporta sobre una cremallera de la embarcación. La transferencia de carga tiene lugar en un instante en que la carga solo tiene una energía cinética insignificante, ya que el mecanismo de agarre se activa de manera controlada en ese instante para bloquear la carga al cable de elevación. En el mismo instante, la cremallera se derrumba e inmediatamente establece una distancia entre la carga y la embarcación, suspendiendo de esta manera la carga sobre el cable de elevación.

**Resumen de la invención**

5 Un objetivo de la invención es proporcionar un dispositivo y un método que puedan limitar el riesgo mencionado anteriormente de que se repita el impacto de una manera eficiente y a prueba de fallos. Otro objetivo es proporcionar un dispositivo y un método que permitan elevar objetos de forma segura en alta mar desde la cubierta de una embarcación, en particular una embarcación flotante.

10 Para este fin, según la invención, se proporciona un dispositivo según la reivindicación 1.

15 La invención permite aumentar los estados del mar viables para elevar objetos desde la cubierta de una embarcación flotante sin que choquen de nuevo y sin tener que usar sistemas complejos de compensación continuamente activos. Los estados marítimos viables para la elevación sin volver a chocar sin ningún sistema de compensación pueden definirse según las características específicas (geometría y peso) del objeto que se va a elevar, el factor de amplificación dinámica (DAF) diseñado para garantizar operaciones de elevación seguras, la velocidad de elevación de la grúa y las características específicas de la embarcación flotante, incluida la configuración de carga de la embarcación.

20 La invención puede concebirse como un aumento artificial de la velocidad de elevación de la grúa de elevación usada. De hecho, la velocidad relativa y la aceleración que se producen entre el objeto elevado y su sujeción al mar en la superficie de apoyo aumentan al elevarse al introducir una superficie de apoyo para el objeto que se va a elevar en la embarcación que puede retraerse en una dirección de ascenso y descenso hacia la cubierta de la embarcación flotante tan pronto como el objeto se eleva de la superficie. La retracción en la dirección de ascenso y descenso hacia la cubierta de la embarcación se produce en un sentido opuesto al sentido de la dirección de elevación, que está alejada de la cubierta de la embarcación. Dicho instante temporal puede detectarse, por ejemplo, cuando una parte sustancial del peso del objeto, hasta el peso total del objeto, se transfiere desde la superficie de apoyo a la grúa de elevación. De esta manera, la velocidad de descenso o retracción de la superficie de apoyo se suma realmente a la velocidad de elevación de la grúa. Esto reduce considerablemente el riesgo de un nuevo choque, en particular en el caso de un movimiento ascendente de la cubierta de la embarcación en dirección vertical provocado por el ascenso y descenso, el cabeceo o la escora de la embarcación.

25 Una realización de la invención proporciona un dispositivo que comprende un detector configurado para determinar el instante en el tiempo, es decir, el momento en que el objeto se eleva de la superficie de apoyo.

30 Como ya se mencionó anteriormente, una embarcación, cuando flota en el agua, está sometida a movimientos que presentan 6 grados de libertad, incluidos tres movimientos de traslación y tres movimientos de rotación. En un sistema de coordenadas cartesianas vinculado a una embarcación, y que define el eje z extendiéndose verticalmente, el eje x extendiéndose en una dirección longitudinal de la embarcación y el eje y extendiéndose en una dirección transversal de la embarcación, un movimiento de traslación del eje x se denomina en la técnica avance y retroceso, un movimiento de traslación del eje y como ronza y un movimiento de traslación del eje z como ascenso y descenso. Un movimiento de rotación de la embarcación alrededor del eje x se denomina escora, una rotación alrededor del eje y como cabeceo y una rotación de la embarcación alrededor del eje z como guiñada. En particular, el plano (x, y) formado por la cubierta de la embarcación no será paralelo a un plano que se extienda paralelo al movimiento del fondo submarino, debido precisamente al movimiento de la embarcación en el agua. El dispositivo inventado opera particularmente en la dirección de ascenso y descenso o dirección z de la embarcación.

35 La velocidad adecuada de descenso o retracción de la plataforma y la distancia o altura de retracción pueden determinarse caso por caso para lograr el estado máximo del mar específico del escenario en que trabajar y lograr una trabajabilidad paralela para las operaciones de elevación.

40 La invención puede usarse para elevar cualquier objeto. Los ejemplos de tales objetos comprenden, aunque no de forma limitativa, componentes de turbinas, tales como torres (partes), torres completas, secciones de torre divididas (por ejemplo, dos o tres secciones), góndolas (opcionalmente provistas de un rotor), palas (o una cremallera de palas provista de una única pala o que contiene múltiples palas) y una combinación preensamblada de los anteriores en cualquier forma; componentes de cimentación de turbinas eólicas, tales como monopilotes, piezas de transición, jaulas anódicas (o una torre de jaulas anódicas que contenga múltiples jaulas anódicas) y todo tipo de cimientos forrados; y artículos generales, tales como, aunque no de forma limitativa, contenedores de suministro de cualquier tipo, equipo de instalación de turbinas eólicas mar adentro (cimientos), y piezas de repuesto de embarcaciones y equipos. El peso de los objetos es irrelevante para la invención, pero los objetos que pesen 350 toneladas (una sección de torre dividida, por ejemplo) y hasta 1600 toneladas (un monopilote o cimiento forrado) y más, pueden elevarse con el soporte del dispositivo inventado.

45 El punto o los puntos de elevación pueden estar ubicados en cualquier parte del objeto que se va a elevar, o pueden comprender una superficie de elevación, como cuando se usa un marco de suspensión o una eslinga para la elevación. El punto de elevación comprende preferiblemente una parte superior o un extremo del objeto.

50 Según una realización de la invención, la superficie de apoyo está conectada a la plataforma de manera que impida sustancialmente su movimiento con respecto a la plataforma en las direcciones de ronza y avance y retroceso. En

esta realización, la superficie de apoyo está conectada a la cubierta de manera que se mueve sustancialmente junto con los movimientos de la cubierta de la embarcación en las direcciones de ronza y avance y retroceso.

5 La primera altura de la superficie de apoyo con respecto a la altura de una cubierta de la embarcación puede elegirse según las circunstancias. La superficie de apoyo colocada a la primera altura puede estar nivelada con la cubierta, por ejemplo, o por debajo de la cubierta o por encima de la cubierta. Una realización útil se refiere a un dispositivo en donde la primera altura de la superficie de apoyo está por encima de la cubierta.

10 La segunda altura de la superficie de apoyo con respecto a la altura de una cubierta de la embarcación también puede elegirse según las circunstancias, siempre que sea inferior a la primera altura. La superficie de apoyo colocada a la segunda altura puede estar nivelada con la cubierta, por ejemplo, o por debajo de la cubierta o por encima de la cubierta. Una realización útil proporciona un dispositivo en donde la segunda altura de la superficie de apoyo está por encima de la cubierta.

15 La acción de altura de retracción del dispositivo, es decir, la diferencia entre la primera y la segunda altura que el dispositivo es capaz de superar, se puede determinar según las prácticas de ingeniería conocidas para cada operación de elevación específica. El dispositivo inventado proporciona la flexibilidad de construirse a medida según las necesidades del cliente, teniendo en cuenta la embarcación específica desde la que debe operar, las dimensiones y el peso máximos específicos del objeto a elevar, las limitaciones operativas de la grúa y los estados del mar en que se desea operar de manera segura. Al realizar un análisis de movimiento para todas las elevaciones específicas, se puede identificar el peor escenario posible y se pueden definir la altura máxima de retracción y el tamaño de la superficie de apoyo del dispositivo. Un escenario de este tipo hace además que el dispositivo sea adecuado y a prueba de fallos para elevar objetos menos críticos.

20 Las realizaciones útiles de la invención proporcionan un dispositivo en donde la diferencia entre la primera y la segunda altura (la acción de altura de retracción) es superior a 0,5 m, más preferiblemente superior a 0,75 m, aún más preferiblemente superior a 1 m, aún más preferiblemente superior a 1,25 y con máxima preferencia superior a 1,5 m. En otras realizaciones útiles, la acción de altura de retracción es inferior a 3 m, aún más preferiblemente inferior a 2,5 m, aún más preferiblemente inferior a 2,0 m, y con máxima preferencia inferior a 1,75 m.

30 La velocidad de descenso de la superficie de apoyo también se puede elegir dentro de un amplio rango, dependiendo de las circunstancias actuales, por ejemplo, dependiendo de la velocidad de elevación máxima ofrecida por la grúa de elevación. Una realización de la invención proporciona un dispositivo en donde la grúa de elevación tiene una velocidad de elevación máxima, y el sistema accionador del dispositivo está configurado para bajar la superficie a una velocidad de descenso superior al 10 % de la velocidad máxima de elevación, más preferiblemente superior al 25 % de la velocidad máxima de elevación, y aún más preferiblemente superior al 50 % de la velocidad máxima de elevación.

35 Se prefiere que la retracción o descenso de la superficie de apoyo desde la primera altura hasta la segunda altura se produzca de forma relativamente rápida para evitar cualquier colisión o nuevo choque del objeto elevado con partes de la embarcación, que también puede ser la propia superficie de apoyo. Una realización útil de la misma proporciona un dispositivo en donde el sistema accionador está configurado para bajar la superficie de apoyo con una aceleración de descenso superior al 10 % de la aceleración gravitacional, más preferiblemente superior al 25 % de la aceleración gravitacional, aún más preferiblemente superior al 50 % de la aceleración gravitacional y, con máxima preferencia, sustancialmente igual o incluso superior a la aceleración gravitacional.

40 Según la reivindicación 1, el sistema accionador comprende medios de variación de la distancia proporcionados entre la superficie de apoyo y una superficie base, y configurados para variar la distancia en la dirección de ascenso y descenso entre la superficie de apoyo y la superficie base. La superficie base proporciona un soporte sustancialmente rígido para los medios de variación de la distancia y permite que esos medios “empujen” la superficie de apoyo y un objeto colocado sobre la misma alejándolos de la superficie base. La superficie base absorbe el peso del objeto, transmitido por la superficie de apoyo y los medios de variación de la distancia, a la cubierta de la embarcación.

50 Una realización conveniente proporciona medios de variación de la distancia que comprenden unidades de cilindro-pistón.

