

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 759 282**

21 Número de solicitud: 201831070

51 Int. Cl.:

**F03D 13/25** (2006.01)

**B63B 35/44** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**07.11.2018**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**08.05.2020**

71 Solicitantes:

**ESTEYCO S.A. (100.0%)**

**Menéndez Pidal 17**

**28036 Madrid ES**

72 Inventor/es:

**SERNA GARCÍA-CONDE, José Salustiano y**

**SARRASÍN GÓMEZ, David**

74 Agente/Representante:

**ESCUDERO PRIETO, Nicolás Enrique**

54 Título: **EMBARCACIÓN DE OPERACIONES PARA EL MANTENIMIENTO, INSTALACIÓN Y/O DESMONTAJE DE ESTRUCTURAS OFFSHORE**

57 Resumen:

Embarcación de operaciones para el mantenimiento, instalación y/o desmontaje de estructuras offshore.

La invención se refiere a una embarcación de operaciones para el mantenimiento, instalación y/o desmontaje de estructuras offshore (3), que comprende: un casco (1) equipado con medios de lastrado conectados a un sistema de control: al menos una plataforma de trabajo (4) que se apoya sobre el casco (1) mediante uno o más elementos de apoyo (5, 5'); y al menos un sistema de acoplamiento (8) a una estructura offshore (3), donde dicho sistema de acoplamiento (8) puede adoptar, al menos, una condición acoplada a dicha estructura offshore (3) y una condición desacoplada de dicha estructura offshore (3). Ventajosamente, el sistema de control y el sistema de acoplamiento (8) están configurados de forma cooperante, para adoptar al menos dos posiciones de trabajo de la embarcación donde el casco (1) adopta una condición emergida, con el sistema de acoplamiento (8) desacoplado y, al menos, una segunda posición de trabajo donde el casco (1) adopta una condición sumergida, con el sistema de acoplamiento (8) acoplado a la estructura offshore (3).

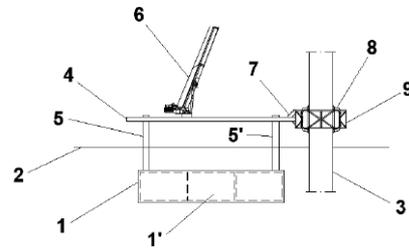


FIG. 4

**DESCRIPCIÓN**

**EMBARCACIÓN DE OPERACIONES PARA EL MANTENIMIENTO, INSTALACIÓN Y/O DESMONTAJE DE ESTRUCTURAS OFFSHORE**

5

**CAMPO DE LA INVENCIÓN**

La presente invención se refiere a una embarcación destinada a la realización de operaciones marítimas (u “offshore”) y, más preferentemente, a las operaciones de mantenimiento de estructuras marítimas tales como torres de aerogeneradores con cimentación fondeada, semisumergida o flotante. El principal sector de aplicación de la invención es la industria naval y de la construcción civil y, especialmente, el del montaje y mantenimiento estructuras en el mar, como las turbinas eólicas marinas.

15 **ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN**

Las estructuras offshore, y más en particular las turbinas eólicas en el mar, necesitan en determinadas ocasiones la sustitución de componentes principales tales como las palas, generadores o multiplicadoras. Estos componentes principales pueden llegar a tener un peso superior a las cien toneladas (por ejemplo, en el caso de las multiplicadoras) o unas dimensiones muy importantes (en el caso de las palas). Estos componentes, además, se sitúan en la cabeza del aerogenerador, a alturas sobre el nivel del mar de hasta 150 m.

25 Para proceder a la sustitución de los citados componentes, hace falta disponer de grúas de gran tamaño. Estas grúas, para poder operar, necesitan hacerlo de manera completamente estática, por lo que no resulta posible colocarlas sobre un barco o una gabarra convencional, porque el movimiento de dichas embarcaciones, causado por el oleaje, impide trabajar a la grúa en condiciones adecuadas.

30

Actualmente, este problema se soluciona por lo general gracias al uso de grandes barcos, llamados “jack-up vessels” (JUV), que se caracterizan por disponer de unas patas telescópicas de longitudes típicas de hasta 50 m. Los barcos se posicionan al lado de las turbinas eólicas marinas, en la posición necesaria para la realización de las operaciones de la grúa, y despliegan unas grandes patas que apoyan en el lecho marino. Con las patas apoyadas, levantan el barco hasta sacarlo completamente fuera del agua y del nivel al que podrían llegar las olas, de forma que el trabajo se hace sin

35

que la fuerza del oleaje genere ningún movimiento significativo en la plataforma de trabajo de las grúas.

5 Son conocidos, adicionalmente, los sistemas de compensación de movimientos, basados en plataformas apoyadas en grandes cilindros hidráulicos. En estos sistemas, por medio de sensores, se capta el movimiento de la cubierta del barco donde se encuentran anclados los cilindros, moviéndose éstos de manera que realizan los movimientos necesarios en la plataforma de trabajo, de forma que ésta se mueve respecto a la cubierta del barco para contrarrestar el movimiento de la cubierta, permaneciendo lo más estática posible respecto al fondo del mar (y por tanto respecto a la turbina, que está apoyada o hincada en el fondo del mar). Estas soluciones no son, hoy por hoy, tan estáticas como los JUV, ni tampoco poseen la capacidad de soportar las grandes grúas necesarias para acceder a las turbinas actuales y futuras. Son, además, técnicamente complejas.

15

La presente invención está destinada a solventar las limitaciones y desventajas de los sistemas flotantes conocidos para el mantenimiento de estructuras marinas, mediante una novedosa embarcación de operaciones y de un procedimiento basado en dicha embarcación.

20

### **DESCRIPCIÓN BREVE DE LA INVENCION**

Para resolver los inconvenientes del estado de la técnica anteriormente descritos, la presente invención tiene por objeto proporcionar soluciones de transporte marítimo que permitan mejorar la realización de operaciones de mantenimiento, reparación, inspección o instalación en estructuras offshore.

25

Dicho objeto de la invención se realiza, preferentemente, mediante una embarcación de operaciones para el mantenimiento de estructuras offshore, que comprende:

30

- al menos un casco sumergible equipado con medios de lastrado, donde dichos medios de lastrado están conectados a un sistema de control para proporcionar a dicho casco, de forma regulable, al menos, una condición emergida y una condición sumergida;

35

- al menos una plataforma de trabajo que se apoya sobre el casco mediante uno o más elementos de apoyo de modo que, en una o más posiciones de trabajo de la embarcación, cuando dicho casco adopta una condición sumergida, dicha

plataforma de trabajo permanece emergida y dichos elementos de apoyo quedan parcialmente sumergidos; y

- al menos un sistema de acoplamiento a una estructura offshore, donde dicho sistema de acoplamiento puede adoptar, al menos, una condición acoplada a dicha estructura offshore y una condición desacoplada de dicha estructura offshore.

Ventajosamente, el sistema de control de lastrado y el sistema de acoplamiento de la embarcación están configurados de forma cooperante, de modo que:

- en al menos una primera posición de la embarcación, el casco adopta una condición emergida, con el sistema de acoplamiento desacoplado de la estructura offshore y,
- en al menos una segunda posición de la embarcación, el casco adopta una condición sumergida, con el sistema de acoplamiento acoplado a la estructura offshore.

15

Gracias a la solución planteada por la presente invención, el casco de la embarcación proporciona la flotabilidad necesaria a la misma, y a la vez permite cargar y descargar lastre en su interior, preferentemente mediante ingreso y bombeo de agua del mar o del medio en el que esté flotando. De este modo, el casco puede regular su capacidad de hacer flotar al conjunto de la embarcación. Además, la ventaja de la primera posición de la embarcación es su gran estabilidad de cara al transporte de la misma, mientras que la segunda posición es que es muy minimiza esfuerzos y movimientos en situación de trabajo, cuando se manipulan cargas para el mantenimiento de la estructura marina, aprovechando que la estabilidad viene asegurada por el sistema de acoplamiento.

