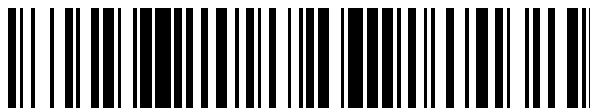


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 607 428**

21 Número de solicitud: 201531364

51 Int. Cl.:

F03D 13/25 (2006.01)

B63B 35/44 (2006.01)

B63B 1/02 (2006.01)

B63H 25/42 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

24.09.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

31.03.2017

71 Solicitantes:

IBERDROLA RENOVABLES ENERGÍA, S.A.
(70.0%)

C/ Menorca, 19
46023 Valencia ES y
UNIVERSIDADE DA CORUÑA (30.0%)

72 Inventor/es:

NAVARRO ARANDA, Antonio;
HEREDERO BUENO, Cristina y
YANES BAONZA, César

74 Agente/Representante:

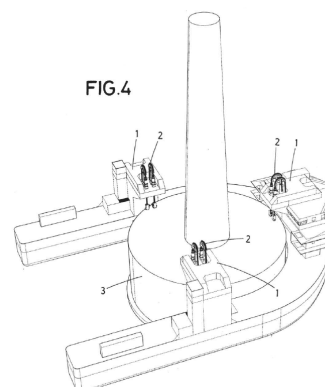
PONS ARIÑO, Ángel

54 Título: **Buque para el transporte e instalación de unidades eólicas fuera costa**

57 Resumen:

Buque para el transporte e instalación de unidades eólicas fuera costa.

La presente invención se refiere a un buque para el transporte e instalación de unidades eólicas fuera costa que presenta en planta una forma que media entre una "U" en su interior y una "V" en su exterior, semejante al contorno de una herradura que es autopropulsado, que dispone de un sistema de posicionamiento dinámico competente y que tiene un sistema de arriado e izado de gatos de cables ayudado por subsistemas de lastre, defensas, amarras y dispositivos mecánicos/hidráulicos/eléctricos para realizar con seguridad y autonomía las operaciones de transporte e instalación de unidades eólicas fuera costa y/o sus cimentaciones.



**BUQUE PARA EL TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE UNIDADES EÓLICAS FUERA
COSTA**

DESCRIPCIÓN

5

OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un buque para el transporte e instalación de unidades eólicas fuera costa, entendiéndose éstas en este documento como el conjunto de
10 cimentación más aerogenerador o solo como cimentación, dotado de unas características especiales que le permiten realizar las actividades de transporte e instalación de las unidades eólicas de forma eficiente y segura.

El objeto de la invención es un buque para el transporte e instalación de unidades eólicas
15 fuera costa que permite llevar a cabo el transporte de las mismas al emplazamiento de instalación cumpliendo los requisitos de estabilidad y resistencia estructural a los cargas debidas a las condiciones metoceánicas para el periodo de instalación y operación seleccionados, además de proporcionar una plataforma estable y estacionaria que permite la instalación de la unidad eólica mediante su arriado/izado controlado, en condiciones
20 metoceánicas moderadas usando tecnología de manipulación de cargas pesadas.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

El estado de la técnica en el transporte e instalación de aerogeneradores marinos se centra
25 actualmente en el uso de buques grúa y Jack-ups. La mayoría están diseñados para el transporte e instalación de los las turbinas eólicas por partes (torre, palas y góndola).si bien existen proyectos de buques especializados que se centran en la instalación de la turbina eólica como un todo. Respecto a las cimentaciones, ya sean de gravedad o de tipo Jacket, se instalan mediante procedimientos que podríamos considerar adaptaciones de los
30 utilizados en la industria del petróleo.

La tendencia actual es hacia aerogeneradores de mayor potencia que los actuales, con el objetivo de disminuir los costes por megavatio debidos al transporte e instalación en la mar, y que son por tanto más grandes y pesados, de modo que surge la necesidad de transportar
35 e instalar unidades más altas y pesadas.

La instalación de los componentes de la turbinas eólicas con grúas desde buques tipo Jack-Ups está limitada por el viento (no tanto por el oleaje ni la corriente), ya que este tipo de unidades se apoyan sobre sus patas en profundidades moderadas, siendo esta limitación por viento relevante en zonas con gran recurso eólico.

5

Aunque el número de las operaciones de izado necesarias para la instalación de los componentes de la turbina eólica disminuye con el pre-montaje de los mismos en tierra debido al mayor peso de la parte pre-montada, la operación es más sensible a las condiciones ambientales y por tanto la ventana de instalación puede verse reducida.

10

El estado de la técnica conocido hasta ahora relativo a la instalación de una unidad eólica fuera costa en profundidades intermedias se puede dividir en dos grandes fases: la instalación de la cimentación (ya sea ésta de gravedad, GBF ó GBS (siglas en inglés de "Gravity Based Foundation" o "Gravity Based Support" respectivamente), o de tipo Jacket, y la posterior instalación del aerogenerador (o de sus partes) sobre la cimentación.

15

Las cimentaciones se construyen generalmente en tierra y se transportan hasta el emplazamiento sobre la cubierta de grandes barcas. Una vez en el emplazamiento, la cimentación se pone a flote con la ayuda de buques de apoyo o embarcaciones auxiliares (buques grúa especiales), llevando a cabo un maniobra de arriado de manera controlada hasta su instalación.