55 Para proporcionar una conexión relativamente rígida entre la primera y la segunda superficie en la dirección de ascenso y descenso, pero también en otras direcciones, una realización proporciona un dispositivo en donde los medios de variación de la distancia tienen cada uno un eje longitudinal y el eje longitudinal de algunos medios de variación de la distancia se extiende en la dirección de ascenso y descenso, mientras que el eje longitudinal de otros medios de variación de la distancia se extiende en un ángulo agudo distinto de cero con la dirección de ascenso y descenso. El ángulo agudo distinto de cero oscila preferiblemente entre 20-70°, más preferiblemente entre 30-60°, y con máxima preferencia entre 40-50°.

60 En una realización útil de la invención, la superficie de apoyo está proporcionada por al menos una plataforma de soporte que está conectada a la cubierta de la embarcación flotante. Una plataforma de soporte puede ser lo suficientemente fuerte como para transportar (parte de) un objeto a transportar en la cubierta de la embarcación flotante. El número de plataformas de soporte se puede elegir dentro de un amplio rango, dependiendo de las dimensiones del objeto a elevar y de otras consideraciones prácticas. Cuando se usa una plataforma de soporte, una superficie superior de dicha plataforma proporciona la superficie de apoyo. La plataforma de soporte puede moverse en una dirección de ascenso y descenso desde una posición en que la superficie de apoyo está a la primera altura a una posición en que la superficie

de apoyo está a una segunda altura que es inferior a la primera altura. La plataforma de soporte también puede moverse en una dirección de ascenso y descenso desde una posición en que la superficie de apoyo está a la segunda altura a una posición en que la superficie de apoyo está a una primera altura que es inferior a la segunda altura.

5 Según la reivindicación 1, la plataforma base se puede mover a través de la cubierta de la embarcación flotante, por ejemplo, proporcionando rieles en la cubierta y dotando a la plataforma base de ruedas. En una realización preferida, la plataforma base comprende dos placas entre las que se disponen los medios de variación de la distancia. Una placa superior se puede mover mediante los medios de variación de la distancia con respecto a una placa base. Cuando una plataforma base se desliza por debajo de una plataforma de soporte, la plataforma de soporte puede bajarse o elevarse en la dirección de ascenso y descenso con respecto a la cubierta de la embarcación flotante bajando o elevando la placa superior de la plataforma base con respecto a la placa base de la plataforma base. De esta manera, la superficie de apoyo puede bajarse o elevarse convenientemente. El sistema accionador de la invención en esta realización comprende al menos la plataforma base y los medios de variación de la distancia que actúan para bajar o elevar la placa superior de la plataforma base.

15 Otra realización útil se refiere a un dispositivo en donde los componentes del sistema accionador están interconectados mediante un sistema hidráulico que comprende una bomba o una unidad de alta presión y/o un acumulador. El sistema hidráulico puede comprender unidades de cilindro-pistón como medios de variación de la distancia. Dichas unidades cilindro-pistón comprenden típicamente un lado de pistón y un lado de presión, estando este último conectado hidráulicamente a una bomba o acumulador para presurizar las unidades de cilindro-pistón. La presurización de las unidades de cilindro-pistón hace que el pistón se extienda desde el cilindro, mientras que la despresurización hace que el pistón se retraiga.

Una realización útil que ofrece flexibilidad proporciona un dispositivo en donde la superficie base está proporcionada por una parte de la cubierta. Esta realización proporciona una superficie base fija. Otra realización de la invención propone un dispositivo en donde la superficie base está proporcionada por una estructura base configurada para moverse a través de la cubierta de la embarcación en al menos una de las direcciones de avance y retroceso y ronzá, o en una dirección en un ángulo agudo distinto de cero con una de estas direcciones.

25 Otra realización más se refiere a un dispositivo en donde la cubierta soporta una pluralidad de superficies de apoyo y la estructura base está configurada para moverse a través de la cubierta de la embarcación hasta una posición por debajo de cada superficie de apoyo. Esta realización permite almacenar y asegurar una pluralidad de objetos en la embarcación, en particular en la pluralidad de superficies de apoyo, y usar una o una cantidad limitada de estructuras base. En el caso de múltiples estructuras base, estas pueden controlarse por separado o en combinación. Se puede usar una pluralidad de estructuras de base que se controlan en combinación para almacenar un objeto grande en la pluralidad de superficies de apoyo, de modo que dicho objeto pueda compensarse en la dirección de ascenso y descenso en múltiples superficies de apoyo mediante múltiples estructuras base que trabajan juntas.

En otra realización de la invención, se proporciona un dispositivo en donde la estructura base está dotada de ruedas y se puede mover a través de la cubierta sobre rieles proporcionados en la cubierta.

40 Para poder acomodar pesos relativamente grandes de algunos objetos, un dispositivo según una realización, comprende ruedas proporcionadas en un tren de rodaje, tal como un bogie. Dicha realización del sistema de tracción de la superficie base esparce de manera eficiente las cargas causadas por el peso del objeto.

45 Según una realización de la invención, el dispositivo comprende un detector configurado para determinar el instante en el tiempo en que el objeto se eleva de la superficie. Se puede usar cualquier dispositivo, persona o método conocido en la técnica para este propósito. Por ejemplo, es posible detectar el instante en el tiempo en que un operador humano, por ejemplo, el operario de la grúa de elevación, eleva el objeto de la superficie. También es posible que el detector comprenda medios ópticos, tales como una cámara dirigida a la superficie de apoyo. Una realización útil de la invención proporciona un dispositivo en donde el detector comprende un sensor de fuerza proporcionado en la superficie de apoyo. Un sensor de fuerza, o una pluralidad de sensores de fuerza, proporcionados en la superficie de apoyo detectarán una fuerza cuando un objeto sea soportado por la superficie de soporte. Dicha fuerza disminuirá a un valor insignificante o nulo cuando un objeto haya abandonado la superficie de apoyo. Por lo tanto, la medición de la fuerza arroja información sobre el instante en el tiempo en que el objeto se eleva de la superficie. Otra realización puede usar un sistema de medición de carga proporcionado en la grúa de elevación. Cuando el sistema de medición de carga de la grúa registre realmente el peso total o una parte predefinida del peso del objeto, esto corresponderá al instante en el tiempo.

55 La salida del detector hace que una señal de control al sistema accionador del dispositivo inventado retraiga la superficie de apoyo. La señal de control puede transmitirse por cualquier medio de la técnica, tal como, por ejemplo, mediante un sistema inalámbrico.

60 Otra realización más se refiere a un dispositivo en donde un medio de monitorización está configurado para determinar el instante óptimo en el tiempo en que se va a elevar el objeto monitorizando los movimientos periódicos de la embarcación en la dirección vertical en la ubicación del objeto. Dichos medios de monitorización son conocidos de por sí y pueden comprender un acelerómetro y/o un giroscopio y/o una unidad de referencia de movimiento y/u otros sensores. Preferiblemente, los medios de monitorización están configurados para determinar una altura máxima de la embarcación en la ubicación del objeto en la dirección vertical. Entonces puede ser deseable iniciar la operación de elevación en un

instante en el tiempo en que la embarcación flotante en la ubicación del objeto experimente una altura máxima en la dirección vertical en su movimiento periódico. El objetivo de los medios de monitorización opcionales es prever el instante en el tiempo en que se inicia preferiblemente la operación de elevación o, en otras palabras, determinar el instante en el tiempo previsto para la elevación. El objetivo del detector opcional es determinar realmente este instante en el tiempo.

5 El dispositivo de la invención puede ser operado por un operador de la embarcación, la grúa o cualquier otro componente del dispositivo. Por ejemplo, un operador de la grúa puede operar la grúa en un instante en el tiempo para elevar un objeto de una superficie de apoyo y operar casi simultáneamente el sistema accionador para bajar la superficie de apoyo con respecto a la plataforma en ese instante en el tiempo hasta una segunda altura en la dirección de ascenso y descenso a una velocidad de descenso. En esta realización, el operador funciona como el detector reivindicado. También puede ver los valores de salida del detector y, cuando estos valores están sujetos a un cambio repentino, operar el sistema accionador en respuesta a la salida del detector.

15 En una realización útil de la invención, el dispositivo comprende además un sistema de control configurado para generar señales de control para el sistema accionador en respuesta a la salida del detector. En particular, dicho sistema de control puede configurarse para generar señales de control para el sistema accionador que hacen que la superficie de apoyo baje con respecto a la plataforma en un instante determinado hasta una segunda altura en la dirección de ascenso y descenso a una velocidad de descenso, en respuesta a una salida del detector que está sometida a un cambio repentino en ese instante en el tiempo.

20 El posicionamiento preciso del objeto a elevar puede mejorarse mediante una realización del dispositivo inventado en que la embarcación comprenda un sistema de posicionamiento dinámico (DP) o de amarre. Dichos sistemas, conocidos de por sí, permiten mantener una embarcación en una posición relativamente constante con respecto a un fondo submarino y/o en una posición relativamente constante con respecto a la grúa, al menos dentro de algunas tolerancias, sin utilizar postes, como en una plataforma de elevación, por ejemplo. El sistema de amarre puede comprender varias líneas de amarre, dotadas en un extremo de un medio adecuado para conectarse al fondo submarino o de un medio para conectarse a otra estructura, y en el otro extremo proporcionadas alrededor de un cabrestante u otro medio adecuado de recepción/descarga. El número de líneas de amarre se puede elegir convenientemente entre uno y cualquier número, por ejemplo 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 o incluso más. El objetivo del sistema de posicionamiento es mantener la posición real de la embarcación flotante en relación con el fondo submarino o con la grúa utilizada para la elevación dentro de una distancia segura de la posición de la grúa, lo que permite operaciones de elevación seguras.

35 El dispositivo es particularmente útil para elevar un elemento de cemento de una turbina eólica y proporcionar el elemento de cemento en un fondo submarino desde la cubierta de una embarcación, preferiblemente una embarcación flotante, según los métodos explicados en las reivindicaciones adjuntas.

40 Un propósito particularmente útil de la invención es ayudar a elevar un objeto de una embarcación flotante que, por sí misma, puede carecer de una grúa adecuada para elevar el objeto, empleando una grúa de elevación proporcionada en otra embarcación flotante o elevada, o en cualquier otra posible base de soporte diferente de la embarcación flotante. Después de haber elevado el objeto desde la embarcación flotante, el objeto puede colocarse directamente sobre un fondo submarino o en el mismo. Sin embargo, también puede colocarse en la cubierta de la propia embarcación flotante, o puede colocarse en la cubierta de otra plataforma de soporte adicional dentro del alcance de la grúa, que puede ser la cubierta de otra embarcación flotante o de elevación. Otra posibilidad consiste en colocar el objeto sobre una parte de generador de turbina eólica (WTG) instalado previamente, o en una pared de un muelle, espigón, plataforma petrolífera y similares.

