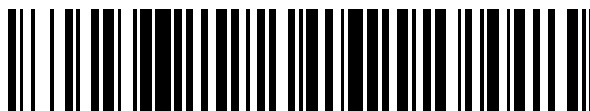


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 731 156**

51 Int. Cl.:

B63B 21/50 (2006.01)

B63B 35/44 (2006.01)

F03D 13/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.06.2016 PCT/EP2016/064804**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.12.2016 WO16207427**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.06.2016 E 16731939 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2019 EP 3313721**

54 Título: **Ensamblaje de turbina eólica flotante, así como un método para el amarre de tal ensamblaje de turbina eólica flotante**

30 Prioridad:

26.06.2015 EP 15174077

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

14.11.2019

73 Titular/es:

**SINGLE BUOY MOORINGS INC. (100.0%)
Route de Fribourg 5
1723 Marly, CH**

72 Inventor/es:

**MELIS, CECILE;
BAUDUIN, CHRISTIAN RAYMOND y
CAILLE, FRANCOIS**

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 731 156 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

Ensamblaje de turbina eólica flotante, así como un método para el amarre de tal ensamblaje de turbina eólica flotante

5

Campo de la invención

[0001] La invención se refiere a un ensamblaje de turbina eólica flotante, que comprende una plataforma flotante y una turbina eólica dispuesta encima de la plataforma flotante, la turbina eólica tiene un mástil con un eje de mástil, del cual un extremo inferior se conecta a la plataforma flotante, y una góndola dispuesta encima del mástil, donde la plataforma flotante se conecta al lecho marino con una pluralidad de líneas de amarre tensionadas, donde las líneas de amarre comprenden cada una un eje de línea de amarre que se extiende en una dirección longitudinal de la línea de amarre. La invención también se refiere a un método para el amarre tal como ensamblaje de turbina eólica flotante.

15

Antecedentes de la invención

[0002] Tales ensamblajes de turbina eólica flotante se conocen de, por ejemplo, WO 2015/048147 A1, WO 2009/064737 A1, KR 101488292, WO 2014/140653 A1, EP 2743170 A1, WO 2013/084632 A1, CN 102392796 un, US 2012/103244 A1, WO 2009/131826 A2 o US 2008/240864 A1.

20

[0003] En general, hay cuatro categorías de tipos de flotador para sostener turbinas eólicas flotantes, cada una inspirada por conceptos existentes de aceite y de gas:

25

1. semi-tipo
2. tipo spar/de gran calado
3. tipo chalana
4. Plataforma de pierna tensionada (TLP)

30

[0004] Los tipos que pueden operar solo en la profundidad del agua limitada, como torres articuladas, no están enumerados arriba.

35

[0005] El desafío principal de soportar una turbina eólica, sin embargo, difiere del equipo de soporte superior, como es el caso con el equipo de perforación o amarre. Ante todo, el dispositivo que se soporta, es decir la turbina es fina y soporta una masa significativa con una elevación grande sobre la quilla flotante, elevando el centro de gravedad de todo el objeto. Este tiende a hacer el flotador inestable.

40

[0006] En condiciones operativas (cuando la turbina produce potencia), se aplica una gran fuerza de empuje en la elevación de góndola, es decir, a una altura sobre el nivel del mar. Esto tenderá a dar un momento de vuelco significativo en la conexión de turbina al flotador.

45

[0007] Todos los conceptos que han sido patentados hasta el momento están lejos de intentar limitar el cabeceo/balanceo que se induce por este momento de vuelco, como es la mayor restricción de demanda impuesta por fabricantes de turbina.

50

[0008] La restauración en cabeceo/balanceo de un flotador es proporcional a su altura metacéntrica, GM, que es la distancia entre el centro de gravedad G y su metacentro M. Cuanto más alto es el GM, más estable es el flotador.

55

[0009] Para la categoría 1, el semi-tipo, se consigue estabilidad elevando el metacentro M poniendo el área del plano de flotación lejos del centro de rotación. Esto sucesivamente dará lugar a la restauración de los grados de libertad de cabeceo/balanceo.

60

[0010] Para la categoría 2, tipo spar o de gran calado la estabilidad se consigue reduciendo el centro de gravedad G. Estas estructuras tienden también a bajar el nivel de carga inducida por ondas presentando pequeños volúmenes cerca de la superficie del agua.

65

[0011] Para la categoría 3, tipo chalana, son estructuras relativamente grandes que les dan una gran área del plano de flotación.

70

[0012] Para la categoría 4, TLP, hay una clara ventaja en cuanto a rendimiento de movimiento y estabilidad, ya que se restringen ambos grados de libertad arzada, cabeceo y balanceo. La estabilidad en la arzada se obtiene a través de la puesta de una flotabilidad grande por debajo de la superficie del agua y contrarrestándola con tensiones grandes en el sistema de amarre. Para la estabilidad rotativa, el momento de vuelco se equilibra por una diferencia en tensiones en las patas. Este se puede sostener para un TLP con tres grupos de patas, sin embargo el mismo razonamiento es válido con cuatro o incluso más grupos de patas.