20

Para las instalaciones necesarias en la industria eólica marina, ya sea de la cimentación del aerogenerador, del conjunto cimentación más aerogenerador, del aerogenerador en su conjunto o de sus distintas partes, se contempla la utilización de artefactos o unidades que se pueden englobar dentro del término "unidades de instalación de turbinas eólicas" o en inglés "Wind Turbine Installation Units" (denominación contemplada en los estándares de DNV). Dentro de esta categoría se diferencia entre "Self Elevating Units" o unidades de autoelevación (Jack-Ups) y "Column Stabilized Units" ó unidades cuya estabilidad se consigue por medio de una carena consistente en columnas. La capacidad de desplazarse con medios propios no está excluida. Se entiende que todos los demás artefactos especialmente diseñados con el fin de servir a la industria eólica fuera costa, se englobarían dentro de los términos "Wind Turbine Installation Vessel" ó "Wind Turbine Installation Barge", es decir, buques o barcas para la instalación de aerogeneradores, dependiendo si tienen o no medios suficientes de autopropulsión. Es necesario hacer hincapié en el hecho de que las unidades proyectadas para realizar el transporte e instalación de una unidad eólica

25

30

35

completa o de un aerogenerador en su conjunto, se encuentran aún en fase de desarrollo.

Dentro de las unidades tipo "Jack-Up" se hace a su vez la diferenciación entre barcas y buques, atendiendo a la misma razón de la suficiencia de los medios propulsivos que poseen, y siendo característica principal la capacidad de apoyarse sobre el fondo mediante un sistema de patas elevables. La unidad queda elevada sobre la superficie del mar evitando la acción de las olas sobre el casco de la misma. Por tanto, durante la instalación se comporta como si fuera una unidad fija apoyada sobre el fondo marino. Las barcas "Jack-Up" se remolcan hasta el lugar de instalación.

La patente europea con número de publicación EP2495162B1 divulga una embarcación con forma de catamarán autopropulsada capaz de realizar operaciones de transporte e instalación de turbinas eólicas ya ensambladas a una cimentación de gravedad. La unidad eólica offshore completa se mantiene unida a la embarcación a través de un sistema de cuatro pilotes trincados verticalmente a la cimentación. La instalación también se realiza a través de estos pilotes, que sirven como guías para el descenso vertical de la unidad eólica offshore completa hasta el fondo marino. La embarcación dota de estabilidad a la unidad eólica y tiene flotabilidad suficiente para variar su calado según las necesidades del transporte.

Esta embarcación presenta una gran sensibilidad a la direccionalidad de las cargas ambientales por carecer de la capacidad de orientarse durante la instalación.

Todos estos inconvenientes quedan superados con el buque para el transporte e instalación de unidades eólicas fuera costa de la presente invención aumentando las condiciones metoceánicas máximas para la instalación de las unidades eólicas, a la vez que se reducen los costes y los plazos de instalación.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un buque para el transporte e instalación de unidades eólicas fuera costa que comprende una carena cuya proyección en planta presenta esencialmente forma de "U", preferiblemente forma que media entre una "U" en su interior y una "V" en su exterior, semejante al contorno de una herradura, de tal manera que posibilita

las operaciones de acoplamiento, trincaje y destrincaje de dichas unidades para su transporte y posterior arriado controlado durante su instalación.

El buque comprende un sistema de arriado e izado que a su vez comprende un conjunto de grupos de gatos de cables situados en al menos tres zonas de arriado e izado, donde preferiblemente dos de dichas zonas están dispuestas de manera enfrentada en las bandas de babor y estribor y la tercera en la proa del buque, de manera que las tres zonas de arriado e izado se encuentran dispuestas en una circunferencia por cuyo centro pasa un eje vertical alineado con el centro de masas, de carena y de flotación del buque y la unidad eólica.

La unidad eólica se encuentra suspendida de los gatos de cables ejerciendo sobre los mismos una fuerza vertical hacia abajo equivalente a la diferencia entre su peso y su empuje (peso aparente), siendo a través de dichas fuerzas como se consigue la estabilización de la unidad eólica durante el arriado.

El sistema de arriado e izado así definido acopla los modos de movimiento verticales (arfada, balance y cabeceo) y en cambio permite los modos de movimiento relativo horizontales (largada, deriva y guiñada).

Debido al comportamiento del sistema de arriado e izado frente a los movimientos y giros verticales (arfada, balance y cabeceo) relativos entre el buque y la unidad eólica, se logra transmitir la estabilidad metacéntrica del buque durante el proceso de instalación, permitiendo que la unidad eólica pueda no ser estable por diseño.

El sistema de arriado e izado realiza el descenso de la unidad eólica controlando de forma combinada la operación de los gatos de cables con una maniobra de lastrado. De esta manera se mantiene una tensión estabilizante durante dicha maniobra de arriado o descenso controlado de la unidad eólica y que permite controlar la estabilidad y/o distribución de masas de la unidad eólica y del buque mediante el llenado y/o vaciado por medio de un sistema de lastre, de unos compartimentos dispuestos en la cimentación de la unidad eólica y/o del buque. Con esto se consigue minimizar los movimientos y las cargas dinámicas bajo condiciones ambientales dadas durante la instalación.

De esta manera, y debido al especial diseño de la carena (o parte del casco sumergida) y a la disposición de los elementos del sistema de arriado e izado (gatos de cables), se logra que el centro de flotación y de carena estén alineados verticalmente con el centro de gravedad de la carga. Además, la carena está diseñada para que las inercias de área en la flotación e inercias hidrodinámicas añadidas estén equilibradas en los modos de balance y cabeceo, lo cual contribuye a la disminución de las cargas dinámicas y a la independencia de la dirección de las condiciones ambientales a la hora de realizar la operación de instalación.

El buque comprende además un sistema de posicionamiento dinámico capaz de proporcionar sensiblemente la misma capacidad de posicionamiento independientemente de la dirección del viento, corriente y oleaje.