25

Cuando el casco carga lastre en su interior, la embarcación pierde flotabilidad, y esto tiene dos consecuencias: la primera, disminuye la capacidad de mantener la estabilidad de la embarcación, porque el empuje adrizante disminuye. Esto, por sí sólo y con carácter general, es un inconveniente en cualquier embarcación, y ésta es la razón por la que los barcos se diseñan para que siempre mantengan una reserva de flotabilidad que les garantice una estabilidad suficiente. No obstante, existen barcos de carga que utilizan este concepto para sumergir al menos una parte de sus cubiertas y poder cargar con más facilidad, así como algunos barcos para el transporte de otros barcos, o algunas plataformas flotantes que funcionan como diques secos móviles, pero que son estructuras siempre autoestables. Son, por tanto, soluciones distintas a la planteada por la presente invención.

30

35

La ventaja de lastrar el barco hasta que su cuerpo que genera el empuje de flotación esté casi completamente sumergido es que permite aislar a la embarcación del movimiento vertical que genera el oleaje. En esta posición, y para evitar la desestabilización que ello provoca, la embarcación objeto de invención posee, ventajosamente, un sistema de acoplamiento que asegura su estabilidad por otro medio, como es fijarse a la estructura offshore (por ejemplo, un aerogenerador fijado al lecho marino que se quiere mantener o reparar). Para ello, la embarcación contará, por ejemplo, con uno o más brazos, de la longitud necesaria para el desarrollo de las tareas que se definan en cada caso, con un sistema de fijación a dicha estructura, como por ejemplo un anillo con mecanismo de cierre que abrace dicha estructura y pueda regular el nivel de apriete de la fijación sobre la estructura. Este sistema de fijación, idealmente, posee varias posiciones de trabajo, de forma que pueda fijarse, pero manteniendo preferentemente una cierta libertad de movimiento, y regularse para convertir ese anclaje flexible o articulado en un anclaje completamente rígido, según se necesite en cada momento.

En una realización preferente de la invención, el sistema de acoplamiento comprende medios de seguridad, adaptados para impedir el desacoplamiento de la embarcación respecto de la estructura offshore si el casco se encuentra en condición sumergida.

En otra realización preferente de la invención, el sistema de control de lastrado comprende medios de bloqueo para impedir el lastrado del casco si el sistema de acoplamiento se encuentra desacoplado de la estructura offshore.

En otra realización preferente de la invención, el sistema de acoplamiento comprende medios de bloqueo y/o limitación del desplazamiento lateral y de al menos un giro de entre balanceo, cabeceo y guiñada de dicha embarcación con respecto a la estructura offshore.

En otra realización preferente de la invención, el sistema de acoplamiento comprende medios de desplazamiento vertical de dicha embarcación con respecto a la estructura offshore. De este modo, la embarcación puede permanecer acoplada a la estructura marina y variar su cota, por ejemplo para permitir que el casco baje hasta su condición sumergida, sin que la posición relativa entre el casco y el sistema de acoplamiento deba variar.

En otra realización preferente de la invención, los medios de desplazamiento vertical comprenden medios de desplazamiento por deslizamiento y/o rodadura.

5 En otra realización preferente de la invención, los medios de desplazamiento vertical comprenden medios de bloqueo y/o limitación de dicho desplazamiento.

10 En otra realización preferente de la invención, los medios de bloqueo y/o limitación del desplazamiento vertical comprenden medios de apriete, enganche, succión, abrazaderas y/o medios electromagnéticos.

En otra realización preferente de la invención, el sistema de acoplamiento comprende un anillo articulado configurado para abrirse y cerrarse sobre al menos un elemento de la estructura offshore.

15 En otra realización preferente de la invención, el anillo comprende un subsistema de guidores activos, configurados para apretar dicho anillo contra la estructura offshore.

En otra realización preferente de la invención, la embarcación es autoestable cuando el casco se encuentra lastrado en su condición sumergida.

20 En otra realización preferente de la invención, la embarcación comprende dos o más cascos sumergibles.

25 En otra realización preferente de la invención, el casco comprende uno o más compartimentos estancos, y el sistema de control está configurado para el lastrado selectivo y regulable de dichos compartimentos.

30 En otra realización preferente de la invención, la plataforma de trabajo comprende una grúa. Más preferentemente, la pluma de dicha grúa es de despliegue telescópico.

35 En otra realización preferente de la invención, la plataforma de trabajo comprende una o más superficies o espacios de acopio de piezas o componentes de recambio de la estructura offshore, y/o una o más superficies o espacios de alojamiento de grupos electrógenos de potencia.

En otra realización preferente de la invención, la embarcación comprende medios de elevación regulable de la plataforma de trabajo respecto al casco. Más

preferentemente, los medios de elevación comprenden un sistema de tipo piñón-cremallera, de pasador u otros conocidos en la técnica y empleados por ejemplo en embarcaciones con patas, habitualmente conocidas como barcos Jack-up.

- 5 En otra realización preferente de la invención, los elementos de apoyo comprenden barras, patas y/o estructuras de celosía.

En otra realización preferente de la invención, la plataforma de trabajo comprende medios de amarre de otra embarcación y/o medios de accesibilidad de personal  
10 a/desde la embarcación.

En otra realización preferente de la invención, la estructura offshore es una torre eólica marina. Más preferentemente, la torre eólica posee una sección sustancialmente constante, y/o posee sección poligonal.  
15

En otra realización preferente de la invención, la estructura offshore es una estructura apoyada, amarrada y/o anclada al fondo marino, o bien es una estructura flotante semisumergida. El empleo de la invención en estructuras flotantes resulta especialmente ventajoso dado que, en este caso, en la condición acoplada del sistema  
20 de acoplamiento, la embarcación no presenta movimiento relativo con relación a la estructura marina, pero sí presenta movimiento absoluto desplazándose con ella, lo que mejora la estabilidad y la seguridad de las operaciones a realizar.

Otro objeto de la invención se refiere a un procedimiento para la instalación, servicio o  
25 mantenimiento de estructuras offshore, que emplea una embarcación según cualquiera de las realizaciones descritas en el presente documento, y que comprende, ventajosamente, la realización de los siguientes pasos, en cualquier orden técnicamente posible,:

- 30 a) desplazar la embarcación, adoptando una primera posición de trabajo con el casco emergido y el sistema de acoplamiento desacoplado, hasta la estructura offshore;
- b) acoplar la embarcación a la estructura offshore mediante la operación del sistema de acoplamiento;
- 35 c) lastrar el casco, hundiéndolo hasta adoptar una segunda posición de trabajo con dicho casco en condición sumergida;
- d) realizar operaciones de instalación, servicio y/o mantenimiento de la estructura offshore desde la plataforma de trabajo;

- e) deslastrar el casco hasta que éste vuelve a adoptar una condición emergida;
- f) liberar la estructura de acoplamiento de la estructura offshore, devolviendo la embarcación a la primera posición de trabajo;
- g) retirar la embarcación de la estructura offshore.

5

En una realización preferente de la invención, el procedimiento comprende el paso adicional de regular la elevación de la plataforma de trabajo respecto al casco.

10 En otra realización preferente de la invención, la embarcación comprende una grúa, y el procedimiento comprende el paso adicional de desplegar, replegar y/o operar dicha grúa, durante el paso d). Más preferentemente, la grúa comprende, al menos, una posición desplegada y una posición plegada, donde la longitud de la pluma de dicha grúa en la posición plegada se reduce respecto a la posición desplegada, y donde la cota del centro de gravedad de la grúa en la posición plegada es inferior a la que  
15 presenta en la posición desplegada. Y, aún más preferentemente, la grúa está plegada al menos durante el paso a) y desplegada al menos durante el paso d).

En otra realización preferente de la invención, durante el paso d), se fija la posición vertical de la embarcación mediante el sistema de acoplamiento.

20

En otra realización preferente de la invención, durante el paso d), la plataforma de trabajo está elevada a una altura mínima respecto al nivel del agua superior a la mitad de la altura significativa del oleaje máximo previsto y/o admitido para la instalación, servicio o mantenimiento de la estructura offshore.