45 Otro aspecto la presente invención se refiere a un método según la reivindicación 16.

50 Una realización del método inventado comprende además bajar el objeto sobre y dentro del fondo submarino y desacoplar el objeto de la grúa de elevación. Como se mencionó anteriormente, el método también puede comprender bajar el objeto sobre cualquier otra base de soporte, tal como en la cubierta de la embarcación que acomoda la grúa de elevación, o en la cubierta de otra plataforma que no esté necesariamente bajo el agua, sino que también pueda estar por encima del agua, tal como una base instalada previamente, otra embarcación de elevación o la pared de un muelle, por ejemplo.

55 Otra realización útil del método comprende además determinar el instante en el tiempo en que se va a elevar el objeto monitorizando los movimientos periódicos de la embarcación en la dirección de ascenso y descenso. El instante en que se va a elevar el objeto corresponde preferiblemente a una altura máxima de la embarcación en la dirección vertical en la ubicación del objeto.

60 Otra realización útil del método comprende determinar el instante en el tiempo en que un detector eleva el objeto de la superficie.

65 Sin embargo, otras realizaciones útiles del método son aquellas en donde la superficie de apoyo está conectada a la plataforma y su movimiento con respecto a la plataforma se evita sustancialmente en las direcciones de ronza y avance y retroceso; en donde la primera altura de la superficie de apoyo está por encima de la cubierta; en donde la segunda altura de la superficie de apoyo está por encima de la cubierta; en donde la diferencia entre la primera y la segunda altura es superior a 0,5 m, más preferiblemente superior a 1 m, más preferiblemente inferior a 2 m y aún más preferiblemente inferior

a 1,5 m; en donde la grúa de elevación tiene una velocidad de elevación máxima, y el sistema accionador baja la superficie a una velocidad de descenso superior al 10 % de la velocidad máxima de elevación, más preferiblemente superior al 25 % de la velocidad máxima de elevación, y aún más preferiblemente superior al 50 % de la velocidad máxima de elevación; en donde el sistema accionador baja la superficie con una aceleración descendente sustancialmente igual a la aceleración gravitacional; en donde la distancia en la dirección de ascenso y descenso entre la superficie de apoyo y la superficie base se varía mediante el sistema accionador que comprende medios de variación de la distancia proporcionados entre la superficie de apoyo y una superficie base; en donde la distancia en la dirección de ascenso y descenso entre la superficie de apoyo y la superficie base varía mediante unidades de cilindro-pistón; en donde la superficie base se mueve a través de la cubierta de la embarcación en al menos una de las direcciones de avance y retroceso y ronza; en donde la estructura base se mueve a través de la cubierta de la embarcación hasta una posición por debajo de cada una de una pluralidad de superficies de apoyo; en donde la estructura base se mueve a través de la cubierta sobre rieles proporcionados en la cubierta; en donde el sensor mide los movimientos impuestos a la embarcación en la ubicación de la plataforma de soporte y determina el instante óptimo en el tiempo para iniciar las operaciones de elevación; en donde el caso del detector temporal en que el objeto se eleva de la superficie se determina mediante un sensor de fuerza proporcionado en la superficie de apoyo, o mediante cualquier otro sensor adecuado; en donde un sistema de control genera señales de control para el sistema accionador en respuesta a la salida del detector, preferiblemente el sensor de fuerza; y/o en donde la embarcación es una embarcación flotante y su posición está regulada por un sistema de posicionamiento dinámico (DP) o de amarre.

Se establece expresamente que las realizaciones de la invención descritas en la presente solicitud de patente pueden combinarse en cualquier posible combinación de estas realizaciones, y que cada realización puede formar individualmente el objeto de una solicitud de patente divisionaria.

#### Breve descripción de las figuras

A continuación, se describirá la invención con relación a las siguientes figuras, sin, no obstante, limitarse a las mismas. En las figuras:

la figura 1 representa una vista esquemática en perspectiva de una embarcación flotante dotada de objetos y un dispositivo para elevar los objetos según una realización de la invención en que se opera una grúa de elevación desde una plataforma de elevación;

la figura 2 representa una vista esquemática en perspectiva de una embarcación flotante dotada de objetos y un dispositivo para elevar los objetos según la realización de la figura 1, pero en que se opera una grúa de elevación desde otra embarcación flotante;

la figura 3A representa una vista esquemática en perspectiva de una embarcación flotante dotada de objetos y un dispositivo para elevar los objetos según otra realización de la invención en que se opera una grúa de elevación desde una embarcación flotante;

la figura 3B representa una vista esquemática en perspectiva de una embarcación flotante dotada de objetos y un dispositivo para elevar los objetos según la realización de la figura 3 A, pero en que se opera una grúa de elevación desde una plataforma de elevación;

la figura 4 representa una vista esquemática en perspectiva de un dispositivo según una realización de la invención;

la figura 5 representa una vista esquemática en perspectiva de un dispositivo según otra realización de la invención;

la figura 6 representa una vista esquemática en sección transversal lateral de un dispositivo según otra realización más de la invención; y, finalmente

la figura 7 representa una vista esquemática en sección transversal lateral de un dispositivo según otra realización más de la invención.

#### Descripción de las realizaciones ilustrativas

Haciendo referencia a la figura 1, se muestra una embarcación 1 que está equipada con una pluralidad de dispositivos 2 según una realización de la invención. La embarcación 1 flota libremente y puede representar, por ejemplo, una barcaza o embarcación de suministro de plataforma. El dispositivo 2 se usa para ayudar a elevar un monopilote 3 desde la cubierta 4 de la embarcación 1. Otros objetos que elevar pueden estar presentes en la cubierta 4 de la embarcación 1, tales como las piezas 3a de transición.

Una plataforma 30 de elevación está colocada junto a la embarcación flotante 1 y soporta una grúa 5 de elevación, proporcionada de forma giratoria alrededor de un eje vertical sobre una base. La grúa 5 está dotada de cables 5a de elevación y, en un extremo exterior libre de la misma, de un bloque 5b de elevación con un gancho 5c, del que se puede suspender un monopilote 3 durante el uso proporcionando el monopilote 3 en eslingas 31, unidas a los extremos

de un marco 32 de transporte. La plataforma 30 de elevación se estabiliza con respecto al fondo submarino mediante postes 33 que descansan sobre el fondo submarino, y la elevación se ejecuta preferiblemente en la posición elevada.

La figura 2 muestra otra realización en que la grúa 5 de elevación está soportada por una segunda embarcación flotante 40, proporcionada junto a la embarcación flotante 1 en que se almacenan los monopolites 3 que se van a elevar. En la realización mostrada en la figura 2, la embarcación 40 puede estar equipada con un sistema de posicionamiento dinámico y/o amarre (no mostrado), conocido de por sí. La embarcación flotante 40 en esta realización es capaz de mantener el control de sus movimientos de guiñada, avance y retroceso y ronza, y limitar estos movimientos a distancias permitidas predeterminadas. Esta realización es fundamental para reducir aún más el riesgo de dañar la grúa 5 de elevación durante la elevación del monopolite 3, ya que los movimientos de la grúa 5 de elevación con respecto a los monopolites 3 que se van a elevar se mantienen dentro de las distancias permitidas mediante el sistema de posicionamiento dinámico y/o amarre.

Como se muestra en las figuras 1 a 3B, los objetos a elevar, tales como los monopolites 3 y las piezas 3a de transición, se soportan en plataformas 6 de soporte, proporcionadas en la cubierta 4 de la embarcación 1. Las plataformas 6 de soporte mostradas están dimensionadas para fijar una pieza 3a de transición o un monopolite 3 a la plataforma 4 durante el transporte y antes de elevarla. Puede ser necesaria una pluralidad de plataformas 6 de soporte para soportar un monopolite 3, por ejemplo, dos en cada extremo del monopolite 3, y conectadas a la cubierta 4 de la embarcación 1. También se pueden proporcionar varias plataformas 6 a lo largo de una línea para soportar diferentes objetos. Por ejemplo, en la realización mostrada en las figuras 1 y 2, dos plataformas 6 de soporte portadoras de un monopolite 3 están alineadas con una plataforma 6 de soporte portadora de una pieza 3a de transición. Esta disposición se repite en una dirección 8 de ronza. Esto puede tener varias ventajas, como se explicará más adelante.

Un dispositivo 2 según una realización de la invención se muestra en mayor detalle en la figura 4 y comprende una superficie 6a de soporte para el monopolite 3 proporcionada a una primera altura 11 en una dirección 10 de ascenso y descenso con respecto a la cubierta 4, un sensor que mide los movimientos impuestos sobre la embarcación 1, su cubierta 4 en la ubicación de la plataforma 6 para determinar el instante óptimo en el tiempo para iniciar las operaciones de elevación, una grúa 5 de elevación configurada para recoger el monopolite 3 de la superficie 6a de soporte en un punto de elevación del mismo a una velocidad de elevación; un detector configurado para determinar el instante en el tiempo el que el monopolite 3 se eleva de la superficie 6a; y un sistema accionador configurado para bajar la superficie 6a de soporte con respecto a la plataforma 4 en el instante en el tiempo hasta una segunda altura 12 en la dirección 10 de ascenso y descenso hacia la plataforma 4 a una velocidad de descenso.

La superficie 6a de soporte comprende una superficie superior de una plataforma 6 de soporte que está conectada a la cubierta 4 de la embarcación flotante 1. Como se muestra, la plataforma 6 de soporte puede comprender un marco sustancialmente cuadrado de vigas 60 laterales de acero soldadas o atornilladas, reforzadas con vigas 61 transversales de acero. Los bordes superiores de las vigas 60 laterales y las vigas 61 transversales definen una superficie 6a de soporte para elevar el monopolite 3. La plataforma 6 de soporte está conectada a la plataforma 4 mediante cuatro postes 62 de esquina reforzados con placas 63 de contrafuerte y soldados a la plataforma 4. Esta conexión evita que la plataforma 6 de soporte se mueva en un plano horizontal (definido por una dirección 7 de avance y retroceso y una dirección 8 de ronza) con respecto a la cubierta 4 de la embarcación. Como consecuencia, la superficie 6a de soporte está conectada a la plataforma 4 de manera que impida sustancialmente su movimiento con respecto a la plataforma 4 en las direcciones de ronza y avance y retroceso. Los 62 postes de conexión pueden estar presentes en cualquier número que no sea cuatro y la plataforma 6 de soporte de la invención no debe limitarse a una geometría cuadrada o rectangular, sino que también puede tener una forma diferente.