Así mismo, el buque comprende además un sistema de trincaje de la carga para su transporte, compuesto por los gatos de cables del sistema de arriado/izado y de un sistema complementario de defensas dispuesto en sus costados interiores y en su fondo. Para el transporte de ciertas tipologías de cimentaciones y gracias a la acción de los gatos de cables del sistema de izado/arriado, dicha cimentación entraría en contacto con el sistema de defensas del fondo, y de este modo se evitan o restringen en gran medida los movimientos relativos entre el buque y la unidad eólica. Complementariamente, para el transporte de otro tipo de unidades eólicas, se dispone de un sistema de amarras o de dispositivos mecánicos/hidráulicos/eléctricos cuya misión es ayudar a los gatos de cables a evitar los movimientos relativos entre la carga y el buque.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 muestra una vista en perspectiva superior del buque para el transporte e instalación de unidades eólicas fuera costa de la presente invención.

La Figura 2 muestra una vista en perspectiva inferior del buque para el transporte e instalación de unidades eólicas fuera costa de la presente invención.

La Figura 3 muestra una vista perspectiva del buque para el transporte e instalación de unidades eólicas fuera costa de la presente invención transportando una cimentación tipo Jacket.

La Figura 4 muestra una vista perspectiva del buque para el transporte e instalación de unidades eólicas fuera costa de la presente invención transportando una cimentación de gravedad.

5 La Figura 5 muestra una vista perspectiva del buque durante el proceso de arriado (descenso) de una cimentación.

La Figura 6 muestra una vista perspectiva del buque durante el proceso de arriado (descenso) de una unidad eólica completa con una cimentación de gravedad.

10

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

A continuación se procederá a describir de manera detallada el buque para el transporte e instalación de unidades eólicas fuera costa de la presente invención.

15

El buque para el transporte e instalación de unidades eólicas fuera costa presenta una carena monocasco (obra viva), cuya proyección en planta está formada por dos semicascos rectangulares unidos en proa por una figura geométrica cuya línea interior es una semicircunferencia y cuyas líneas exteriores presentan formas hidrodinámicas que confluyen en la roda (proa), tal y como se observa en la Figura 2.

20

El buque comprende un sistema de arriado e izado que a su vez comprende un conjunto de grupos de gatos de cable (1) situados al menos en tres zonas de arriado e izado, donde dos de dichas zonas están dispuestas de manera enfrentada en los semicascos de babor y estribor y la tercera zona en la proa del buque en crujía, de manera que las tres zonas de arriado e izado se encuentran dispuestas en una circunferencia por cuyo centro pasa el eje donde se encuentra dispuesto el centro de masas, de carena y de flotación del buque y la unidad eólica. Preferentemente, las tres zonas de arriado e izado se encuentran dispuestas en los vértices de un triángulo equilátero, con el vértice dispuesto más a proa en el plano de crujía.

30

El sistema de arriado e izado comprende además un sistema de lastre que permite llevar a cabo el arriado o descenso controlado de la unidad eólica junto con los gatos de cable (1) situados al menos en tres zonas de arriado e izado para mantener una tensión estabilizante durante dicha maniobra de arriazo o descenso controlado de la unidad eólica y que permite

35

controlar la estabilidad y distribución de masas de la unidad eólica y del buque mediante el llenado y vaciado por medio del sistema de lastre de unos compartimentos o tanques dispuestos tanto en una cimentación (3) de la unidad eólica como en el propio buque.

5 El buque para el transporte e instalación de unidades eólicas fuera costa comprende además un sistema de posicionamiento dinámico diseñado para proporcionar sensiblemente la misma capacidad de posicionamiento independientemente de la dirección del viento, corriente y oleaje, que comprende un conjunto de propulsores (4), preferentemente dos propulsores (4) dispuestos en los extremos de popa de los semicascos y dos propulsores (4)
10 dispuestos de manera adyacente al vértice en la proa del buque.

El buque para el transporte e instalación de unidades eólicas fuera costa comprende además un sistema de trincaje de la carga para su transporte, compuesto por los gatos de cable (1) del sistema de arriado e izado junto con un sistema complementario de defensas
15 (5) dispuesto en los costados interiores del buque y en el fondo, que entra en contacto con la unidad eólica a instalar y que trabaja bien por fricción o por esfuerzos de compresión en las zonas de contacto entre la unidad eólica y el buque. Este sistema complementario de defensas (5) permite que durante la fase de transporte los movimientos relativos entre el buque y la carga estén restringidos.

20 Preferentemente, el sistema de trincaje comprende además un sistema de eslingas tensionadas mediante cabestrantes y/o unos cilindros hidráulicos (6) que sujetan la unidad eólica al buque.

25 El buque objeto de la presente invención elimina la necesidad de utilizar medios auxiliares durante el transporte y la instalación de la unidad eólica, ya que comprende de un sistema de posicionamiento dinámico, de equipos de arriado/izado y lastre, y de un sistema de control de la operación que permite realizar la instalación de la unidad eólica de manera autónoma.

30

REIVINDICACIONES

1.- Buque para el transporte e instalación de unidades eólicas fuera costa que comprende una carena cuya proyección en planta presenta esencialmente forma de "U" caracterizado por que comprende un sistema de arriado e izado que a su vez comprende un conjunto de grupos de gatos de cable (1) situados en al menos tres zonas de arriado e izado, de manera que dichas zonas de arriado e izado se encuentran dispuestas en una circunferencia por cuyo centro pasa un eje vertical donde se encuentra dispuesto el centro de masas, de carena y de flotación del buque y la unidad eólica.

2.- Buque para el transporte e instalación de unidades eólicas fuera costa según reivindicación 1 caracterizado por que las tres zonas de arriado e izado se encuentran dispuestas en los vértices de un triángulo equilátero, con el vértice dispuesto más a proa en el plano de crujía.