25

En otra realización preferente de la invención, durante el paso d), el casco está sumergido a una profundidad mínima respecto al nivel del agua superior a la mitad de la altura significativa del oleaje máximo previsto y/o admitido para la instalación, servicio o mantenimiento de la estructura offshore.

30

De esta forma y según las realizaciones descritas, la embarcación objeto de invención se aproxima normalmente a la estructura offshore, como un barco convencional, ya que los tanques de lastre de su casco se encuentran vacíos y, por tanto, posee una reserva de flotabilidad asegurada. A continuación, eleva la plataforma de trabajo sobre  
35 los elementos de apoyo, hasta la altura definida. Después se sujeta a la estructura offshore, por ejemplo, la cimentación o la torre de un aerogenerador, y una vez

realizada esa fijación que le asegura la estabilidad, comenzará a inundar los depósitos de lastre para reducir la intensidad del movimiento vertical inducido por el oleaje.

5 A medida que el casco de la embarcación se va lastrando, irá descendiendo su altura sobre la superficie del mar. Esto no incidirá sobre la altura de la plataforma de trabajo porque ésta podrá ir ajustando su altura respecto al casco, subiendo la plataforma por los elementos de apoyo. El casco se continuará lastrando, así, hasta que el empuje de flotación máximo de la estructura de flotación lastrada, es decir, hasta que el empuje hacia arriba proporcionado por el casco, sumergido en su totalidad, sea  
10 sustancialmente similar al peso total de la embarcación. En ese momento, se deja de incorporar lastre, pero se sigue subiendo la plataforma de trabajo por los elementos de apoyo que la conectan al casco. Dado que la plataforma está fijada a estructura offshore, y como al casco no le queda capacidad de flotación adicional, lo que sucederá es que la plataforma de trabajo no subirá, sino que será el casco el que se  
15 seguirá sumergiendo a más profundidad, pero manteniendo el empuje que compensa su propio peso y el de la plataforma de trabajo y el resto de la embarcación.

De esta forma, la fijación a la estructura offshore previamente instalada no tendrá que soportar el peso completo de la estructura, ni las grandísimas cargas que genera el  
20 oleaje al mover la embarcación en sentido ascendente y descendente. Únicamente soporta una pequeña fracción del peso de la embarcación (la pequeña diferencia entre el empuje de los flotadores sumergidos y el peso total), y soporta las cargas que genere la inestabilidad de la embarcación por haber sumergido el casco. Hay otras cargas que pueden ser muy importantes, provocadas por el empuje horizontal del  
25 oleaje sobre la embarcación. No obstante, para mitigarlas, la longitud de los elementos de apoyo que conectan el casco con la plataforma de trabajo será, preferentemente, la suficiente para poder sumergir la estructura de flotación a una profundidad suficiente para que este empuje sea mínimo.

### 30 **DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Las anteriores y otras características y ventajas se comprenderán más plenamente a partir de la descripción detallada de la invención, así como de los ejemplos de realización preferente referidos a los dibujos adjuntos, en los que:

35

- La Figura 1 muestra la embarcación de la invención, en una realización preferente de la misma, donde dicha embarcación se encuentra con su casco en posición emergida.
- 5 - La Figura 2 muestra la embarcación de la invención, en una realización preferente de la misma, donde dicha embarcación se encuentra con su casco en posición sumergida.
- La Figura 3 muestra la embarcación de la invención, en una realización preferente de la misma, donde dicha embarcación comprende medios de elevación de sus elementos de apoyo, y donde la embarcación se encuentra con su casco en posición sumergida, con su sistema de acoplamiento en posición desacoplada de la estructura offshore.
- 10 - La Figura 4 muestra la embarcación de la invención, en una realización preferente de la misma, donde dicha embarcación comprende medios de elevación de sus elementos de apoyo, y donde la embarcación se encuentra con su casco en posición sumergida, con su sistema de acoplamiento en posición acoplada de la estructura offshore.
- 15 - Las Figuras 5a-5g representan diferentes etapas de un procedimiento de instalación, servicio o mantenimiento de estructuras offshore según una realización preferente de la invención.

25 Listado de referencias numéricas de las figuras:

(1, 1')	Casco, compartimentos del casco
(2)	Nivel de agua
(3)	Estructura offshore
(4)	Plataforma de trabajo
(5, 5')	Elementos de apoyo
(6)	Grúa
(7)	Medios de accesibilidad
(8)	Sistema de acoplamiento
(9)	Anillo articulado

**DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION**

Se expone, a continuación, una descripción detallada de la invención referida a diferentes realizaciones preferentes de la misma, basadas en las Figuras 1-5 del presente documento. Dicha descripción se aporta con fines ilustrativos, pero no limitativos, de la invención reivindicada.

Las Figuras 1-2 ilustran una vista general de la embarcación de la invención, donde dicha embarcación comprende, preferentemente, al menos un casco (1) sumergible, equipado con medios de lastrado que permiten regular la profundidad de dicho casco (1) mediante su llenado o vaciado. Como lastre, típicamente se emplea agua, si bien otro tipo de materiales de lastrado son igualmente utilizables en el ámbito de la invención.

Preferentemente, los medios de lastrado están conectados a un sistema de control que regula las operaciones de lastrado y deslastrado del casco (1), mediante el control de la admisión o expulsión de lastre en su interior. De este modo, el sistema de control de lastrado permite configurar de forma regulable el estado emergido o sumergido del casco (1). En este sentido, la embarcación de la invención contempla esencialmente, al menos dos condiciones preferentes de trabajo del casco (1):

- condición emergida: en esta condición, el casco (1) se encuentra a flote, total o parcialmente emergido respecto al nivel del agua (2), de forma que una parte mayoritaria de la cubierta del casco (1) se sitúa por encima del nivel medio de agua.
- condición sumergida: en esta condición, el casco (1) se encuentra sustancialmente por debajo del nivel del agua (2), de forma que al menos una parte de las cubiertas del casco (1) que quedan fuera del agua en condición emergida, pasan a estar por debajo del nivel medio de agua.

En diferentes realizaciones de la invención, la embarcación puede ser autoestable también cuando el casco (1) se encuentra lastrado, en su condición sumergida. Asimismo, la embarcación puede comprender dos (por ejemplo, en embarcaciones de tipo catamarán) o más cascos (1) sumergibles. En otras realizaciones de la invención, el casco (1) puede comprender uno o más compartimentos (1') estancos, donde el sistema de control está configurado para el lastrado selectivo y regulable de dichos compartimentos (1').

Las citadas condiciones emergida y sumergida del casco (1) permiten a la embarcación de la invención adaptarse de forma eficaz a las dos situaciones generales en las que será utilizado, a saber, una situación de desplazamiento hasta/desde una estructura offshore (3) (que se realiza preferentemente con el casco (1) emergido, del modo de una embarcación convencional, tal y como se muestra en la Figura 3), y una situación de operaciones acoplado a la estructura offshore (en la que el casco (1) permanecerá preferentemente sumergido, según se muestra en las Figuras 2 y 4). De ese modo, cuando se realizan las operaciones correspondientes en la estructura offshore (3), el casco (1) estará situado por debajo del nivel del agua (2), evitando así su exposición al oleaje, lo que mejora sustancialmente su estabilidad y facilita la realización de las citadas operaciones, así como el tránsito de personal entre la embarcación y la estructura offshore (3).

En una realización preferente de la invención, la embarcación comprende al menos una plataforma de trabajo (4) que se apoya sobre el casco (1) mediante uno o más elementos de apoyo (5, 5') de modo que, en una o más posiciones de trabajo de la embarcación, cuando dicho casco (1) adopta una condición sumergida, dicha plataforma de trabajo (4) permanece emergida y dichos elementos de apoyo (5, 5') quedan parcialmente sumergidos (esta situación se ilustra en las Figuras 2 y 4).

La plataforma de trabajo (4) del barco comprende, preferentemente, una grúa (6) de operaciones, apta para su uso en tareas de mantenimiento de la estructura offshore (3). La estabilidad mejorada del barco de la invención, gracias a la capacidad de sumergir su casco (1), permite utilizar grúas (6) de mayor altura que las utilizadas en otros barcos de mantenimiento del estado de la técnica, lo que facilita la realización de operaciones de gran correctivo que requieren grúas (6) externas de elevada capacidad. En una realización preferente de la invención, la grúa (6) es de tipo telescópico.