La superficie 6a de soporte de la plataforma 6 de soporte comprende además una serie de orificios 9 de atornillado a los que se puede fijar un estándar industrial específico para el objeto que se va a elevar, o un sistema de sujeción al mar especialmente diseñado para el objeto específico que se va a elevar. Por ejemplo, los perfiles 34 de fijación al mar específicos para acomodar un monopolite 3 podrían unirse a la plataforma de soporte mediante atornillado. La plataforma 6 de soporte no tiene que tener necesariamente orificios 9 para pernos, pero la sujeción al mar específica para el objeto también se puede soldar a la plataforma 6, en cuya realización la superficie 6a de soporte puede ser continua para hacer posible la soldadura en toda la superficie 6a. La unión de la plataforma 6 de soporte a la cubierta 4 de la embarcación 1 y la propia plataforma 6 están diseñadas de tal manera que todas las fuerzas inducidas por la embarcación 1 sobre la propia plataforma 6 de soporte y sobre el objeto que se va a elevar y su sujeción específica al mar en la superficie 6a de soporte de la plataforma 6 de soporte puedan acomodarse durante la carga designada, durante el tránsito/navegación y en las condiciones de trabajo que se producen durante la elevación.

Según muestra además la figura 4, la plataforma 6 de soporte no está fijada a la cubierta 4 de la embarcación en una dirección vertical con respecto a la cubierta 4 de la embarcación (correspondiente a una dirección de ascenso y descenso 10), sino que puede moverse (descender o elevarse) con respecto a la cubierta 4 desde una primera altura 11, como se muestra en la posición a la izquierda de la figura 4, a una segunda altura 12 inferior, como se muestra en la posición a la derecha de la figura 4. La plataforma 6 de soporte también puede moverse en una dirección opuesta, es decir, desde la segunda altura 12 hacia arriba hasta la primera altura 11. Durante el transporte de la embarcación flotante 1 y con la plataforma 6 de soporte en uso, el peso natural de la plataforma 6 de soporte puede impedir un movimiento vertical ascendente de la plataforma 6 de soporte, opcionalmente junto con el peso natural de la sujeción al mar específica del objeto y el peso natural del propio objeto. Cuando la plataforma 6 de soporte no está en uso, es

decir, cuando la plataforma 6 de soporte no está cargada con una sujeción al mar o con un objeto que se va a elevar por encima, la plataforma 6 de soporte puede estar equipada con un sistema de bloqueo provisional para evitar los movimientos ascendentes. Un sistema de bloqueo de este tipo puede comprender, por ejemplo, un sistema de bloqueo con orificios (no mostrado), y es particularmente útil cuando el peso natural de la plataforma 6 de soporte es insuficiente para evitar los movimientos ascendentes durante el transporte.

La plataforma 6 de soporte está dimensionada de tal manera que una superficie base 13a pueda moverse por debajo de la plataforma 6 de soporte. La superficie base 13a está proporcionada por una estructura de base en forma de una plataforma 13 de base que puede estar conectada de forma móvil a la cubierta 4 de la embarcación flotante 1.

La plataforma 13 de base puede comprender una placa 14 de base, cuya superficie superior define la superficie base 13a y que, en una realización, puede fijarse directamente a la cubierta 4 de la embarcación; una placa superior 15, cuya superficie superior contacta con la plataforma 6 de soporte en algunas posiciones; y un sistema accionador dispuesto entre la placa 14 de base y la placa superior 15, y configurado para cambiar la posición vertical relativa de la placa 14 de base y la placa superior 15 de la plataforma 13 de base. El sistema accionador mostrado comprende medios de variación de la distancia en forma de varias unidades de cilindro-pistón 16, proporcionadas entre la placa 14 de base y la placa superior 15 de la plataforma 13 de base. Una unidad hidráulica de alta presión (HPU) 18 proporciona aceite hidráulico presurizado a las unidades de cilindro-pistón o gatos 16 a través de mangueras hidráulicas 25. Cada una de las unidades cilindro-pistón 16 tiene un eje longitudinal 16a y el eje longitudinal 16a de algunas unidades cilindro-pistón 16 se extiende en la dirección 10 de ascenso y descenso para poder variar la distancia en la dirección 10 de ascenso y descenso entre la superficie 6a de soporte y la superficie base 13a. El eje longitudinal 16a de otras unidades cilindro-pistón 16 dispuestas entre la placa 14 de base y la placa superior 15 de la plataforma 13 de base, se extiende en un ángulo agudo de aproximadamente 45° con la dirección 10 de ascenso y descenso para proporcionar rigidez en esa dirección.

La plataforma 13 de base puede, en la parte inferior de la misma orientada hacia la plataforma 4, estar dotada de varios bogies 17 colocados a lo largo de cada borde lateral de la plataforma 13 de base. Los bogies 17 portan una pluralidad de ruedas 17a que se desplazan sobre rieles 28 proporcionados en la cubierta 4 a lo largo de una vía definida. Esta conexión permite que la plataforma 13 de base se mueva a través de la cubierta 4 de la embarcación 1 en la dirección 7 de avance y retroceso, en la dirección 8 de ronza o en cualquier otra dirección. Las dimensiones laterales de la plataforma 13 de base y su altura están limitadas para permitir que la plataforma 13 de base entre en una plataforma 6 de soporte y coloque la plataforma 13 de base por debajo de la plataforma 6 de soporte, como se muestra a la izquierda de la figura 4, donde la plataforma 6 de soporte se proporciona a una altura 11, pero también debajo de la plataforma 6 de soporte, no mostrada en la figura, donde la plataforma 6 de soporte se proporciona a una altura 12, como se muestra a la derecha de la figura 4. Debe observarse que, en la realización mostrada en la figura 4, se indica que los rieles 28 se extienden en la dirección 7 de avance y retroceso. Sin embargo, la orientación de los rieles 28 y del dispositivo 2 completo puede ser diferente. Esta orientación puede ser, por ejemplo, paralela a la dirección 8 de ronza, o puede ser paralela a otra dirección, formando un ángulo agudo distinto de cero con la dirección 8 de ronza y/o 7 de avance y retroceso.

La plataforma 13 de base puede caber debajo de una plataforma 6 de soporte en una posición en que no se extiende o solo se extiende parcialmente en la dirección vertical (ascenso y descenso). Cuando se colocan debajo de una plataforma 6 de soporte, extender las unidades cilindro-pistón 16 hidráulicas en sentido ascendente aumentará la distancia entre la placa superior 15 y la placa 14 de base de la plataforma 13 de base hasta que una superficie superior de la placa superior 15 entre en contacto con la parte inferior de la plataforma 6 de soporte. Al extender las unidades cilindro-pistón 16 hidráulicas en sentido ascendente, se elevará la plataforma 6 de soporte junto con cualquier elemento de sujeción al mar específico adicional colocado en la parte superior de la plataforma 6 de soporte, así como el objeto real que se va a elevar, por ejemplo, el monopilote 3, hasta una posición en que la plataforma 6 se libere de la cubierta 4 de la embarcación en la dirección vertical, posición en que la altura de la superficie 6a de soporte es igual a la primera altura 11. Esta primera altura 11 está por encima de la altura de la cubierta en la realización mostrada a la izquierda de la figura 4. Llevar la superficie 6a de soporte a una primera altura 11 se realiza preferiblemente justo antes de la propia operación de elevación. La altura de los postes 62 de esquina debe ser tal que la plataforma 6 de soporte pueda elevarse con las unidades cilindro-pistón 16 hidráulicas, al tiempo que restringe los movimientos horizontales en las direcciones x e y (o las direcciones 7 y 8 de avance y retroceso y ronza) con respecto a la embarcación 1. Esto permite aprovechar cualquier momento inducido en el dispositivo 2 por los movimientos de la embarcación sobre el agua. También puede ser útil alinear el centro de gravedad horizontal de la plataforma 13 de base en las direcciones x e y con el centro de gravedad horizontal resultante en las direcciones x e y de la combinación de la plataforma 6 de soporte, la sujeción al mar específica para un objeto y el objeto a elevar. En esta realización, el sistema de elevación hidráulico proporcionado entre la parte superior 15 y la placa 14 de base solo necesitará ser capaz de soportar las fuerzas verticales con respecto a la cubierta 4 de la embarcación. Las fuerzas que actúan en otras direcciones pueden acomodarse mediante las restricciones de movimiento en las direcciones de ronza y avance y retroceso en la conexión (las conexiones 62 de esquina y las placas 63 de contrafuerte) de la plataforma 6 de soporte con la cubierta 4 de la embarcación 1, tanto en una posición elevada como en una posición inferior de la plataforma 6 de soporte. Los gatos 16 hidráulicos inclinados también pueden ser fundamentales para absorber fuerzas no verticales.

En una realización en que la plataforma 13 de base está fijada a la cubierta 4 de la embarcación, la placa 14 de base de la plataforma 13 de base puede actuar como un sistema de dispersión de carga que transfiere sustancialmente todas las cargas a la cubierta 4 de la embarcación. En una realización en que la placa 14 de base

de la plataforma 13 de base no está fijada directamente a la cubierta 4 de la embarcación en una ubicación fija, sino que tiene la opción de moverse, la dispersión de la carga puede lograrse proporcionando a la placa 14 de base múltiples ruedas 17a, dispersando el peso total entre las diferentes ruedas 17a y sobre una parte más larga de los rieles 28 subyacentes. Los rieles 28 se pueden colocar además en la parte superior de una placa de dispersión de carga proporcionada adicionalmente que se fija a la cubierta 4 de la embarcación para dispersar la carga adicional.