3.- Buque para el transporte e instalación de unidades eólicas fuera costa según reivindicación 1 caracterizado por que la carena presenta una proyección en planta con forma de "U" preferiblemente, más preferiblemente con una forma que media entre una "U" en su interior y una "V" en su exterior, semejante al contorno de una herradura.

4.- Buque para el transporte e instalación de unidades eólicas fuera costa según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que el sistema de arriado e izado comprende además un sistema de lastre que permite llevar a cabo el arriado o descenso controlado de la unidad eólica operando conjuntamente con los gatos de cable (1) para mantener una tensión estabilizante durante dicha maniobra de arriado o descenso controlado de la unidad eólica y que permite controlar la estabilidad y/o distribución de masas de la unidad eólica y del buque mediante el llenado y/o vaciado por medio del sistema de lastre de unos compartimentos dispuestos en una cimentación (3) de la unidad eólica y/o del buque.

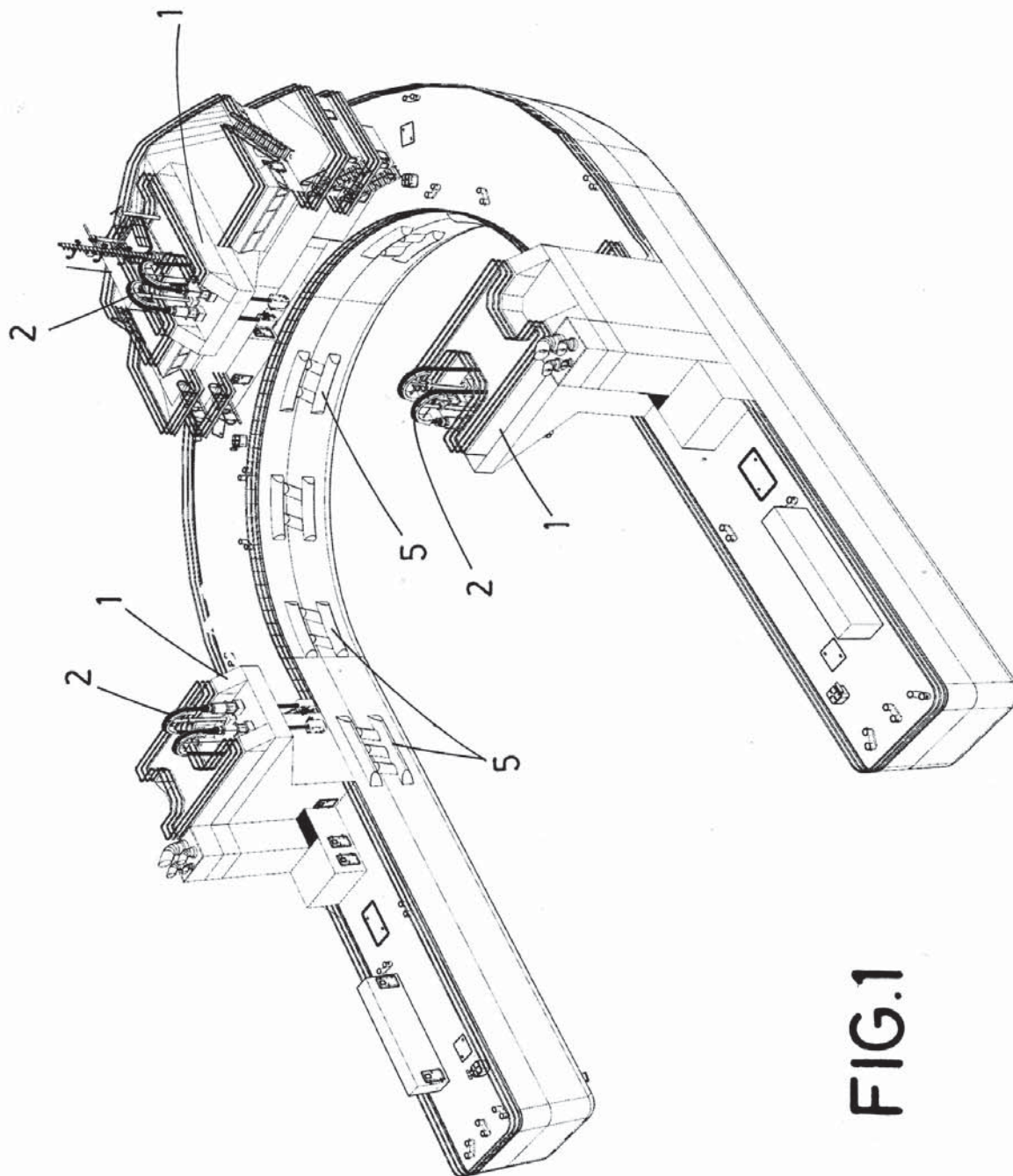
5.- Buque para el transporte e instalación de unidades eólicas fuera costa según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que comprende además un sistema de posicionamiento dinámico que proporciona una capacidad de posicionamiento independientemente de la dirección del viento, corriente y oleaje y que comprende un conjunto de propulsores (4) dispuestos en el fondo de la embarcación.

6.-. Buque para el transporte e instalación de unidades eólicas fuera costa según reivindicación 5 caracterizado por que el sistema de posicionamiento dinámico comprende propulsores (4) dispuestos tanto en los extremos de los semicascos como en la parte de proa del buque.

7 -. Buque para el transporte e instalación de unidades eólicas fuera costa según reivindicación 3 caracterizado por que comprende un sistema de trincaje de la carga para su transporte, compuesto por los cables del sistema de arriado/izado junto con un sistema complementario de defensas (5) dispuesto en los costados interiores de la U y en el fondo del buque.