75

[0013] Un objeto de la presente invención es proporcionar un ensamblaje de turbina eólica flotante, en particular, del tipo TLP, con estabilidad mejorada, en particular, cuando se ejerce una gran fuerza de impulso en la elevación de góndola.

5 Resumen de la invención

[0014] Aquí, según la invención, cada línea (8) de amarre comprende un sistema de tensado incremental que actúa sobre las líneas de amarre de manera que los tanques de flotabilidad (13) se sumergen.

10 [0015] Tensado gradual de las patas de amarre, los tanques de flotabilidad radial se sumergen y la estabilidad hidrostática conferida por los tanques de flotabilidad que atraviesan la superficie del agua, se transfiere progresivamente a las patas de amarre.

15 [0016] Esta estabilidad de la estructura de flotación, antes de su fijación al lecho marino, se confiere principalmente por los tanques radiales. En cuanto a un casco tipo catamarán, el hecho de que los tanques de flotabilidad perforan la superficie de mar sobre un área de línea de flotación, S , a una distancia, d , del eje de rotación, induce una resistencia a rotación que es proporcional a Sxd^2 . Cuanto mayor sea la extensión de los tanques de flotabilidad radial, mayor será la resistencia a volcar. En menor medida, la estructura de armazón y/o el tanque central, si estos atraviesan la superficie de mar, también contribuyen a la estabilidad en la configuración de remolque. Esta estabilidad se denomina normalmente estabilidad hidrostática, a diferencia de la estabilidad de amarre, conferida por las líneas de amarre tensionadas cuando el flotador está en una configuración operativa.

20 [0017] En una forma de realización, los ejes de línea de amarre se cruzan entre sí en una posición de cruce en el eje de mástil y en un nivel de elevación en o sobre la góndola.

25 [0018] La invención es una vía nueva de amarrar un TLP tipo flotador que soporta una turbina eólica. Las líneas de amarre, que pueden hacerse indiferentemente de tendones, cadena, hilo o cuerda sintética se fijan en un ángulo en vez de ser verticales.

30 [0019] La invención inspirada propuesta aquí se inspira por el concepto TLP pero dirige la carga específica ejercida por una turbina eólica y la restricción específica de realización de movimiento en la góndola. En vez de amarrar el flotador por patas verticales, las patas están dispuestas en un ángulo con respecto a la vertical, de modo que su punto de cruce en el eje de mástil se produce en un nivel de elevación en o sobre la góndola.

35 [0020] La novedad de la invención es la vía en que las patas están dispuestas con respecto a la estructura. En comparación con una pierna vertical tradicional TLP, esto permite ajustar la posición de un punto fijo alrededor del cual gira todo el objeto. En este punto, el movimiento de traslación diagonal y transversal se restringen, haciéndolo diferente del comportamiento convencional de un TLP. También, esto permite responder óptimamente a la carga específica y se imponen limitaciones por una turbina eólica.

40 [0021] Aunque los grados de libertad (DOF) de balanceo y cabeceo son compatibles, se produce la rotación alrededor de los puntos de cruce de las patas de amarre. A diferencia de los TL convencionales, en esta invención el punto de cruce está localizado cerca de o sobre la góndola. Esto asegura que el movimiento efectivo traslacional inducido por el balanceo/cabeceo de la góndola y las aletas es pequeño en comparación con otros sistemas con DOF de balanceo/cabeceo compatibles y con TLP convencionales para los que no se restringen los movimientos de avance/deriva. Esto mejora el rendimiento aerodinámico de la turbina eólica y reduce la necesidad de un control complejo debido a la velocidad del viento relativa inducida por los movimientos del flotador.

50 [0022] Esto mejora también la accesibilidad de la góndola para operaciones de mantenimiento. Incluso en estados normales del mar operativo, la posibilidad de aterrizar con un helicóptero en una plataforma localizada en el nivel de góndola debería ser permitida por el comportamiento de movimiento bajo del flotador y su sistema de amarre.

55 [0023] Otra forma de realización se refiere a un ensamblaje de turbina eólica flotante anteriormente mencionado, donde la plataforma flotante tiene una estructura de armazón sustancialmente horizontal con un nivel superior y un nivel inferior, al menos tres tanques de flotabilidad coplanaria, una estructura central con una posición central y tres tanques radiales sustancialmente equidistantes de la estructura central, la estructura de armazón que conecta los tanques de flotabilidad al nivel inferior y el extremo inferior del mástil está conectado a la plataforma flotante en el nivel superior, sobre la estructura central. Esto lleva a una configuración flotante particularmente estable en particular cuando la plataforma flotante se arrastra al sitio con el viento de turbina ya integrado. La estructura central puede comprender un tanque de (flotabilidad) central, si se desea. Otra forma de realización se refiere a un ensamblaje de turbina eólica flotante anteriormente mencionado, donde las líneas de amarre comprenden al menos tres líneas de amarre.