En la realización mostrada en las figuras 1 y 2, una pluralidad de plataformas 6 de soporte se colocan en posiciones fijas a través de la cubierta 4 de una embarcación 1. Una realización que tiene una plataforma 13 de base móvil permite usar uno u otro número limitado de plataformas de base y mover la plataforma 13 de base a través de la cubierta 4 de la embarcación 1 hasta una posición por debajo de cada superficie 6a de soporte. En las figuras 1 y 2, se muestran seis plataformas 6 de soporte que reciben servicio de un mínimo de cuatro plataformas 13 de base. De hecho, se proporcionan dos pares de rieles 28 en la plataforma 4 y cada par de rieles 28 porta un mínimo de dos plataformas 13 de base en las figuras 1 y 2 (no visibles en las figuras). Por lo tanto, cada plataforma 13 de base puede dar servicio a múltiples plataformas 6 de soporte. Cada plataforma 13 de base puede operarse por separado de otras plataformas 13 de base en diferentes instantes en el tiempo. También es posible proporcionar múltiples plataformas 13 que funcionen simultáneamente y que el sistema hidráulico actúe en ambas plataformas 13 en combinación para bajar múltiples plataformas 6 de soporte sustancialmente en el mismo momento en el tiempo. Esto es útil, por ejemplo, cuando un objeto más grande, tal como los monopilotes 3, está soportado por dos plataformas 6 de soporte en los extremos, como se muestra. En este caso, las dos superficies de la plataforma 6a de soporte pueden bajarse simultáneamente al elevar el monopilote 3.

Las figuras 3 A (que usa una embarcación 40 con grúa flotante) y 3B (que usa una plataforma 30 de grúa elevable) muestran otras realizaciones de la invención en que se proporcionan ocho plataformas 6 de soporte en la cubierta 4. Las plataformas 6 reciben servicio de dos plataformas 13 de base. De hecho, se proporcionan dos pares de rieles 28 en la cubierta 4 y cada par de rieles 28 porta una plataforma 13 de base (no visible en las figuras). Por lo tanto, cada plataforma 13 de base da servicio a cuatro plataformas de soporte. En esta realización, una plataforma 13 de base en cada par de rieles 28 funciona simultáneamente, ya que el sistema hidráulico actúa sobre ambas plataformas 13 en combinación para bajar las plataformas 6 de soporte dispuestas en los extremos de los monopilotes 3 sustancialmente en el mismo momento en el tiempo.

La segunda altura 12 de la superficie 6a de soporte también puede estar por encima del nivel de la cubierta 4. En la posición de la plataforma 6 de soporte, mostrada a la derecha de la figura 4, se muestra una segunda altura mínima 12. Esta altura mínima corresponde a la altura de la superficie de apoyo de una plataforma 6 de soporte que descansa sobre la cubierta 4 de la embarcación 1. Esta puede ser la posición cuando una plataforma 13 de base no está posicionada por debajo de la plataforma 6 de soporte, como se muestra a la derecha de la figura 4. Sin embargo, la plataforma 13 de base también debería poder, en esta realización, colocarse debajo de la plataforma 6 de soporte cuando está a una altura 12. Esto se puede lograr, por ejemplo, diseñando la altura de la plataforma 13 de base y de la placa superior 15 de manera que la plataforma 13 pueda caber justo debajo de la plataforma 6 de soporte con los gatos hidráulicos 16 completamente retraídos.

La diferencia entre la primera altura 11, alcanzada en una posición elevada de la placa superior 15 de una plataforma 13 de base, y la segunda altura 12, alcanzada en una posición retraída de la placa superior 15 de la plataforma 13 de base, también denominada altura retráctil, puede ser superior a 0,5 m, más preferiblemente superior a 1 m, y también puede restringirse a menos de 2 m, y aún más preferiblemente a menos de 1,5 m. La altura retráctil puede estimarse a partir de la probabilidad de un nuevo impacto según la práctica de ingeniería conocida. Esta probabilidad puede cuantificarse en función de factores externos, tales como, aunque no de forma limitativa, una posible pérdida de valor de un objeto después de un nuevo choque, y/o del dispositivo 2 después de un nuevo choque, y/o de la embarcación flotante 1 después de un nuevo choque, y/o de la grúa de elevación 5 después de un nuevo choque, y/o de la embarcación 30 y/o 40 que sostiene la grúa 5.

Las figuras 6 y 7 muestran esquemáticamente realizaciones de un circuito hidráulico que comprende líneas o mangueras hidráulicas 25 que unen los componentes del sistema accionador, tales como las unidades 16 hidráulicas de cilindro y pistón. El circuito hidráulico puede comprender además una bomba hidráulica en forma de una unidad de alta presión (HPU) 18 para proporcionar presión hidráulica a los componentes, y válvulas para regular el funcionamiento del circuito hidráulico. El circuito hidráulico en particular comprende al menos una unidad 19 de almacenamiento para aceite hidráulico y una HPU 18 para presurizar un extremo inferior de las unidades 16 hidráulicas de cilindro-pistón, proporcionadas entre la placa 14 de base y la placa superior 15 de la plataforma 13 de base. Una válvula 20 de retracción colocada entre los extremos inferiores de las unidades 16 hidráulicas de cilindro-pistón y la unidad 19 de almacenamiento se cierra cuando las unidades 16 hidráulicas de cilindro-pistón se presurizan y la superficie 6a de soporte se coloca a la primera altura 11 en una posición elevada. Después de presurizar, la HPU 18 puede cerrarse mediante una válvula 21 de bomba. Al abrir la válvula 20 de retracción, el aceite escapará de los extremos inferiores de las unidades 16 hidráulicas de cilindro-pistón hacia la unidad 19 de almacenamiento, lo que despresurizará casi instantáneamente las unidades 16 hidráulicas de cilindro-pistón. Esto provocará un descenso rápido de la superficie 6a de soporte hacia la plataforma 4 desde una primera altura 11 hasta una segunda altura 12 (según la posición mostrada en línea de puntos en las figuras 6 y 7) que está más cerca de la plataforma 4 que de la primera altura 11. Bajar la superficie 6a de soporte mientras se eleva el monopilote 3 (simultáneamente) reduce el riesgo de un nuevo impacto, es decir, una colisión del monopilote 3 con partes de la embarcación o con partes colocadas en la cubierta de la embarcación 1.

La válvula 20 de retracción se puede operar de varias maneras. Haciendo referencia a la figura 6, un operador humano 24 de una grúa 5 de elevación puede determinar el instante en el tiempo en que quiere elevar el monopilote 3 de la plataforma

6 de soporte sobre la que está colocado. El operador de la grúa puede guiarse mediante un sensor que mide los movimientos impuestos a la embarcación 1 en la ubicación de la plataforma 6, lo que proporciona retroalimentación sobre el instante óptimo en el tiempo para iniciar las operaciones de elevación. El operador 24 al mismo tiempo, o poco después del inicio de la operación de elevación, abre la válvula 20 de retracción para provocar una bajada repentina de la superficie 6a de soporte.

5 Otra realización, mostrada en la figura 7, usa un detector en forma de uno o más sensores 22 de fuerza proporcionados en la superficie 6a de soporte. El sensor 22 de fuerza puede detectar una fuerza cuando el monopilote 3 está soportado por la superficie 6a de soporte. Esta fuerza puede disminuir a un valor insignificante o nulo cuando el monopilote 3 ha abandonado la superficie 6a de soporte después de que el operador 24 lo haya elevado desde la plataforma 6 de soporte. Esta  
10 disminución repentina de la fuerza proporciona información sobre y/o determina el instante en el tiempo en que el monopilote 3 se ha elevado desde la plataforma 6 de soporte y ha abandonado la superficie 6a de soporte. El sensor 22 de fuerza está acoplado a un controlador 23 configurado para generar señales de control para el sistema accionador en respuesta a la salida del sensor de fuerza. En particular, el controlador 23 puede configurarse para generar una señal de control para abrir la válvula 20 de retracción cuando la fuerza disminuye repentinamente, por ejemplo, con una cantidad predeterminada. Esto  
15 provocará que las unidades 16 de cilindro-pistón se retraigan y, por lo tanto, la superficie 6a de soporte baje con respecto a la plataforma 4 hasta la segunda altura 12 en la dirección 10 de ascenso y descenso a una velocidad de descenso.

La velocidad de descenso puede depender típicamente del circuito hidráulico y sus componentes y puede diseñarse según los principios de ingeniería.

20 Antes de elevar un objeto tal como el monopilote 3, el objeto puede montarse en la grúa 5 de elevación. Para poder elevar el objeto, en algún momento debe soltarse o desengancharse del sistema de sujeción al mar específico del objeto. En casos como cuando se producen estados de alta mar operativos o cuando hay que elevar un objeto con un centro de gravedad vertical relativamente alto, es posible que el sistema de sujeción al mar no se libere hasta poco  
25 tiempo antes de la elevación del objeto. De lo contrario, un objeto de este tipo podría caer sobre la cubierta de la embarcación flotante, ya que es posible que no pueda soportar los movimientos impuestos por el agua y la embarcación 1. En tal caso, se prefiere una realización en que el sistema hidráulico que controla los gatos hidráulicos 16 también pueda conectarse a un sistema hidráulico de sujeción al mar y el sistema se programe de manera que el sistema de sujeción al mar se libere automáticamente (justo) antes de iniciar la operación de elevación y, por lo tanto,  
30 (justo) antes de que la plataforma o plataformas 6 de soporte se retraigan en una dirección 10 de ascenso y descenso hacia la cubierta 4 de la embarcación 1. En otra realización, se puede utilizar un sistema de detección a prueba de fallos que también permita a un operador de una grúa 24 de elevación no solo determinar el momento óptimo en que debe realizarse la elevación, sino también impedir que inicie cualquier elevación en caso de que un sensor del sistema a prueba de fallos informe de que el sistema hidráulico de liberación de la sujeción al mar ha fallado. Dado que la grúa  
35 de elevación no iniciará la elevación del objeto, el dispositivo según la invención tampoco será operativo cuando el objeto esté montado en la grúa de elevación y el sistema de sujeción al mar no libere automáticamente el objeto.