Asimismo, en distintas realizaciones de la invención, la plataforma de trabajo (4) puede incluir una o más superficies o espacios de acopio de piezas o componentes de recambio de la estructura offshore (3), y/o una o más superficies o espacios de alojamiento de grupos electrógenos de potencia. También es posible dotar a la plataforma de trabajo (4) de medios de amarre de otra embarcación y/o medios de accesibilidad (7) de personal a/desde la embarcación.

En diferentes realizaciones de la invención, la embarcación puede ser autopropulsada, remolcada o mixta, de forma que sea remolcada pero tenga capacidad de hacer alguna maniobra cuando ya está próxima a la estructura offshore (3).

5 Preferentemente, y según lo mostrado en las Figuras 1-4, la conexión entre el casco (1) y la plataforma de trabajo (4) que proporcionan los elementos de apoyo (5, 5') se realiza por medio de barras, patas y/o estructuras de celosía. No obstante, otro tipo de configuraciones o elementos son igualmente utilizables en el ámbito de la invención, de modo que proporcionen una estabilidad mejorada frente al oleaje respecto a la  
10 proporcionada por el casco (1) en su condición emergida. Típicamente, los elementos de apoyo (5, 5') poseerán una dimensión vertical superior a la horizontal.

En una realización preferente de la invención (Figuras 3-4), la embarcación puede incorporar también unos medios de elevación regulable de la plataforma de trabajo (4)  
15 respecto al casco (1), donde dichos medios de elevación permiten variar la altura relativa la plataforma (4) sobre el casco (1), por ejemplo mediante la regulación de la longitud de los elementos de apoyo (5, 5'). Típicamente, los medios de elevación pueden comprender sistemas de tipo piñón-cremallera, así como otros elementos mecánicos, eléctricos, neumáticos o hidráulicos. Complementariamente, los medios de  
20 elevación pueden comprender medios de despliegue de los elementos de apoyo (5, 5') por ejemplo por telescopaje.

Por otra parte, y según lo descrito en apartados precedentes, la embarcación de la invención comprende, al menos, un sistema de acoplamiento (8) a la estructura  
25 offshore (3), donde dicho sistema de acoplamiento (8) puede adoptar, al menos, una condición acoplada a dicha estructura offshore (3) y una condición desacoplada de dicha estructura offshore (3). Diferentes ejemplos de realización de dicho sistema de acoplamiento (8), así como de las citadas condiciones acoplada/desacoplada, se muestran en las Figuras 5-8.

30 La función principal del sistema de acoplamiento (8) es garantizar la unión solidaria de la embarcación a la estructura offshore (3) durante la realización de operaciones en dicha estructura (3). Para este fin, el sistema puede comprender cualesquiera medios destinados al efecto, tales como, por ejemplo, medios de agarre o sujeción basados en  
35 elementos mecánicos, hidráulicos y/o neumáticos.

Asimismo, en una realización preferente de la invención, el sistema de acoplamiento (8) puede comprender medios de desplazamiento vertical de dicha embarcación con respecto a la estructura offshore (3). Dichos medios de desplazamiento vertical están basados, preferentemente, en medios de desplazamiento por deslizamiento y/o rodadura. De este modo y tal como se muestra en la Figura 4, la embarcación puede acoplarse a la estructura offshore (3) y permitir, inicialmente, su desplazamiento relativo vertical respecto a la misma, lo que genera un impacto de oleaje a la embarcación durante las etapas de aproximación y acoplamiento a la estructura offshore (3). De igual modo, en esta realización, el sistema de acoplamiento (8) comprende medios de bloqueo y/o limitación del desplazamiento vertical. Gracias a dichos medios de bloqueo, es posible fijar la posición de la embarcación de forma solidaria con la estructura offshore (3) y dar paso a las operaciones a realizar en la misma por parte de los operarios. Alternativa o complementariamente, el sistema de acoplamiento (8) puede comprender también medios de bloqueo y/o limitación del desplazamiento lateral y de, al menos, un giro de entre balanceo, cabeceo y guiñada de dicha embarcación con respecto a la estructura offshore (3). Típicamente, los medios de bloqueo y/o limitación del desplazamiento comprenden medios de apriete, enganche, succión, abrazaderas, así como cualesquiera otros medios mecánicos, hidráulicos, neumáticos y/o electromagnéticos.

20

En una realización preferente de la invención, el sistema de acoplamiento (8) comprende un anillo (9) articulado, configurado para abrirse y cerrarse sobre al menos un elemento de la estructura offshore (3). Un ejemplo de dicho anillo (9) se muestra en las Figuras 1-4. Asimismo, en diferentes realizaciones de la invención, el anillo (9) puede comprender un subsistema de guías activos, configurados para apretar dicho anillo (9) contra la estructura offshore (3).

25

Tal y como se ha descrito previamente en el presente documento, la embarcación de la invención está ventajosamente configurada de forma que el sistema de control de lastrado del casco (1) y el sistema de acoplamiento (8) de la embarcación a la estructura offshore (3) están configurados de forma cooperante, de modo que:

30

- en al menos una primera posición de trabajo de la embarcación, el casco (1) adopta una condición emergida, con el sistema de acoplamiento (8) desacoplado de la estructura offshore (3) y,

35

- en al menos una segunda posición de trabajo de la embarcación, el casco (1) adopta una condición sumergida, con el sistema de acoplamiento (8) acoplado a la estructura offshore (3).

Gracias a la cooperación entre el sistema de control de lastrado y el sistema de acoplamiento (8), se garantiza que la embarcación puede trabajar, en su primera posición, en condición emergida y desplazarse como un barco convencional, con máxima flotabilidad. Esta condición es la que se utilizará, preferentemente, para el desplazamiento de la embarcación desde puerto hasta la estructura offshore (3), y viceversa. Asimismo, en su segunda posición, la embarcación puede trabajar solidariamente acoplada a la estructura offshore (3), y al mismo tiempo con su casco (1) dispuesto en condición sumergida. Gracias a esta configuración, la embarcación sufrirá un impacto de oleaje sustancialmente menor que el que sufren otras embarcaciones del estado de la técnica, dado que los únicos elementos expuestos a dicho oleaje en la citada segunda posición serán los elementos de apoyo (5, 5'), quedando el casco (1) por debajo de la línea de agua (2). Al finalizar las operaciones realizadas en la estructura offshore (3), el casco (1) retorna a su posición emergida y el sistema de acoplamiento (8) se desacopla de dicha estructura (3), de forma que la embarcación pueda desplazarse de nuevo en la primera posición de trabajo hasta puerto, o hasta una segunda estructura offshore en la que se realizarán nuevas operaciones.

En una realización preferente de la invención, el sistema de control de lastrado de la embarcación puede comprender medios de seguridad (no mostrados en las figuras), para impedir el lastrado del casco (2) si el sistema de acoplamiento (8) se encuentra desacoplado de la estructura offshore (3). De igual modo, el sistema de acoplamiento (8) puede estar equipado con medios de seguridad para impedir el desacoplamiento de la embarcación respecto de la estructura offshore (3) cuando el casco (1) se encuentra en condición sumergida. Los citados medios de seguridad garantizan, así, que las operaciones de acoplamiento y desacoplamiento de la embarcación a la estructura offshore (3) se realizan en un orden adecuado que no ponga en riesgo la estabilidad y/o flotabilidad de la embarcación, proporcionando una mayor seguridad de sus ocupantes que el de otras alternativas conocidas.

En distintas realizaciones de la invención, la estructura offshore (3) a la que se acopla la embarcación es una torre eólica marina. Más preferentemente, dicha torre eólica posee una sección sustancialmente constante, y/o posee sección poligonal. Asimismo, en otras realizaciones de la invención, la estructura offshore (3) puede ser una estructura apoyada, amarrada y/o anclada al fondo marino, o bien ser una estructura

flotante semisumergida. Adicionalmente, la estructura offshore puede ser de tipo autopropulsable o remolcable.