8.-. Buque para el transporte e instalación de unidades eólicas fuera costa según reivindicación 7 caracterizado por que el sistema de trincaje comprende un sistema de amarras o de dispositivos mecánicos/hidráulicos/eléctricos.

9 -. Buque para el transporte e instalación de unidades eólicas fuera costa según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que es autopropulsado.



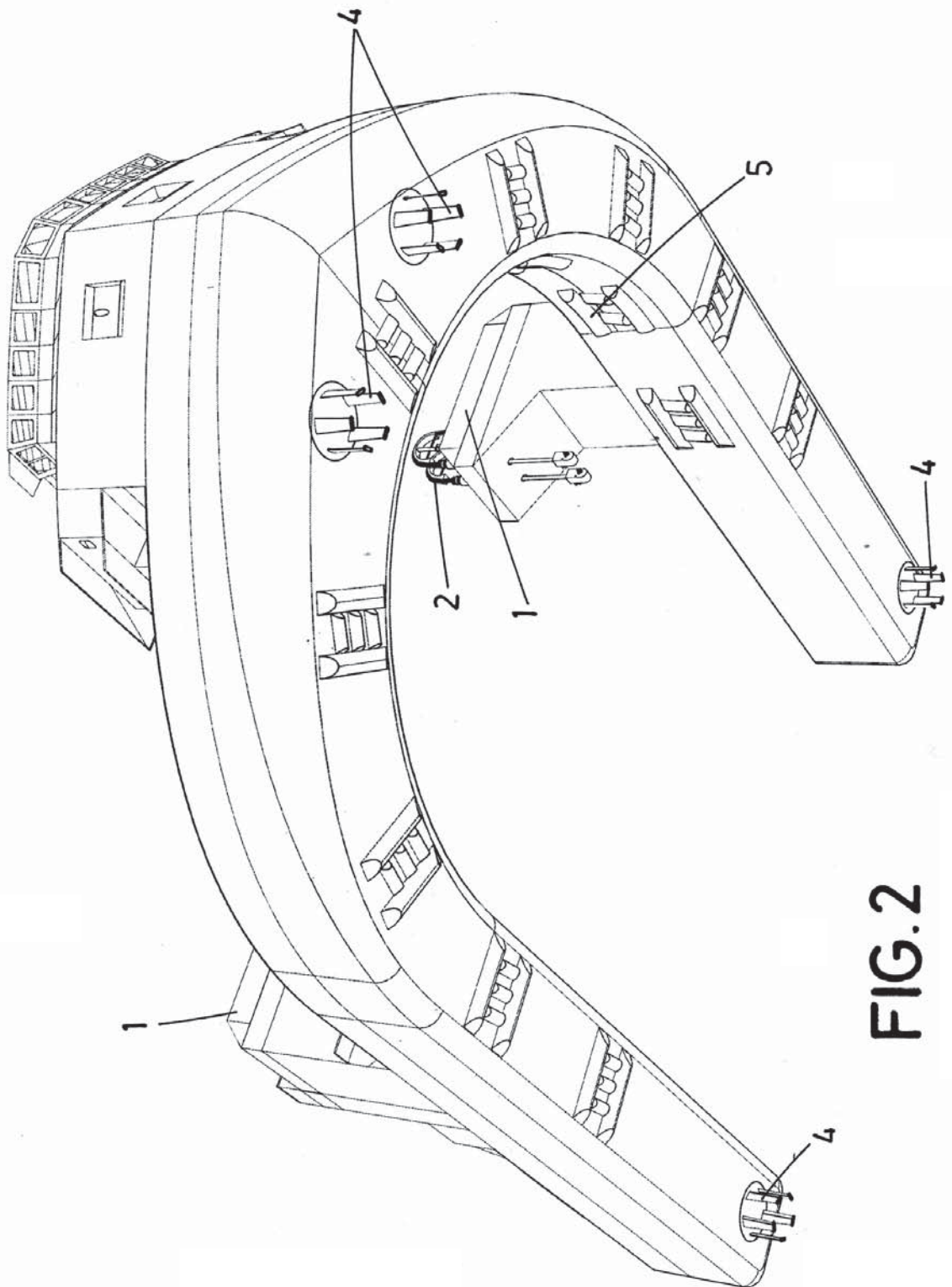


FIG. 2

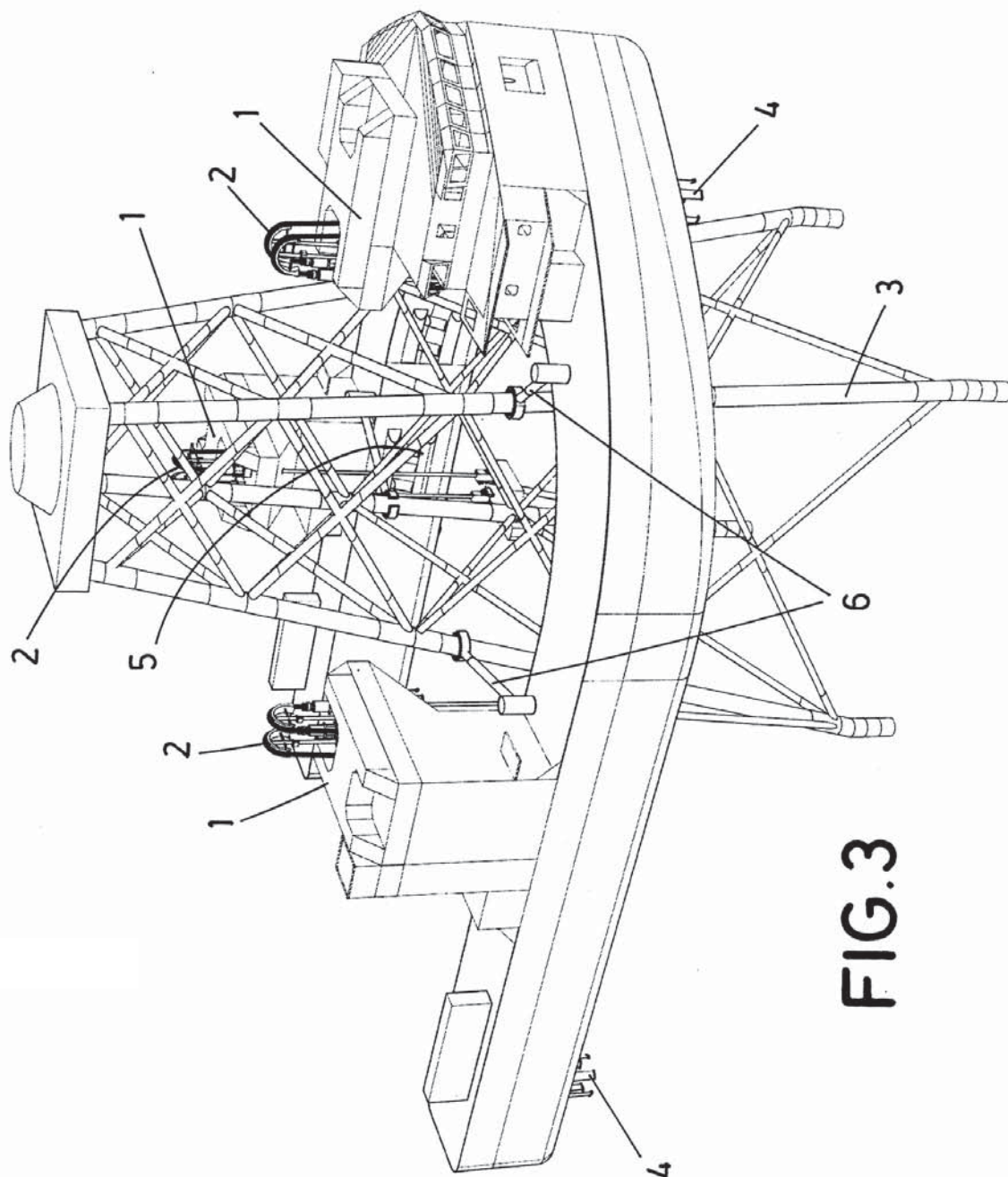
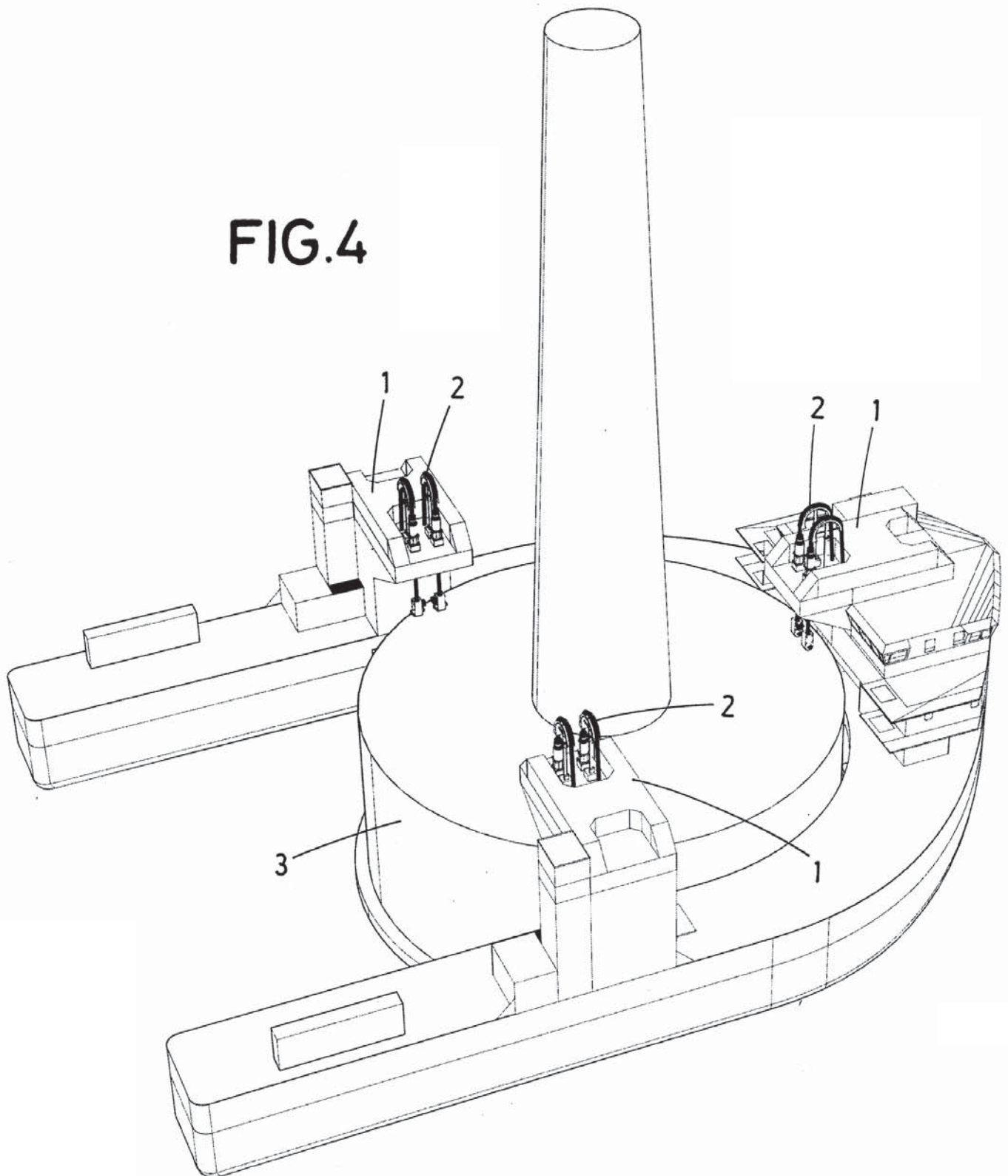