La invención no se limita a las realizaciones descritas anteriormente y también comprende modificaciones de estas, en la medida en que las mismas se encuentren dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (2) para elevar un objeto (3) desde una cubierta (4) de una embarcación (1) sometida a movimientos en una dirección (10) de ascenso y descenso, comprendiendo el dispositivo (2):
  - una plataforma (6) de soporte que se proporcionará en la cubierta (4) y que tiene una superficie (6a) de soporte para el objeto (3) proporcionada a una primera altura (11) en la dirección (10) de ascenso y descenso con respecto a la cubierta (4);
  - una grúa (5) de elevación configurada para recoger el objeto (3) de la superficie (6a) de soporte en un punto de elevación del mismo a una velocidad de elevación; y
  - un sistema accionador configurado para bajar la superficie (6a) de soporte con respecto a la cubierta (4) en el instante en el tiempo en que el objeto se eleva desde la superficie (6a) hasta una segunda altura (12) en la dirección (10) de ascenso y descenso a una velocidad de descenso, en donde el sistema accionador comprende una estructura (13) de plataforma de base que proporciona una superficie base (13a) y medios de variación de la distancia proporcionados entre la superficie (6a) de soporte y la superficie base (13a) y configurada para variar la distancia en la dirección (10) de ascenso y descenso entre la superficie (6a) de soporte y la superficie base (13a);

caracterizado por que la estructura (13) de plataforma de base está configurada para moverse a través de la cubierta (4) de la embarcación (1) en al menos una de las direcciones (7, 8) de avance y retroceso y ronza hasta una posición por debajo de la superficie (6a) de soporte.
2. Dispositivo (2) según la reivindicación 1, que comprende además un detector configurado para determinar el instante en el tiempo en que el objeto (3) se eleva de la superficie (6a).
3. Dispositivo (2) según la reivindicación 1 o 2, que comprende además un medio de monitorización configurado para determinar el instante óptimo en el tiempo en que se va a elevar el objeto (3) monitorizando los movimientos periódicos de la embarcación (1) en la dirección vertical en la ubicación del objeto (3).
4. Dispositivo (2) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos una de las primera y segunda alturas (12) de la superficie (6a) de soporte está por encima de la cubierta (4).
5. Dispositivo (2) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la grúa (5) de elevación tiene una velocidad de elevación máxima, y el sistema accionador está configurado para bajar la superficie (6a) a una velocidad de descenso superior al 10 % de la velocidad máxima de elevación, más preferiblemente superior al 25 % de la velocidad máxima de elevación, y aún más preferiblemente superior al 50 % de la velocidad máxima de elevación.
6. Dispositivo (2) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el sistema accionador está configurado para bajar la superficie (6a) con una aceleración de descenso sustancialmente igual a la aceleración gravitacional.
7. Dispositivo (2) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los medios de variación de la distancia comprenden unidades (16) de cilindro-pistón.
8. Dispositivo (2) según la reivindicación 7, en donde los medios de variación de la distancia tienen cada uno un eje longitudinal (16a) y el eje longitudinal (16a) de algunos medios de variación de la distancia se extiende en la dirección (10) de ascenso y descenso, mientras que el eje longitudinal (16a) de otros medios de variación de la distancia se extiende en un ángulo agudo distinto de cero con la dirección (10) de ascenso y descenso.
9. Dispositivo (2) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los componentes del sistema accionador están interconectados mediante un sistema hidráulico que comprende una bomba (18) y/o un acumulador.
10. Dispositivo (2) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la superficie base (6a) está proporcionada por una parte de la cubierta (4).
11. Dispositivo (2) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la estructura (13) de plataforma de base está dotada de ruedas (17a) que se mueven a través de la cubierta (4) sobre rieles provistos en la cubierta (4).
12. Dispositivo (2) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el detector comprende un sensor (22) de fuerza dispuesto en la superficie (6a) de soporte.

13. Dispositivo (2) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un sistema (23) de control configurado para generar señales de control para el sistema accionador en respuesta a la salida del detector.
- 5 14. Dispositivo (2) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la embarcación (1) es una embarcación flotante y la grúa (5) de elevación se acciona desde una segunda embarcación distinta, en donde la segunda embarcación es una embarcación flotante (40), que comprende un sistema de posicionamiento dinámico (DP) o amarre, o la segunda embarcación es una plataforma (30) de elevación.
- 10 15. Dispositivo (2) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el objeto (3) comprende un elemento de cimienta de una turbina eólica.
- 15 16. Método para elevar un objeto (3) desde una cubierta (4) de una embarcación (1) sometida a movimientos en una dirección (10) de ascenso y descenso, comprendiendo el método:
- 20 -proporcionar un dispositivo (2) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores;  
-posicionar el objeto (3) que se va a elevar sobre una superficie (6a) de soporte para el objeto (3) proporcionada a una primera altura (11) en la dirección (10) de ascenso y descenso con respecto a la cubierta (4);  
-recoger el objeto (3) con una grúa (5) de elevación desde la superficie (6a) de soporte en un punto de elevación del mismo a una velocidad de elevación; y  
-activar el sistema accionador para bajar la superficie (6a) de soporte con respecto a la cubierta (4) en el instante en el tiempo en que el objeto (3) se eleva desde la superficie (6a) hasta una segunda altura (12) en la dirección (10) de ascenso y descenso a una velocidad de descenso.
- 25 17. Método según la reivindicación 16, comprendiendo además el método
- 30 -determinar el instante en el tiempo en que el objeto (3) se eleva de la superficie (6a) mediante un detector.
18. Método según la reivindicación 17, que comprende además determinar el instante en el tiempo en que se va a elevar el objeto (3) monitorizando los movimientos periódicos de la embarcación (1) en la dirección vertical.