[0024] Otra forma de realización se refiere a un ensamblaje de turbina eólica flotante anteriormente mencionado, donde al menos tres líneas de amarre tienen extremos inferiores y superiores que conectan la plataforma flotante a los medios de conexión de uso de fondo marino provistos para recibir los extremos superiores de las tres líneas de amarre cada una en posiciones en la estructura de armadura en el nivel inferior que corresponde con los tanques radiales.

[0025] Otra forma de realización se refiere a una turbina eólica flotante anteriormente mencionada, donde las líneas de amarre se tensan por un sistema de tensado tal como mantener la plataforma flotante inferior al nivel de agua con solo el nivel superior de la estructura de armazón que se extiende sobre el nivel de agua. Este sistema de tensado permite la adaptación precisa del calado operativo y así ajuste un preciso de las características de flotación del ensamblaje de turbina eólica flotante.

[0026] Otra forma de realización se refiere a un ensamblaje de turbina eólica flotante anteriormente mencionado, donde el sistema de tensado comprende medios de tensado separables provistos en la estructura de armazón en el nivel superior.

[0027] Otra forma de realización se refiere a un ensamblaje de turbina eólica flotante anteriormente mencionado, donde la estructura de flotación comprende una línea de tensado, que se extiende a lo largo de la estructura de armazón entre la conexión y los medios de tensado, conectable a las líneas de amarre y los medios de tensado. Otra forma de realización se refiere a un ensamblaje de turbina eólica flotante anteriormente mencionado, donde la línea de amarre se extiende del fondo marino al tanque radial inferior y luego se desvía a lo largo de la estructura de armazón de modo que los medios de conexión se pueden situar por encima del nivel de agua y cerca de los medios de tensado.

[0028] Otro aspecto de la invención se refiere a un método para el amarre de un ensamblaje de turbina eólica flotante anteriormente mencionado, que incluye las etapas de:

- ensamblaje de muelle (o ensamblaje de lado de muelle) de la plataforma flotante y la turbina eólica para formar un ensamblaje de turbina eólica flotante,
- anclar los extremos inferiores de la pluralidad de líneas de amarre al fondo marino en las posiciones de conexión de fondo marino deseadas,
- remolcar el ensamblaje de turbina eólica flotante a una ubicación de turbina eólica deseada sobre las posiciones de conexión de fondo marino y las líneas de amarre ancladas allí,
- conectar los extremos superiores de las líneas de amarre para conectar medios en la plataforma flotante, de manera que los ejes de línea de amarre se cruzan uno a otro en una posición de cruce en el eje de mástil y en un nivel de elevación en o sobre la góndola.

[0029] Otra forma de realización se refiere a un método anteriormente mencionado, donde, cuando un sistema de tensado está presente, cada una de la pluralidad de líneas de amarre se tensa usando el sistema de tensado, de manera que la plataforma flotante se baja a una posición sumergida. En toda la fase inicial de este proceso de disminución, los tanques radiales y/o tanque central al igual que la estructura de armazón se sumergen en el agua, dando como resultado un aumento de las tensiones en las líneas de amarre. Una vez los tanques radiales hayan desaparecido por debajo de la superficie del mar, estos no aseguran ya la estabilidad del ensamblaje de flotador y turbina a través de la restauración hidrostática. Sin embargo, esta función estabilizante ha sido transferida gradualmente al sistema de amarre. Este método es nuevo en el sentido de que no se requiere ningún medio externo (flotabilidad temporal, remolcadores de tracción principalmente horizontalmente sobre el flotador) para mantener la estabilidad en todo el proceso de sumersión. Sin embargo, los medios externos también pueden ser usados para complementar la estabilidad durante el proceso de sumersión.

[0030] Este método de instalación particular permite mantenerse estable durante todo el proceso de tensado, permitiendo una transición lisa entre rigidez hidroelástica conferida por los tanques radiales a rigidez elástica conferida por las líneas de amarre.

Breve descripción de los dibujos

[0031] Los ejemplos de realización de un ensamblaje de turbina eólica flotante según la invención se describirán por medio de ejemplo no limitativo en detalle con referencia a los dibujos anexos. En los dibujos:

La Figura 1 muestra una vista esquemática lateral de una forma de realización ejemplar de una turbina eólica flotante según la invención;

La Figura 2 muestra una vista desde arriba de la plataforma flotante del ensamblaje de turbina eólica flotante mostrado en la figura 1;

La Figura 3a muestra una vista lateral de la plataforma flotante siendo remolcada a la ubicación de turbina eólica deseada por barcos de remolque; y

La Figura 3b muestra una vista desde arriba de la plataforma flotante siendo remolcada a la ubicación de turbina eólica deseada por barcos de remolque.