FIG.3

FIG.4



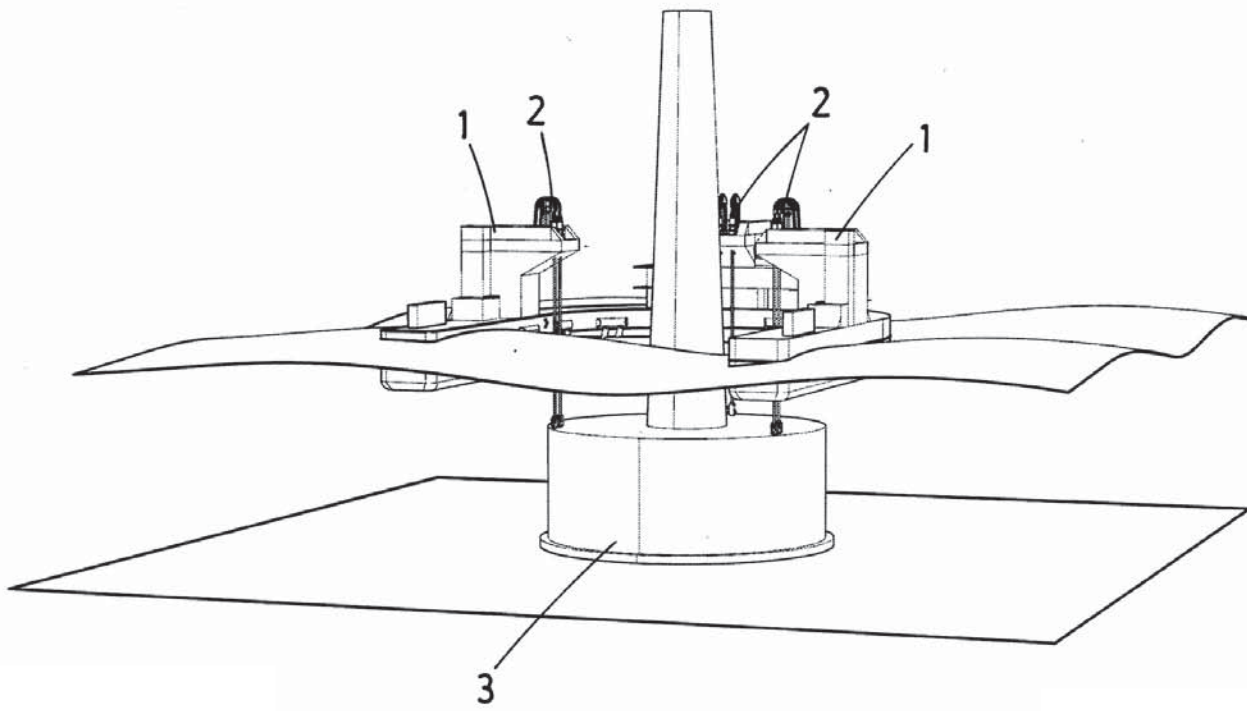


FIG.5

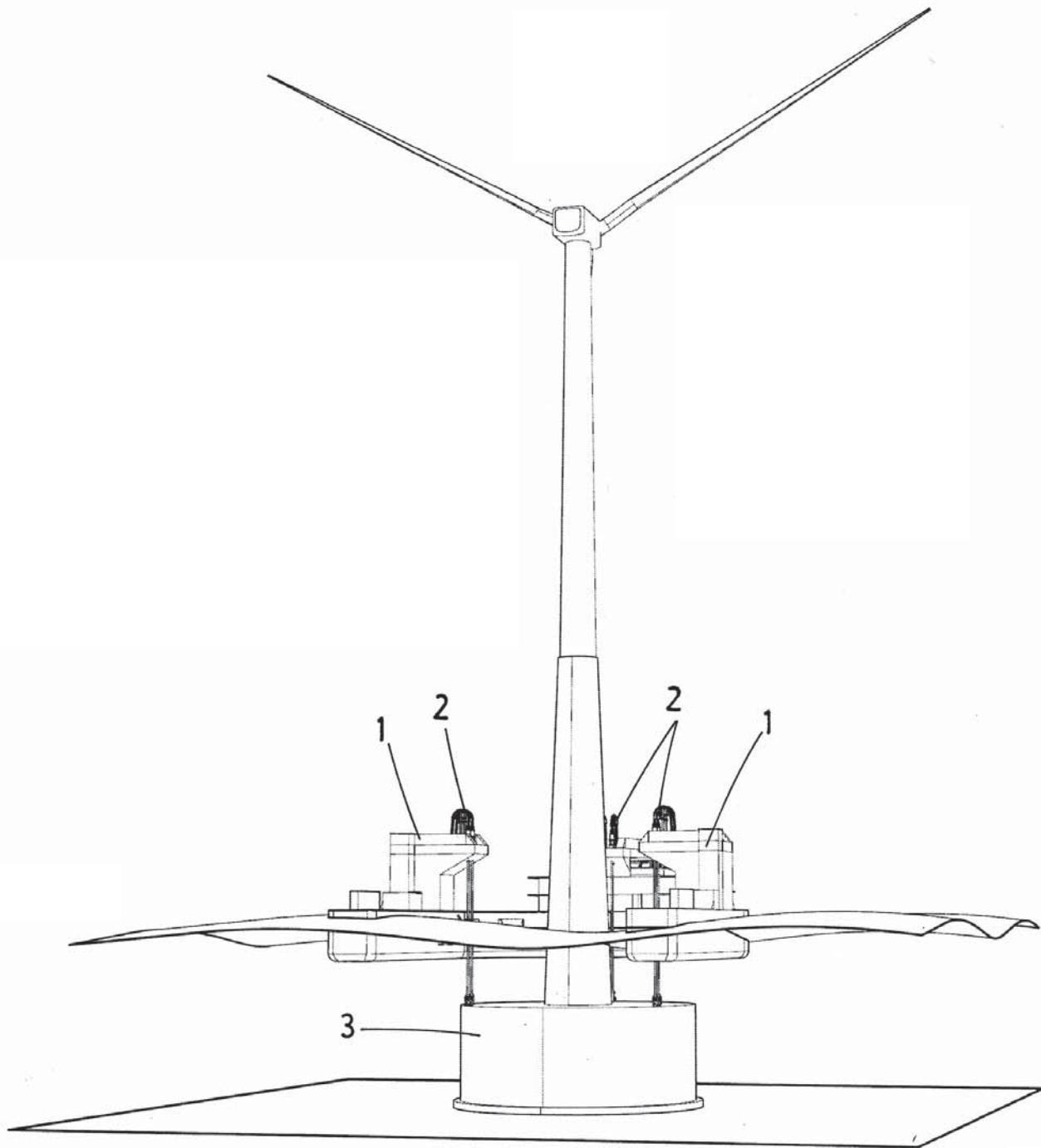


FIG. 6



- ②① N.º solicitud: 201531364
②② Fecha de presentación de la solicitud: 24.09.2015
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 2012183359 A1 (NORDSTROM CHARLES J et al.) 19.07.2012, párrafos [76,77]; figuras.	1-4,7-9
Y		5-6
Y	WO 2011093704 A1 (P & R SYSTEMS et al.) 04.08.2011, página 6, líneas 28-32; página 7, líneas 15-20; figuras.	5-6
A	WO 2011028102 A2 (ITREC BV et al.) 10.03.2011, página 26, línea 29 – página 27, línea 3; figuras.	5-6
A	EP 2581336 A1 (SINOVEL WIND GROUP CO LTD) 17.04.2013, resumen; figuras.	1

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:

Fecha de realización del informe
11.05.2016

Examinador
D. Herrera Alados

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

F03D13/25 (2016.01)

B63B35/44 (2006.01)

B63B1/02 (2006.01)

B63H25/42 (2006.01)

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

B63B, B63H, F03D

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

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 11.05.2016

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-9	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-9	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2012183359 A1 (NORDSTROM CHARLES J et al.)	19.07.2012
D02	WO 2011093704 A1 (P & R SYSTEMS et al.)	04.08.2011

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El documento D01, considerado el más cercano del estado de la técnica un buque para el transporte e instalación de aerogeneradores fuera de costa que dispone una casco en forma de U con tres zonas de arriado e izado que forman un triángulo. El buque puede ser lastrado para cambiar la vertical del centro de gravedad del buque o del sistema buque-plataforma (ver página 5, párrafo [76] y figuras).