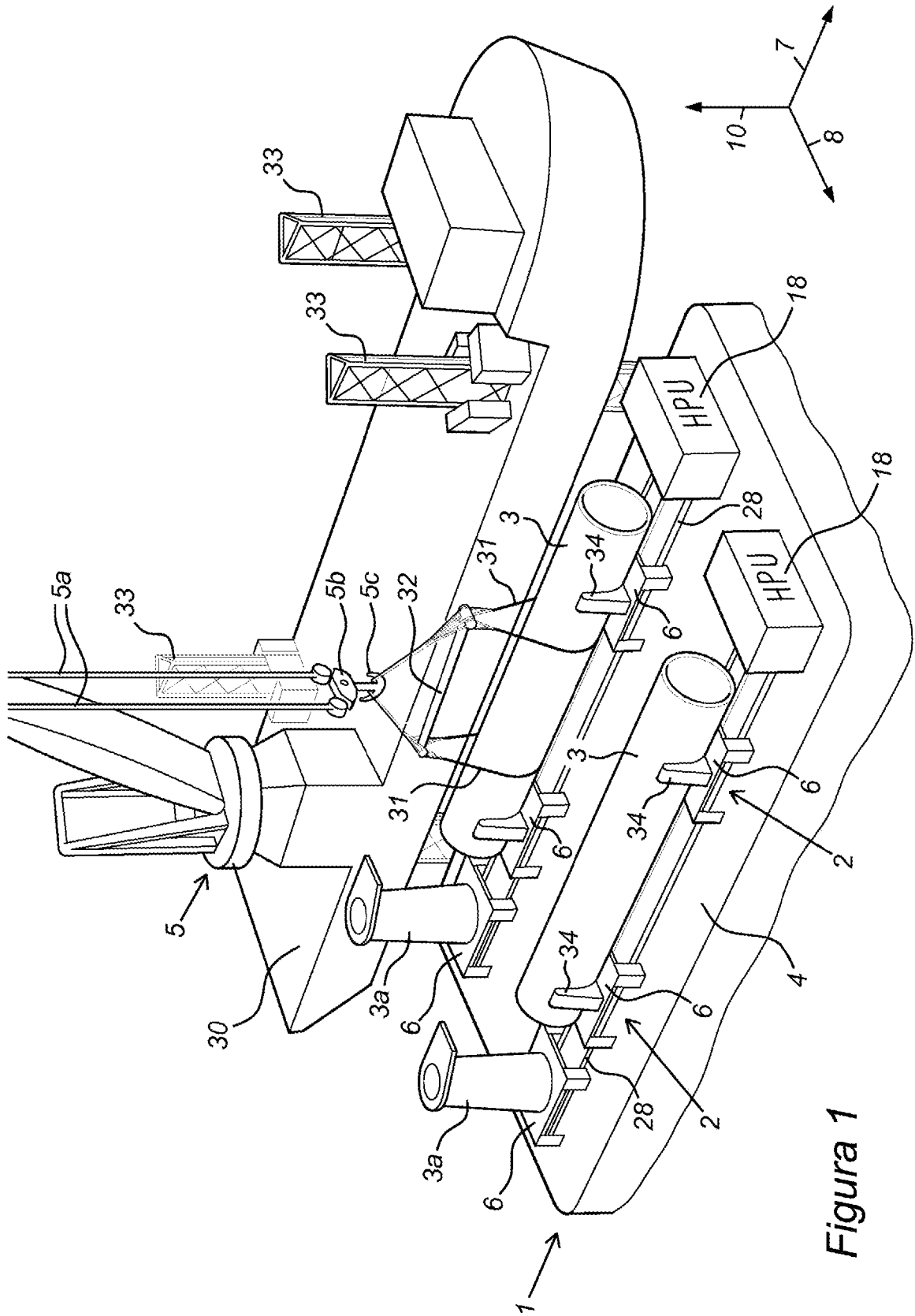


Figure 1

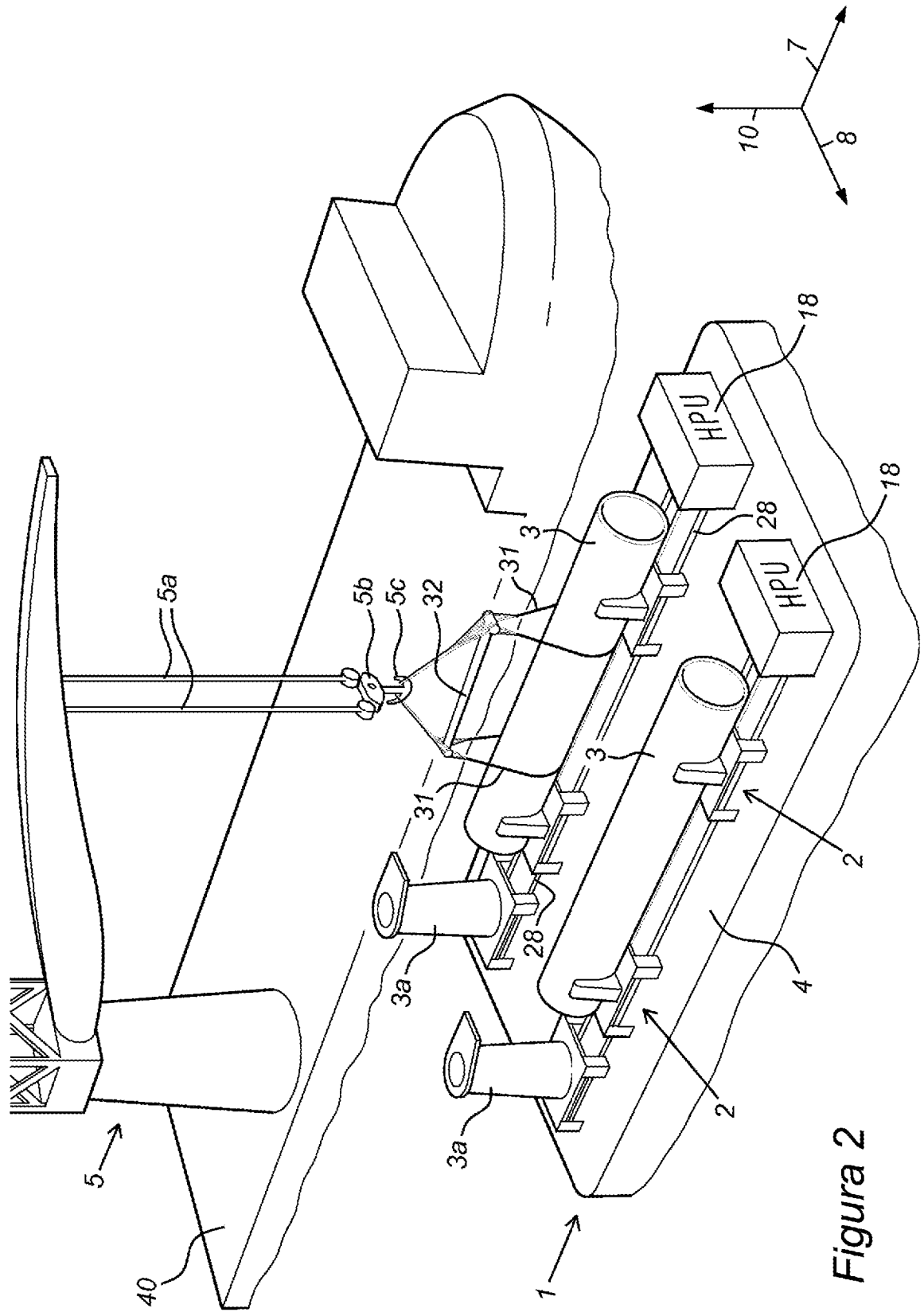


Figura 2

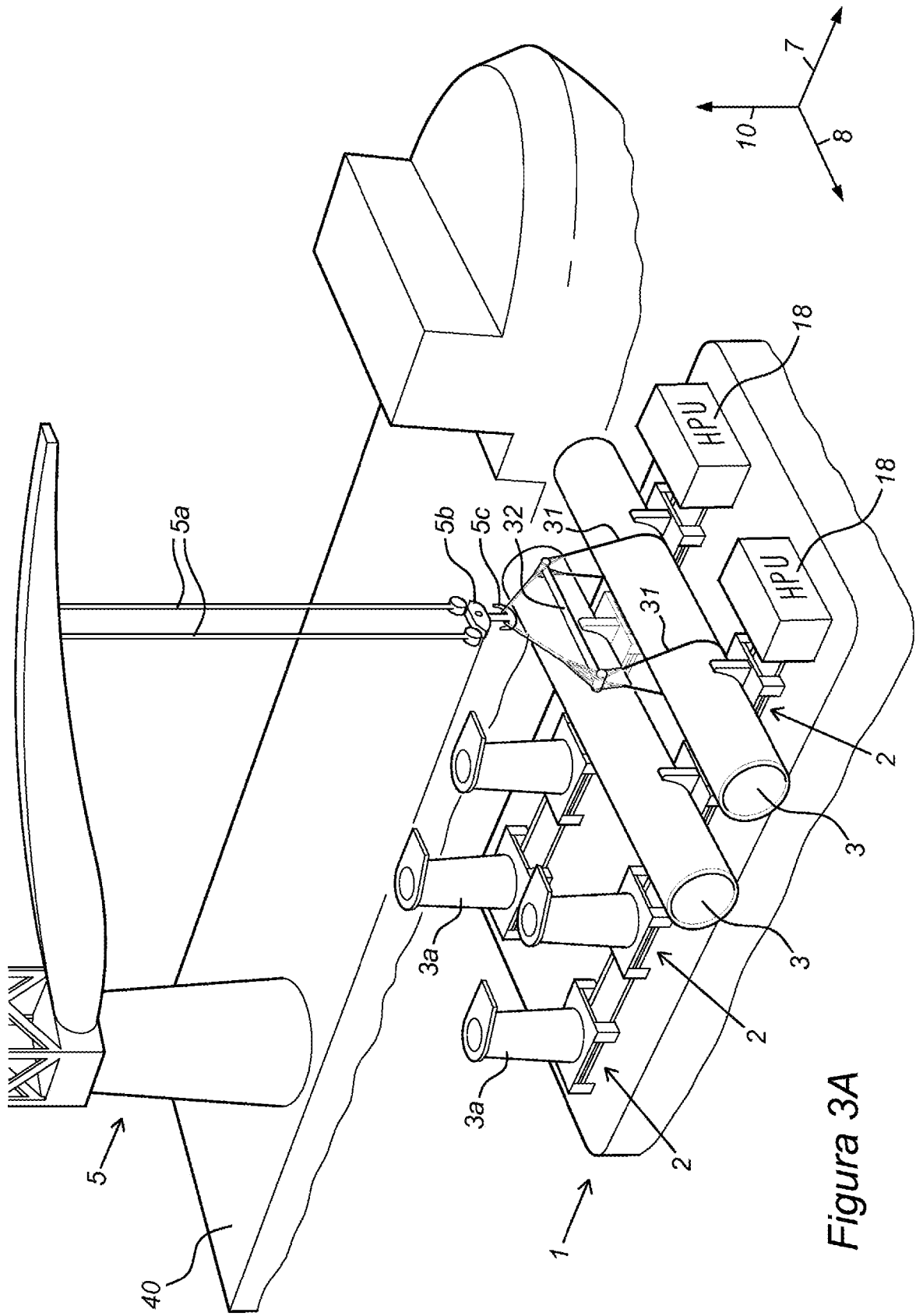


Figura 3A

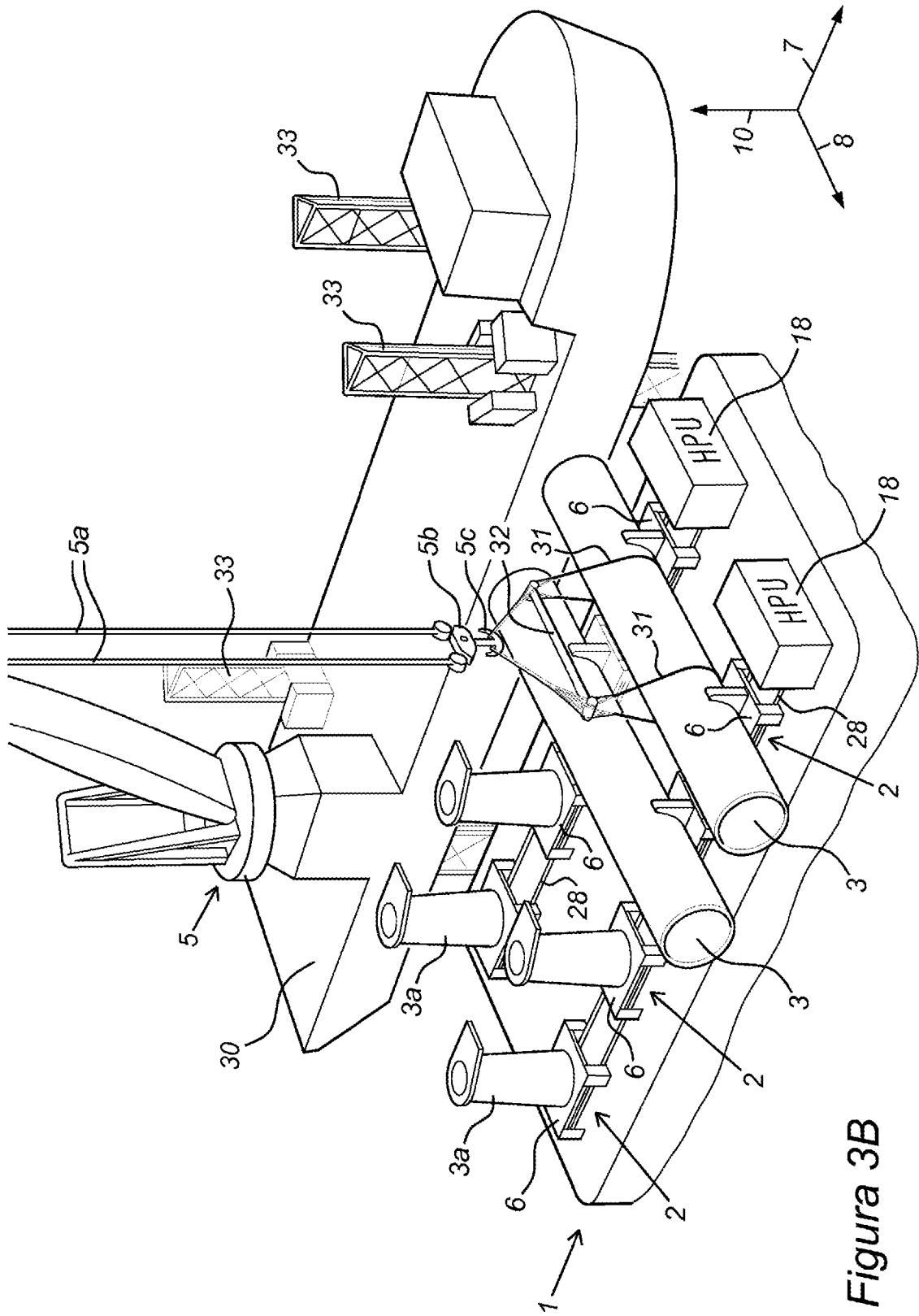