Otro aspecto de la presente invención se refiere a un procedimiento para la  
5 instalación, servicio o mantenimiento de estructuras offshore (3), que emplea una embarcación según cualquiera de las realizaciones descritas en el presente documento.

Una realización preferente de dicho procedimiento se ilustra en las Figuras 5a-5g. En  
10 esta realización, se llevan a cabo los siguientes pasos, en cualquier orden técnicamente posible:

- a) desplazar la embarcación, adoptando una primera posición de trabajo con el casco (1) emergido y el sistema de acoplamiento (8) desacoplado, hasta la estructura offshore (3);
- 15 b) acoplar la embarcación a la estructura offshore (3) mediante la operación del sistema de acoplamiento (8);
- c) lastrar el casco (1), hundiéndolo hasta adoptar una segunda posición de trabajo con dicho casco (1) en condición sumergida;
- d) realizar operaciones de instalación, servicio y/o mantenimiento de la estructura  
20 offshore (3) desde la plataforma de trabajo (4);
- e) deslastrar el casco (1) hasta que éste vuelve a adoptar una condición emergida;
- f) liberar la estructura de acoplamiento (8) de la estructura offshore (3), devolviendo la embarcación a la primera posición de trabajo;
- 25 g) retirar la embarcación de la estructura offshore (3).

## REIVINDICACIONES

1.- Embarcación de operaciones para el mantenimiento, instalación y/o desmontaje de estructuras offshore (3), que comprende:

5           - al menos un casco (1) sumergible equipado con medios de lastrado, donde dichos medios de lastrado están conectados a un sistema de control para proporcionar a dicho casco (1), de forma regulable, al menos, una condición emergida y una condición sumergida;

10           - al menos una plataforma de trabajo (4) que se apoya sobre el casco (1) mediante uno o más elementos de apoyo (5, 5') de modo que, en una o más posiciones de trabajo de la embarcación, cuando dicho casco (1) adopta una condición sumergida, dicha plataforma de trabajo (4) permanece emergida y dichos elementos de apoyo (5, 5') quedan parcialmente sumergidos;

15           - al menos un sistema de acoplamiento (8) a una estructura offshore (3), donde dicho sistema de acoplamiento (8) puede adoptar, al menos, una condición acoplada a dicha estructura offshore (3) y una condición desacoplada de dicha estructura offshore (3);

          estando dicha embarcación **caracterizada por que** el sistema de control y el sistema de acoplamiento (8) están configurados de forma cooperante, de modo que:

20           - en al menos una primera posición de trabajo de la embarcación, el casco (1) adopta una condición emergida, con el sistema de acoplamiento (8) desacoplado de la estructura offshore (3) y,

25           - en al menos una segunda posición de trabajo de la embarcación, el casco (1) adopta una condición sumergida, con el sistema de acoplamiento (8) acoplado a la estructura offshore (3).

2.- Embarcación según la reivindicación anterior, donde el sistema de acoplamiento (8) comprende medios de seguridad, adaptados para impedir el desacoplamiento de la embarcación respecto de la estructura offshore (3) si el casco (1) se encuentra en condición sumergida.

3.- Embarcación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el sistema de control comprende medios de bloqueo para impedir el lastrado del casco (1) si el sistema de acoplamiento (8) se encuentra desacoplado de la estructura offshore (3).

4.- Embarcación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el sistema de acoplamiento (8) comprende medios de bloqueo y/o limitación del desplazamiento lateral y de al menos un giro de entre balanceo, cabeceo y guiñada de dicha embarcación con respecto a la estructura offshore (3).

5

5.- Embarcación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el sistema de acoplamiento (8) comprende medios de desplazamiento vertical de dicha embarcación con respecto a la estructura offshore (3).

10

6.- Embarcación según la reivindicación anterior, donde los medios de desplazamiento vertical comprenden medios de desplazamiento por deslizamiento y/o rodadura.

15

7.- Embarcación según cualquiera de las reivindicaciones 5-6, donde los medios de desplazamiento vertical comprenden medios de bloqueo y/o limitación de dicho desplazamiento.

20

8.- Embarcación según la reivindicación anterior, donde los medios de bloqueo y/o limitación del desplazamiento vertical comprenden medios de apriete, enganche, succión, abrazaderas y/o medios electromagnéticos.

25

9.- Embarcación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el sistema de acoplamiento (8) comprende un anillo (9) articulado configurado para abrirse y cerrarse sobre al menos un elemento de la estructura offshore (3).

30

10.- Embarcación según la reivindicación anterior, donde el anillo (9) comprende un subsistema de guidores activos, configurados para apretar dicho anillo (9) contra la estructura offshore (3).

11.- Embarcación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dicha embarcación es autoestable cuando el casco (1) se encuentra lastrado en su condición sumergida.

35

12.- Embarcación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende dos o más cascos (1) sumergibles.

13.- Embarcación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el casco (1) comprende uno o más compartimentos (1') estancos, y donde el sistema de control está configurado para el lastrado selectivo y regulable de dichos compartimentos (1').

5

14.- Embarcación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la plataforma de trabajo (4) comprende una grúa (6).

10 15.- Embarcación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la plataforma de trabajo (4) comprende una o más superficies o espacios de acopio de piezas o componentes de recambio de la estructura offshore, y/o una o más superficies o espacios de alojamiento de grupos electrógenos de potencia.

15 16.- Embarcación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende medios de elevación regulable de la plataforma de trabajo (4) respecto al casco (1).

20 17.- Embarcación según la reivindicación anterior, donde los medios de elevación comprenden un sistema de tipo piñón-cremallera.

20

18.- Embarcación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los elementos de apoyo (5, 5') comprenden barras, patas y/o estructuras de celosía.

25 19.- Embarcación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la plataforma de trabajo (4) comprende medios de amarre de otra embarcación y/o medios de accesibilidad (7) de personal a/desde la embarcación.

30 20.- Embarcación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la estructura offshore (3) es una torre eólica marina.

30

21.- Embarcación según la reivindicación anterior, donde la torre eólica posee una sección sustancialmente constante, y/o posee sección poligonal.

35 22.- Embarcación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la estructura offshore (3) es una estructura apoyada, amarrada y/o anclada al fondo marino, o bien es una estructura flotante semisumergida.

23.- Procedimiento para la instalación, servicio, mantenimiento y/o desmontaje de estructuras offshore (3), que emplea una embarcación según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, y

**caracterizada por que** comprende la realización de los siguientes pasos, en cualquier orden técnicamente posible:

- a) desplazar la embarcación, adoptando una primera posición de trabajo con el casco (1) emergido y el sistema de acoplamiento (8) desacoplado, hasta la estructura offshore (3);
- b) acoplar la embarcación a la estructura offshore (3) mediante la operación del sistema de acoplamiento (8);
- c) lastrar el casco (1), hundiéndolo hasta adoptar una segunda posición de trabajo con dicho casco (1) en condición sumergida;
- d) realizar operaciones de instalación, servicio y/o mantenimiento de la estructura offshore (3) desde la plataforma de trabajo (4);
- e) deslastrar el casco (1) hasta que éste vuelve a adoptar una condición emergida;
- f) liberar la estructura de acoplamiento (8) de la estructura offshore (3), devolviendo la embarcación a la primera posición de trabajo;
- g) retirar la embarcación de la estructura offshore (3).

24.- Procedimiento según la reivindicación anterior, que comprende el paso adicional de regular la elevación de la plataforma de trabajo (4) respecto al casco (1).

25.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 23-24, donde la embarcación comprende una grúa (6) y donde el procedimiento comprende el paso adicional de desplegar, replegar y/o operar dicha grúa (6), durante el paso d).

26.- Procedimiento según la reivindicación anterior, donde la grúa (6) comprende, al menos, una posición desplegada y una posición plegada, donde la longitud de la pluma de dicha grúa (6) en la posición plegada se reduce respecto a la posición desplegada, y donde la cota del centro de gravedad de la grúa (6) en la posición plegada es inferior a la que presenta en la posición desplegada.