La diferencia entre el documento D01 y el objeto técnico reivindicado es que en el documento D01 no se menciona explícitamente que los elementos de arriado están dispuestos en una circunferencia por cuyo centro pasa un eje vertical que pasa por el centro de masas y de carena del buque y la plataforma. Sin embargo, es evidente que un experto en la materia buscaría el colocar esos tres puntos de izado y arriado formando un triángulo equilátero por cuyo centro pasaran los centros de aplicaciones de fuerzas para conseguir un equilibrio en las reacciones del buque. Por lo tanto, no se considera que el objeto técnico según la reivindicaciones 1 tenga actividad inventiva en base a lo divulgado en el documento D01 (Art. 8.1 de LP11/86).

Las reivindicaciones 2 a 4 y 7 a 9 reivindican características técnicas que ya han sido divulgadas en el documento D01 (ver párrafo [77] y figuras) o se consideran variaciones de diseño evidentes para un experto en la materia.

La reivindicación 5 reivindica un sistema de posicionamiento dinámico mediante un grupo de propulsores en el fondo del casco. La solución a este problema técnico está divulgado en el documento D02 (ver pág. 6, líneas 28-32; pág. 7, líneas 15-20 y figuras). En dicho documento se muestra una embarcación para el mantenimiento de plantas de aerogeneradores offshore con un casco en forma de U que dispone de unos propulsores bajo el casco en la popa para un correcto posicionamiento. Resultaría obvio para un experto en la materia, sobre todo cuando se va a obtener un mismo resultado, aplicar dichos propulsores divulgados en D02 al buque divulgado en el documento D01, para conseguir un posicionamiento dinámico de acuerdo con la reivindicación 5. Por lo tanto, la reivindicación 5 carece de actividad inventiva en base a lo divulgado en los documentos D01 y D02 (Art. 8.1 de LP11/86).

Igualmente ocurre con la reivindicación 6. Se considera que el añadir un propulsor en la proa es una ligera variación de diseño sobradamente conocida en el estado de la técnica que no implica actividad inventiva en base a lo divulgado en los documentos D01 y D02.