Figura 3B



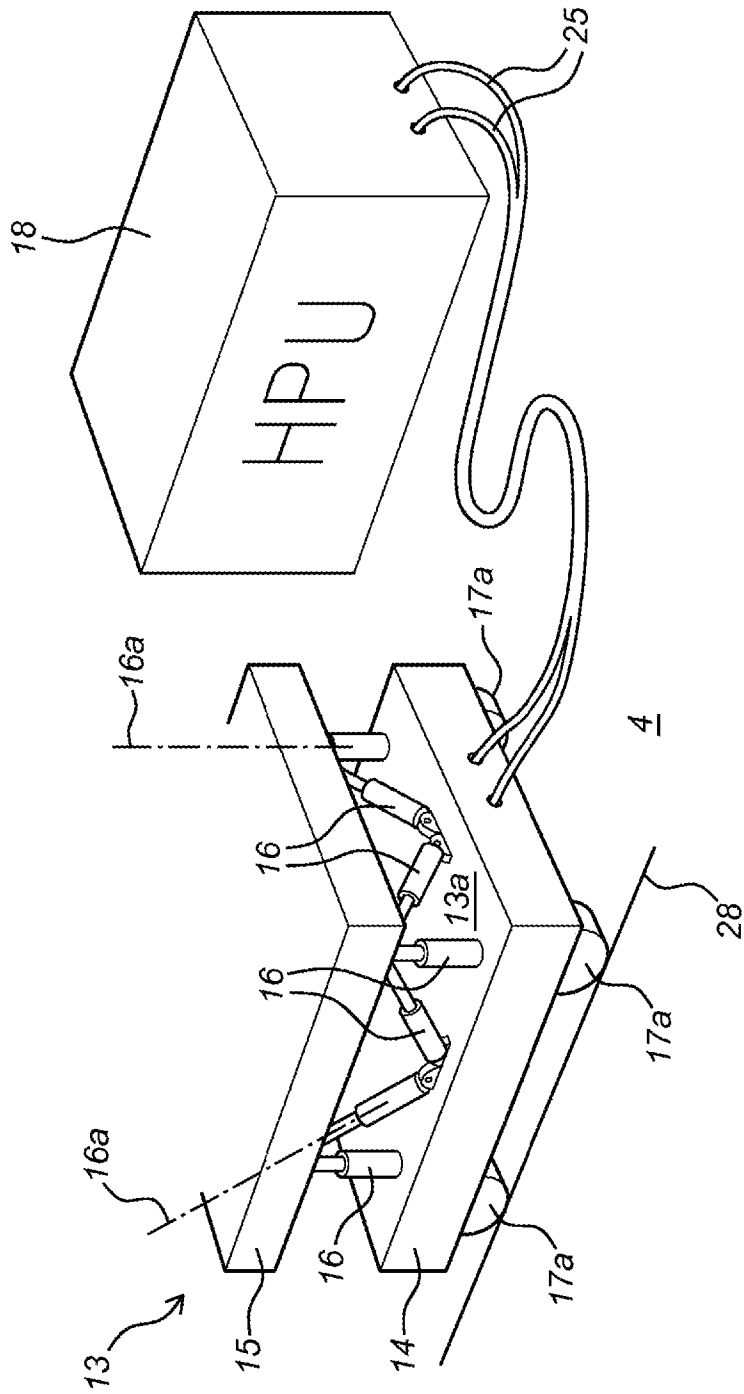


Figura 5

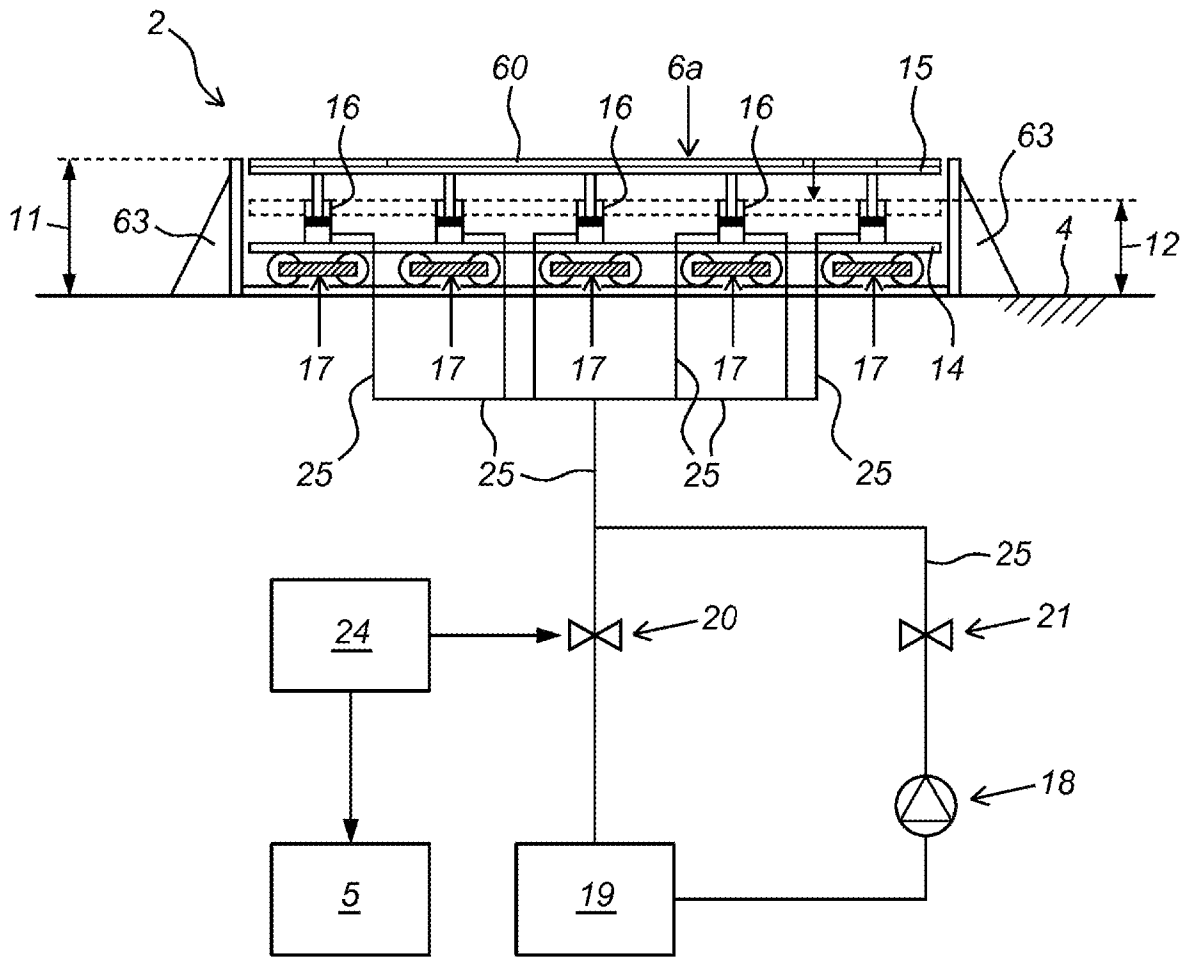


Figura 6

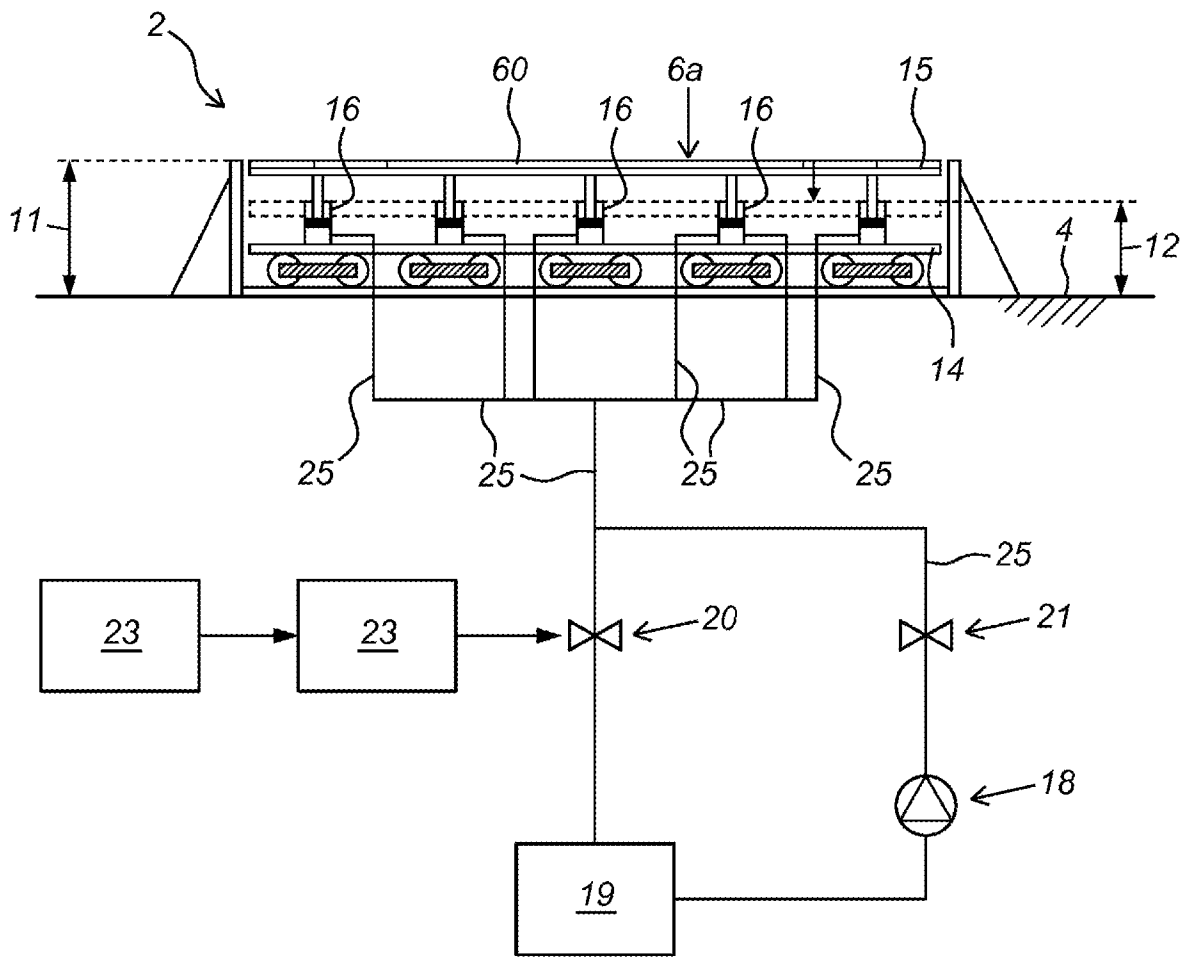


Figura 7