Descripción detallada de la invención

[0032] Figuras 1 y 2 se tratarán en conjunto. La Figura 1 muestra un ensamblaje de turbina eólica flotante 1, que comprende una plataforma flotante 2 y una turbina eólica 3 dispuesta encima de la plataforma flotante 2. La turbina eólica 3 tiene un mástil 4 con un eje de mástil X, del cual un extremo inferior 5 se conecta a la plataforma flotante 2. Una góndola 6 está dispuesta encima del mástil 4, por ejemplo, con una elevación de 60 - 80 m, tal como alrededor de 70 m. La plataforma flotante 2 se conecta a un fondo marino 7 con una pluralidad de líneas de amarre tensionadas 8. Las líneas de amarre 8, tales como patas de tensión o amarre como se muestra, cada una comprende un eje de línea de amarre A que se extiende en una dirección longitudinal de la línea de amarre 8. Según la invención, los ejes de línea de amarre A se cruzan uno con otro en una posición de cruce 9 en el eje de mástil X y en un nivel de elevación en o sobre la góndola 6.

[0033] La plataforma flotante 2 tiene una estructura de almacén sustancialmente horizontal 10 con un nivel superior 11 y un nivel inferior 12. Cuatro tanques de flotabilidad 13 se han previsto, una estructura central 14 comprende un tanque central 14 en una posición central y tres tanques radiales coplanarios 15 se sitúan sustancialmente equidistantes del tanque central 14. La estructura de almacén 10 conecta los tanques de flotabilidad 13 en el nivel inferior 11 y el extremo inferior 5 del mástil 4 se conecta a la plataforma flotante 2 en el nivel superior 12, sobre el tanque central 14. Preferiblemente, las líneas de amarre 8 comprenden al menos tres líneas de amarre. Al menos tres líneas de amarre 8 tienen extremos inferiores 16 y superiores 17 que conectan la plataforma flotante 2 al fondo marino 7 usando medios de conexión 18 provistos para recibir los extremos superiores 17 de las tres líneas de amarre 8 cada una en posiciones en la estructura de almacén 10 en el nivel inferior 12 que corresponde con los tanques radiales 15. Las líneas de amarre 8 se tensan por un sistema de tensado (no mostrado) tal para mantener la flotación de plataforma 2 inferior al nivel del agua con solo el nivel superior 11 de la estructura de almacén 10 que se extiende sobre el nivel de agua. El sistema de tensado comprende medios de tensado separables (no mostrados) provistos en la estructura de almacén en el nivel superior. La estructura de flotación 1 puede comprender una línea de tensado (no mostrada), que se extiende a lo largo de la estructura de almacén 10 entre los medios de conexión 18 y los medios de tensado, conectable a las líneas de amarre 8 y los medios de tensado. Las líneas de amarre 8 pueden extenderse en un ángulo de por ejemplo 5-30°, tal como 10-20° con respecto a la vertical. Es concebible que cada línea de amarre individual 8 se extienda en un ángulo con respecto a la vertical siendo diferente del ángulo de extensión de las otras líneas de amarre 8. Esto depende de las condiciones locales del tiempo/mar, la estructura de la plataforma flotante 2, etcétera.

[0034] El sistema de tensado incremental no se ha indicado en detalle pero puede comprender una caja de cadenas que interactúa con una parte de cadena superior de las líneas de amarre 8, puede comprender un cabrestante que actúa en cada línea de amarre o puede comprender un sistema de tensado utilizando gatos hidráulicos. Los sistemas de tensado adecuados se describen en la WO2013124717, EP 2 729 353, EP 0 831 022, EP 1 106 779 o US 9,139,260.

[0035] Amarrar el ensamblaje de turbina eólica flotante anteriormente mencionado 1 puede comprender las fases de:

- ensamblar el muelle de la plataforma flotante 1 y la turbina eólica 3 para formar un ensamblaje de turbina eólica flotante 1,
- anclar los extremos inferiores 16 de la pluralidad de líneas de amarre 8 al fondo marino 7 en las posiciones de conexión de fondo marino deseadas 19,
- remolcar el ensamblaje de turbina eólica flotante 1 a una ubicación de turbina eólica deseada sobre las posiciones de conexión de fondo marino 19 y las líneas de amarre 8 ancladas en esta,
- conectar los extremos superiores 17 de las líneas de amarre 8 para medios de conexión 18 en la plataforma flotante 2, de manera, que los ejes A de la línea de amarre 8 se cruzan entre sí en una posición de cruce 9 en el eje de mástil y a un nivel de elevación en o sobre la góndola 6.

[0036] Preferiblemente, cada una de la pluralidad de líneas de amarre 8 se tensa usando un sistema de tensado incremental, de manera que la plataforma flotante 2 se baja a una posición sumergida sin recurrir a medios externos para asegurar su estabilidad en todo el proceso de tensado. La estabilidad primero se asegura por hidrostática cuando los tanques radiales 15 atraviesan la superficie de mar. Luego, a lo largo del proceso de tracción de líneas de amarre, la estabilidad se transfiere progresivamente a las líneas de amarre 18, las tensiones de las cuales aumentan gradualmente gracias al aumento de la sumersión de los tanques radiales 15, el tanque central 14 y la estructura de almacén 10.

[0037] Cuando se aplica el impulso en el nivel de góndola, también se producirá un cambio en la tensión de las patas 8 como una reacción. Pero debido a que todos los resultados se cruzan en el punto donde se aplica el impulso, este punto no está en movimiento. Por lo tanto, el movimiento de traslación en dirección longitudinal y transversal en la góndola 6 también se restringe. Cuando se produzca la carga de onda en la plataforma flotante 2, esta surgirá para crear una reacción de las patas de anclaje/amarre 8, pero la góndola 6 permanecerá casi fija. Las patas de amarre 8 también se pueden inclinar, pero sin cruzarse exactamente en la elevación de la góndola 6. Luego el punto fijo se crea en el punto de cruce 9. El punto de cruce óptimo necesita ser determinado en base a las condiciones meteorológicas y/u oceánicas específicas del sitio, que determinarán la carga de la onda en la

plataforma flotante 2 y la carga del viento en la turbina eólica 3 y las limitaciones de diseño de la turbina eólica 3. Según la invención, el punto de cruce 9 se puede situar en o sobre la ubicación de la góndola 6 para asegurar un comportamiento estable en condiciones extremas.

- 5 [0038] A diferencia de las TLP convencionales, una extensión grande permite a la plataforma flotante 2 ser naturalmente estable en particular en condiciones de remolque y flotación libre. Por lo tanto, la turbina eólica 3 se puede ensamblar en el muelle y todo el ensamblaje de turbina eólica flotante 1 se puede remolcar al sitio. Las figuras 3a y 3b en realidad muestran la plataforma flotante 2 siendo remolcada a la ubicación de turbina eólica por barcos de remolque 20. Cada barco 20 de remolque se conecta con una línea de remolque a un rincón de la
- 10 estructura de almacén 10, con dos barcos de remolque 20 que tiran de la plataforma flotante 2 hacia la ubicación de la turbina eólica y otro barco de remolque 20 que proporciona una contrafuerza.

- [0039] Así, la invención se ha descrito por referencia a los ejemplos de realización mencionados anteriormente. Se reconocerá que los ejemplos de realización son susceptibles de varias modificaciones y formas alternativas bien conocidas por los expertos en la técnica sin alejarse del ámbito de la invención que se define por las reivindicaciones de la patente. Por consiguiente, aunque se han descrito ejemplos de realización específicos, estos son solo ejemplos y no son limitativos del ámbito de la invención.
- 15

REIVINDICACIONES

1. Ensamblaje de turbina eólica flotante (1) que comprende una plataforma flotante (2) con al menos tres tanques de flotabilidad coplanaria (13,14,15) al menos tres siendo tanques de flotabilidad radial (15), donde al menos tres tanques de flotabilidad radial (15) son coplanarios y sustancialmente equidistantes de la estructura central, donde la plataforma flotante comprende, además:

una turbina eólica (3) dispuesta encima de la plataforma flotante, la turbina eólica tiene un mástil (4) con un eje de mástil (X), del cual un extremo inferior (5) se conecta a la plataforma flotante y una góndola (6) dispuesta encima del mástil, donde la plataforma flotante se conecta a un fondo marino (7) con una pluralidad de líneas de amarre tensionadas (8), donde las líneas de amarre comprenden cada una un eje de línea de amarre (A) que se extiende en una dirección longitudinal de la línea de amarre, una estructura de almacén sustancialmente horizontal (10) con un nivel superior (11) y un nivel inferior (12); y

una estructura central (14) con una posición central; donde la estructura de almacén (10) conecta los tanques de flotabilidad en el nivel inferior (12), **caracterizada por el hecho de que** el extremo inferior del mástil (4) se conecta a la plataforma flotante en el nivel superior (11), sobre la estructura central (14), donde cada línea (8) de amarre comprende un sistema de tensado incremental, los sistemas de tensado incrementales están adaptados para actuar en las líneas de amarre tensionando las líneas de amarre de manera que los tanques de flotabilidad (13,14,15) se sumergen de una posición en la que estos atraviesan la superficie de mar y proporcionan una estabilidad hidrostática, a una posición donde los tanques de flotabilidad al igual que la estructura de almacén (10) se hayan sumergido en el agua con los tanques de flotabilidad radial (15) por debajo de la superficie del agua, durante cuya sumersión la estabilidad hidrostática conferida por los tanques de flotabilidad (13,14,15) que atraviesan la superficie del agua se transfiere progresivamente a las líneas de amarre, de modo que las líneas de amarre tensionadas (8) en su configuración operativa confieren una estabilidad de amarre.

2. Ensamblaje de turbina eólica flotante según la reivindicación 1, donde los tanques flotantes (13,15; 13,14) se adaptan para proporcionar estabilidad hidrostática cuando el ensamblaje de turbina eólica flotante está en una configuración de remolque donde los tanques de flotabilidad atraviesan la superficie del mar.

3. Ensamblaje de turbina eólica flotante según la reivindicación 1, donde los ejes de línea de amarre se cruzan entre sí en una posición de cruce (9) en el eje de mástil y a un nivel de elevación en o sobre la góndola.

4. Ensamblaje de turbina eólica flotante según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde las líneas de amarre comprenden al menos tres líneas de amarre.

5. Ensamblaje de turbina eólica flotante según la reivindicación 4, donde al menos tres líneas de amarre tienen extremos inferiores (16) y superiores (17) que conectan la plataforma flotante al fondo marino usando los medios de conexión (18) provistos para recibir los extremos superiores de las tres líneas de amarre cada una en posiciones en la estructura de almacén en el nivel inferior que corresponde con los tanques radiales.

6. Ensamblaje de turbina eólica flotante según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde los sistemas de tensado se adaptan para tensionar las líneas de amarre tales como mantener la plataforma flotante inferior al nivel del agua con solo el nivel superior de la estructura de almacén que se extiende sobre el nivel de agua.

7. Ensamblaje de turbina eólica flotante según la reivindicación 6, donde cada sistema de tensado comprende medios de tensado separables provistos en la estructura de almacén en el nivel superior.

8. Ensamblaje de turbina eólica flotante según la reivindicación 6 o 7, en el que dependiendo de la reivindicación 5, la estructura flotante comprende una línea de tensado, que se extiende a lo largo de la estructura de almacén entre los medios de conexión y los medios de tensado, conectables a las líneas de amarre y los medios de tensado.

9. Ensamblaje de turbina eólica flotante según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la estructura central comprende un tanque central (14).

10. Método para amarrar un ensamblaje de turbina eólica flotante que incluye las fases de:

- proporcionar una plataforma flotante con una estructura de almacén sustancialmente horizontal (10), al menos tres tanques de flotabilidad coplanaria (13,14,15), una estructura central (14) en una posición central, la estructura de almacén que conecta los tanques de flotabilidad, donde al menos tres de dichos tanques de flotabilidad coplanaria (13,14,15) son tanques de flotabilidad radiales (15),
- ensamblar la plataforma flotante y la turbina eólica para formar un ensamblaje de turbina eólica flotante que se puede remolcar con los tanques de flotabilidad (13,14,15) atravesando la superficie del agua,
- anclar los extremos inferiores de la pluralidad de líneas de amarre al fondo marino en las posiciones de conexión de fondo marino deseadas (19),

- remolcar el ensamblaje de turbina eólica flotante a una ubicación de turbina eólica deseada sobre las posiciones de conexión de fondo marino y las líneas de amarre ancladas en esta,
- conectar los extremos superiores de las líneas de amarre a los medios de conexión en la plataforma flotante, y
- tensionar cada una de la pluralidad de líneas de amarre usando un sistema de tensado incremental, de manera que la plataforma flotante se baje y los tanques de flotabilidad radial (15) se coloquen en una posición sumergida por debajo de la superficie del mar.

11. Método según la reivindicación 10, donde los ejes de línea de amarre se cruzan entre sí en una posición de cruce en el eje de mástil y en un nivel de elevación en o sobre la góndola.

12. Método según la reivindicación 10 o 11, donde, cuando el ensamblaje de turbina eólica flotante está en una configuración de remolque donde los tanques de flotabilidad (13,14,15) atraviesan la superficie de mar, los tanques de flotabilidad proporcionan una estabilidad hidrostática.

13. Método según la reivindicación 10, 11 o 12, donde dicho tensado de cada una de la pluralidad de líneas de amarre que usan un sistema de tensado incremental comprende tensionar las líneas de amarre de manera que los tanques de flotabilidad (13,14,15) se sumerjan de una posición donde estos atraviesen la superficie del mar y proporcionen la estabilidad hidrostática, hasta una posición donde los tanques de flotabilidad (13,14,15) al igual que la estructura de almacén (10) se hayan sumergido en el agua con los tanques de flotabilidad radial (15) por debajo de la superficie de mar, durante cuya sumersión, la estabilidad hidrostática conferida por los tanques de flotabilidad (13,14,15) se transfiera progresivamente a las líneas de amarre (8), de modo que, en una configuración operativa, las líneas de amarre tensionadas confieran una estabilidad de amarre.

Fig. 1

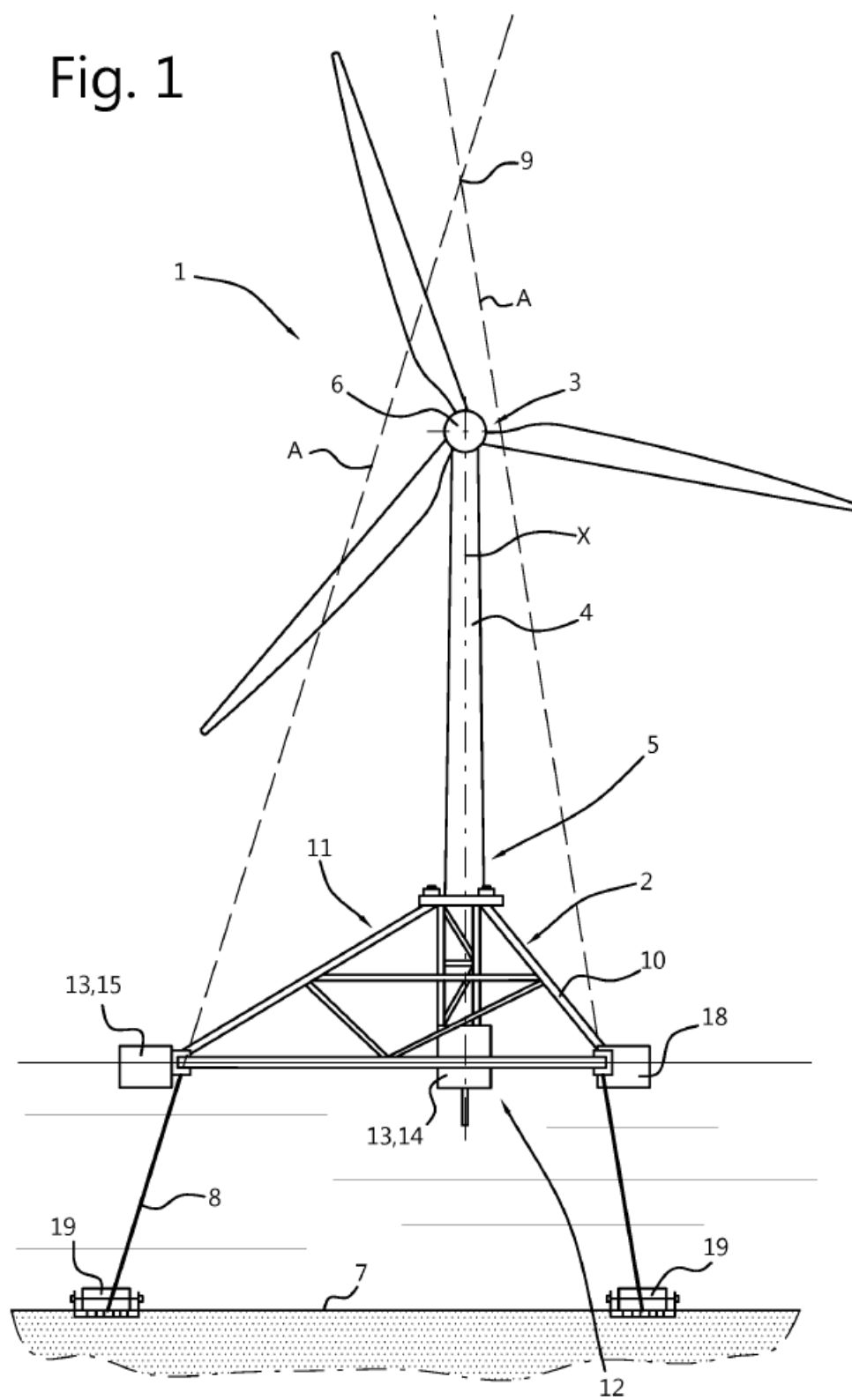


Fig. 2

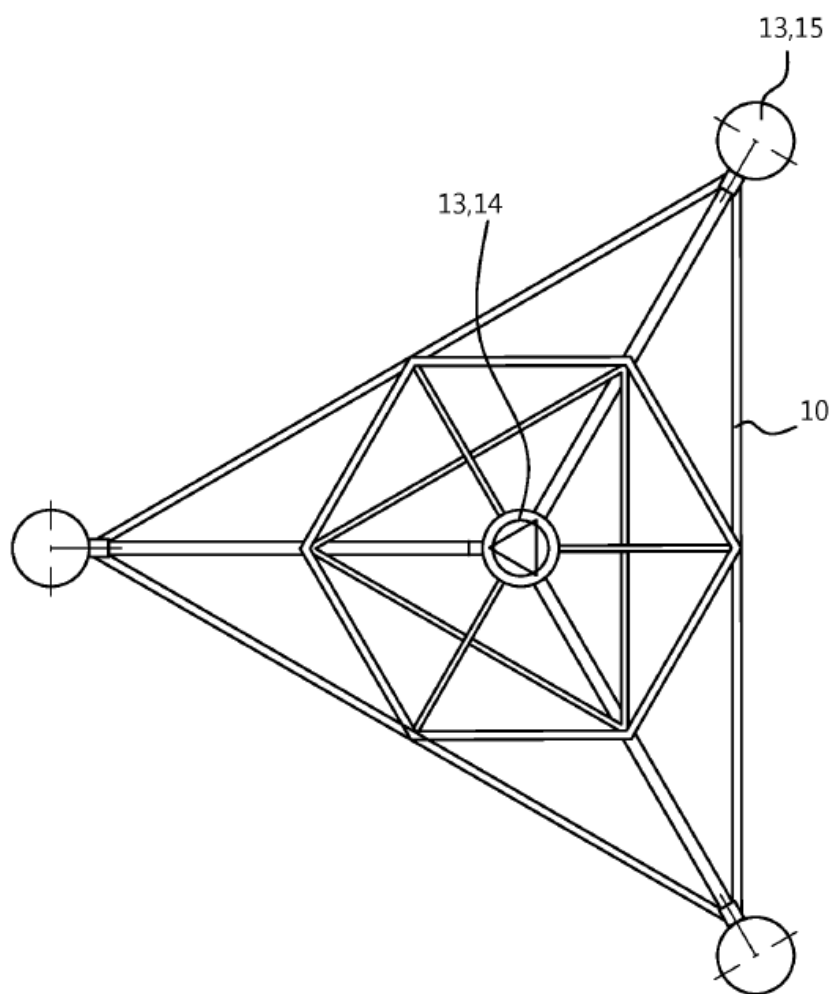


Fig. 3A

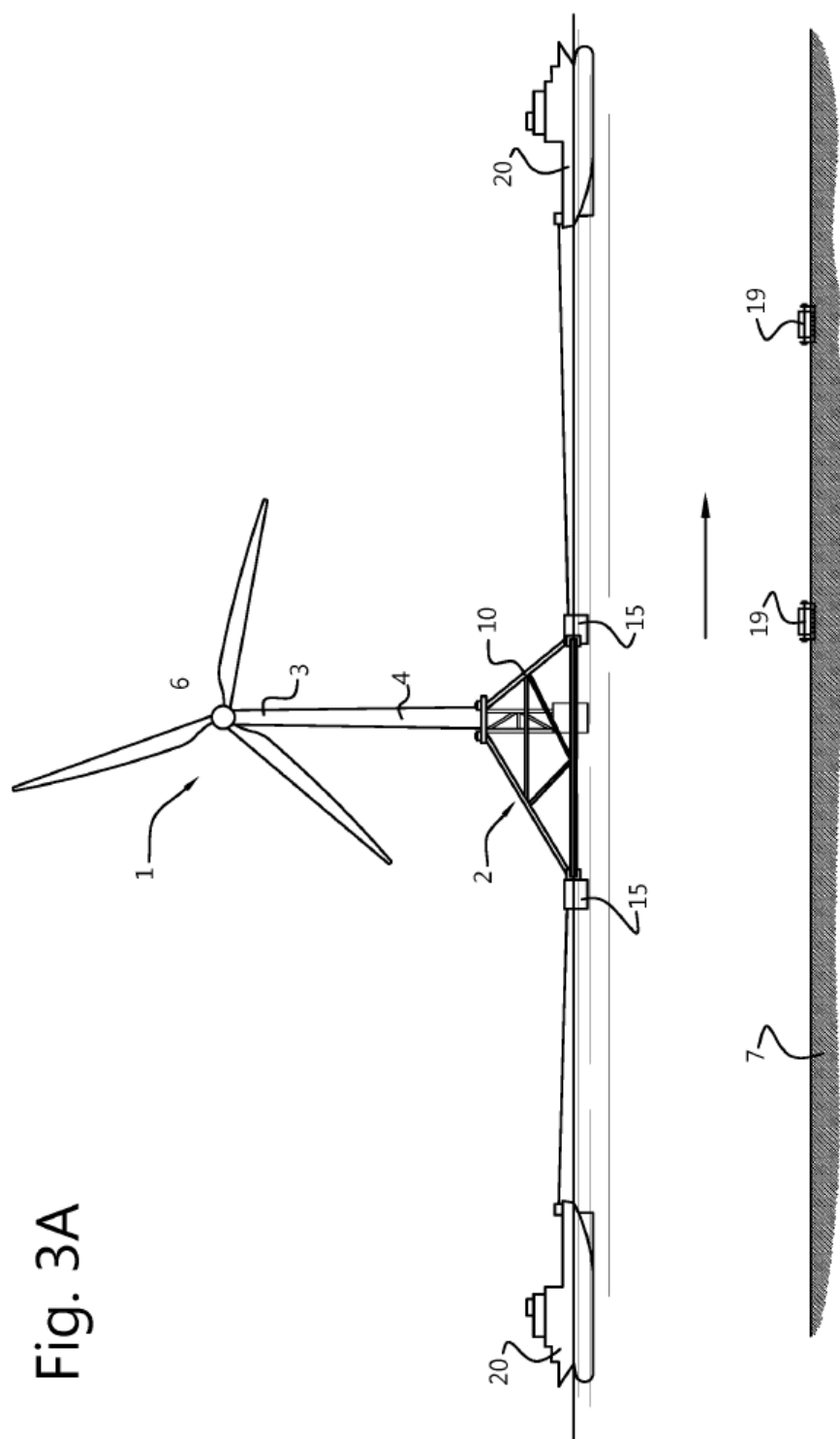


Fig. 3B