27.- Procedimiento según la reivindicación anterior, donde la grúa (6) está plegada al menos durante el paso a) y desplegada al menos durante el paso d).

28.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 23-27 donde, durante el paso d), se fija la posición vertical de la embarcación mediante el sistema de acoplamiento (8).

5            29.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 23-28 donde, durante el paso d), la plataforma de trabajo (4) está elevada a una altura mínima respecto al nivel del agua (2) superior a la mitad de la altura significativa del oleaje máximo previsto y/o admitido para la instalación, servicio o mantenimiento de la estructura offshore (3).

10

30.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 23-29 donde, durante el paso d), el casco (1) está sumergido a una profundidad mínima respecto al nivel del agua (2) superior a la mitad de la altura significativa del oleaje máximo previsto y/o admitido para la instalación, servicio o mantenimiento de la estructura offshore (3).

15

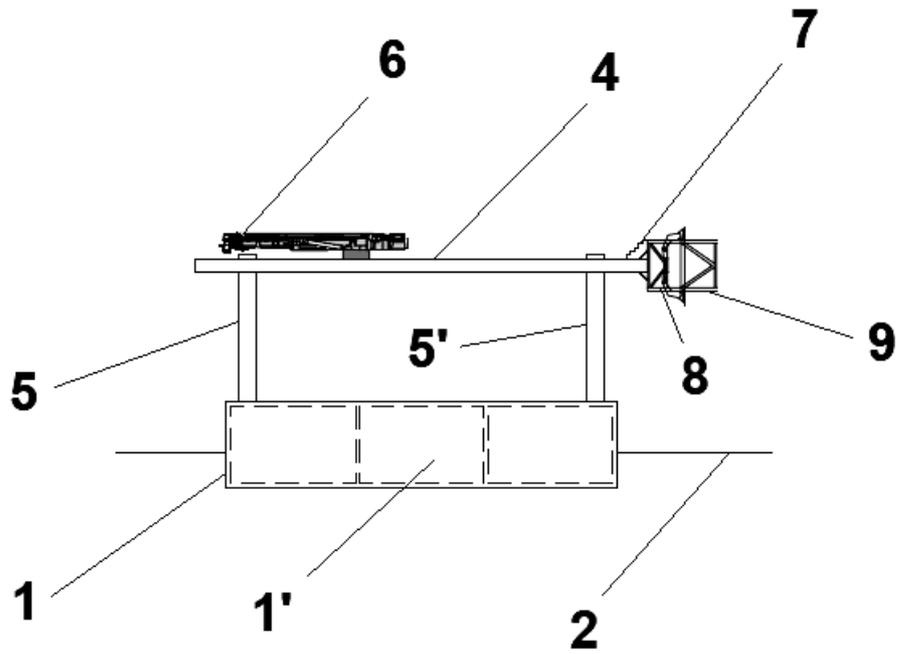


FIG. 1

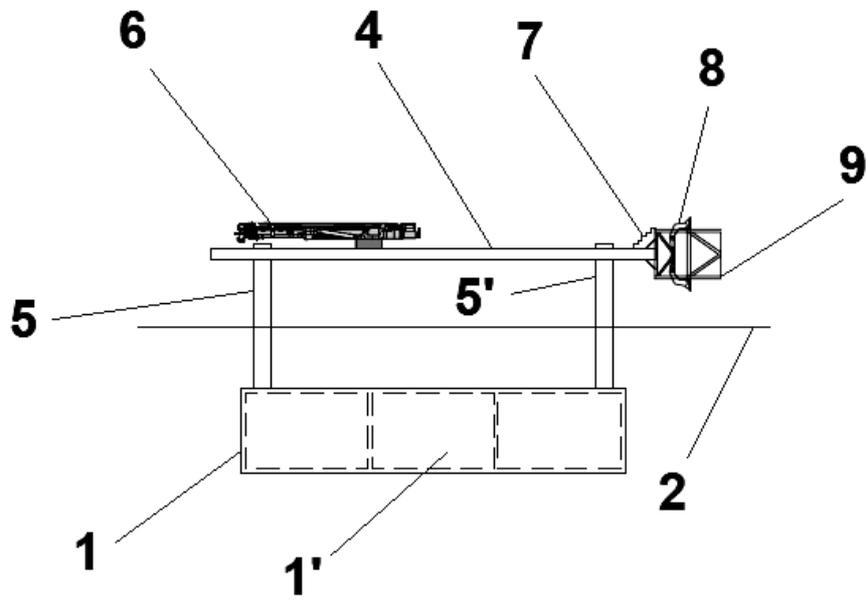


FIG. 2

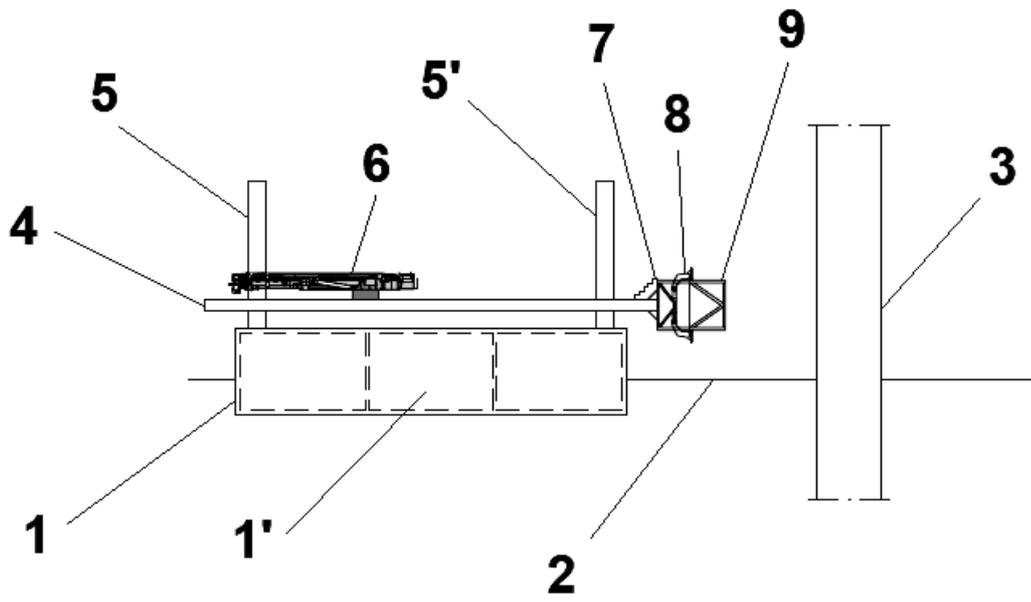


FIG. 3

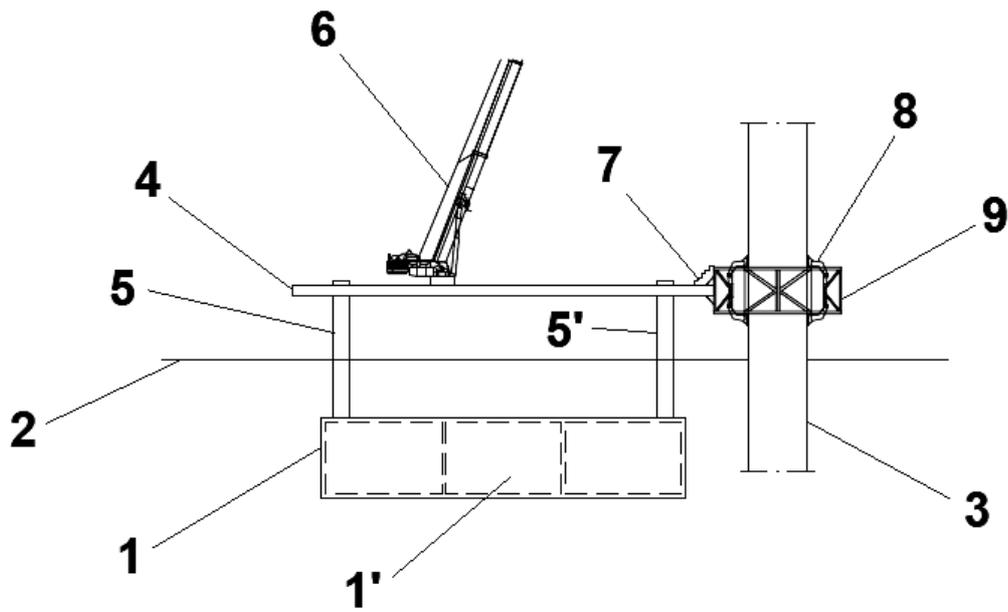


FIG. 4

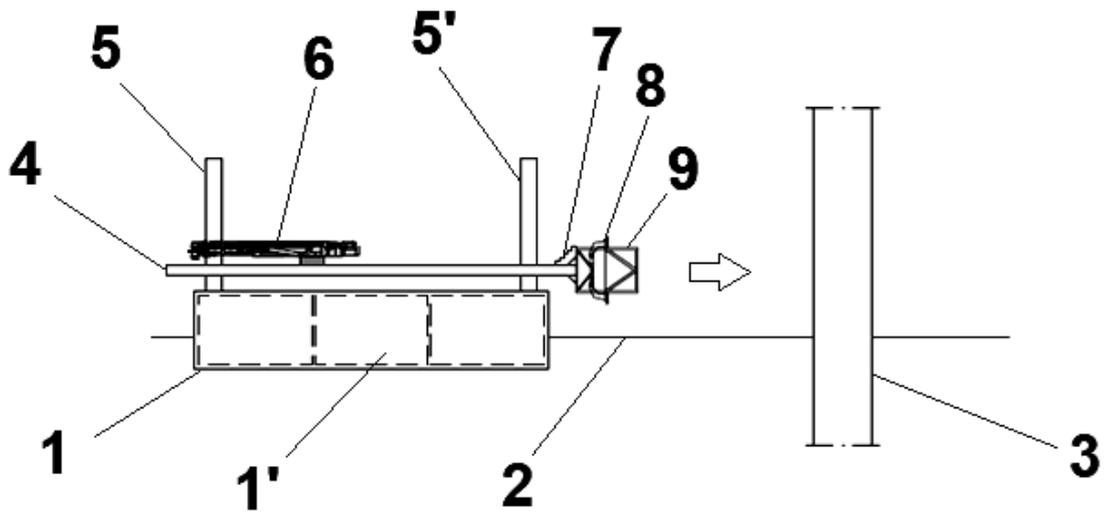


FIG. 5a

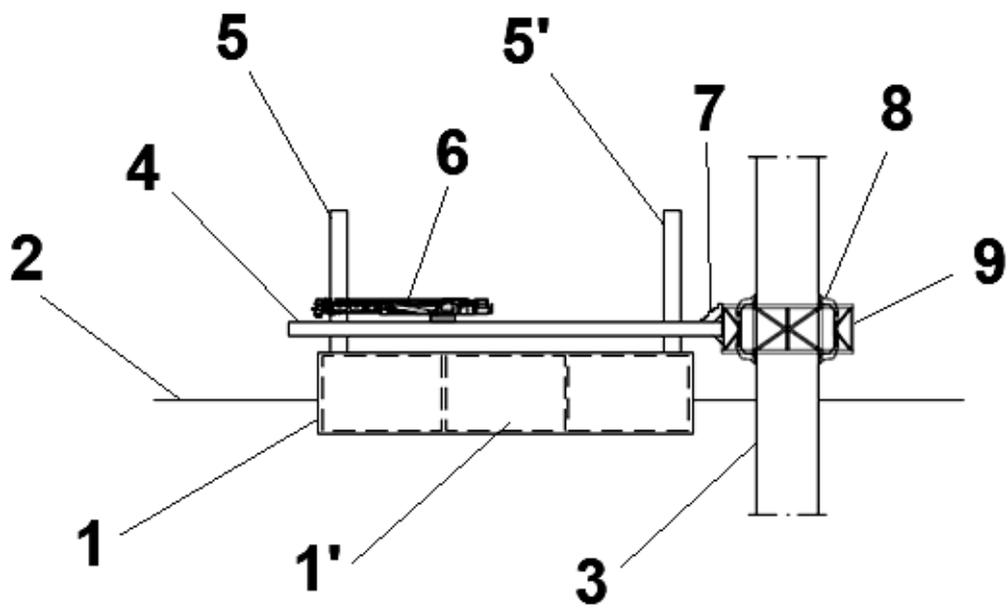


FIG. 5b

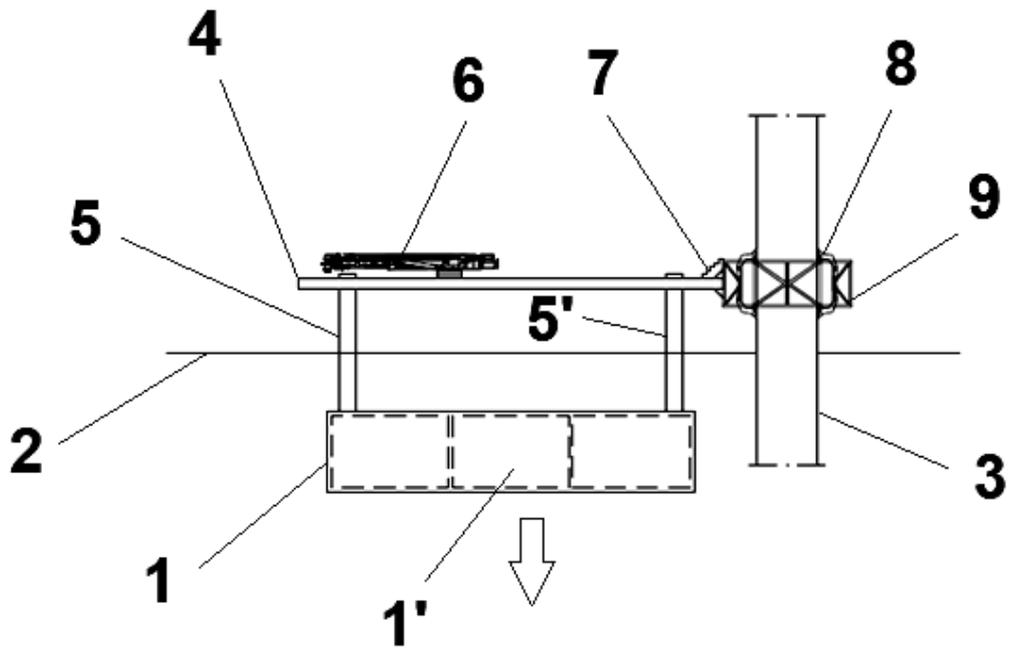


FIG. 5c

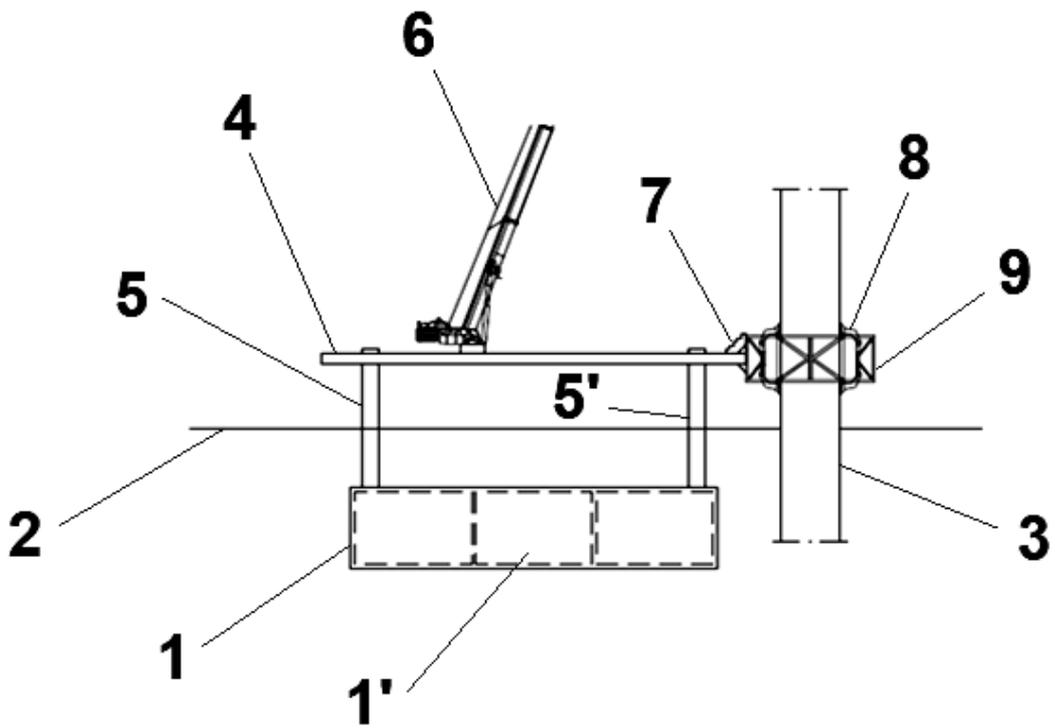


FIG. 5d

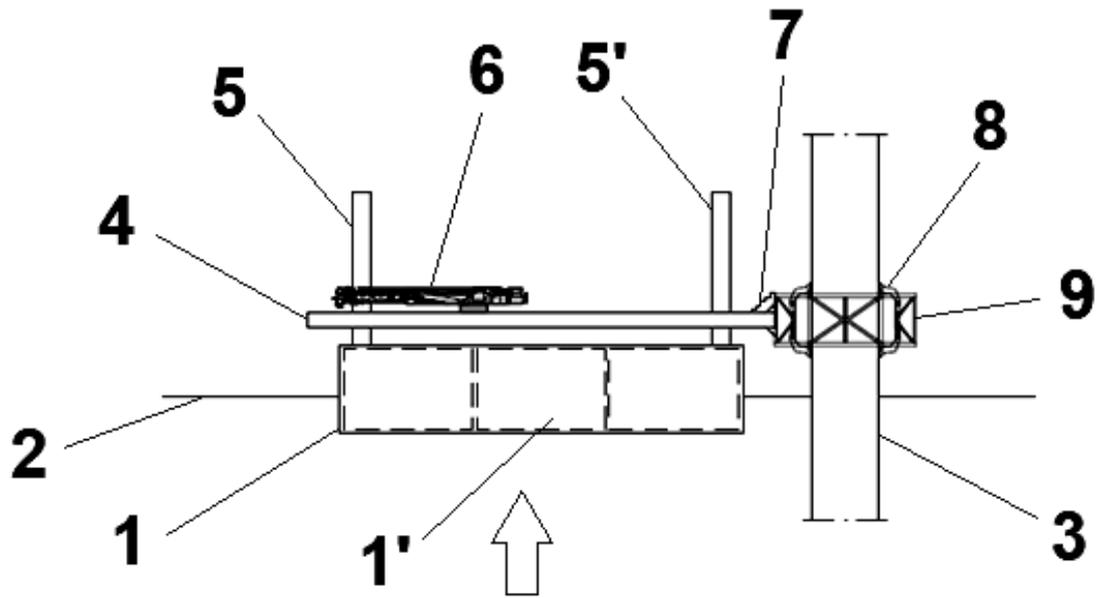


FIG. 5e

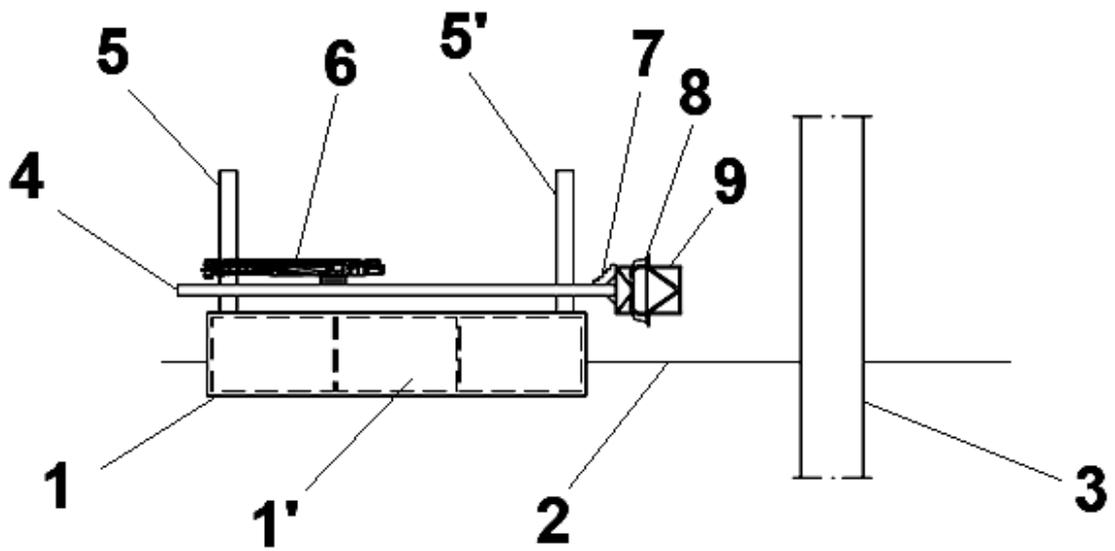


FIG. 5f

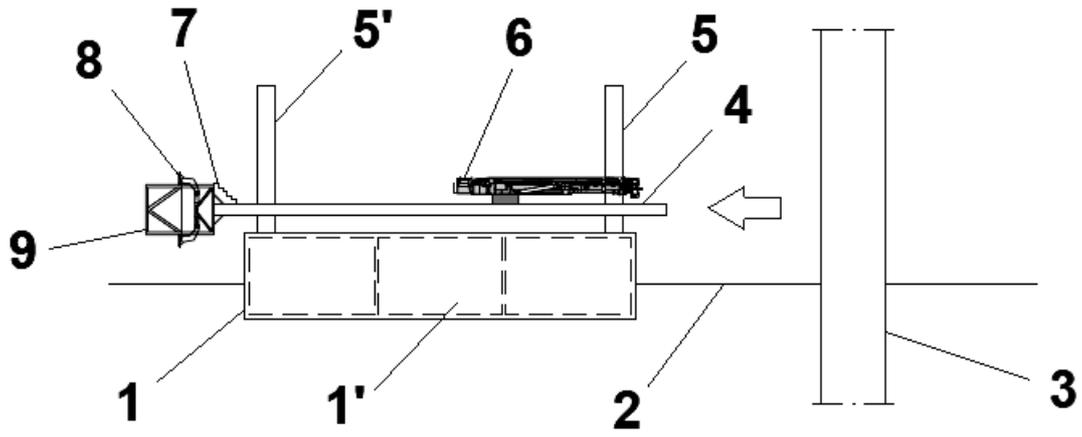


FIG. 5g



- ②① N.º solicitud: 201831070  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 07.11.2018  
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **F03D13/25** (2016.01)  
**B63B35/44** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	DE 10332382 A1 (SCHIFFFAHRTSKONTOR ALTES LAND G) 17/02/2005, Ver párrafos [7-10], [13], [15], [26-27] y figuras.	1,4,11-15,19,23,25,28-30
Y		5-10,16-18,24
Y	WO 2011028102 A2 (ITREC BV et al.) 10/03/2011, Figuras.	5-10
Y	US 6257165 B1 (DANOS JR ALLEN et al.) 10/07/2001, Ver columna 4, líneas 21 a 34; figuras 1 a 3.	16-18,24
A	EP 3170730 A1 (MODEC INC) 24/05/2017, figuras.	1
A	US 4683832 A (DYSARZ EDWARD D) 04/08/1987, figuras.	5-8
A	WO 2017012679 A1 (SIEMENS AG) 26/01/2017, Figuras.	19

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia  
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría  
A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita  
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud  
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº: 1,4-19,23-25,28-30

Fecha de realización del informe 08.03.2019	Examinador D. Herrera Alados	Página 1/2
--	---------------------------------	---------------

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

F03D, B63B, E02B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC