

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la
Propiedad Intelectual
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional
10 de abril de 2014 (10.04.2014)

WIPO | PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2014/053680 A1

(51) Clasificación Internacional de Patentes:
E02D 27/52 (2006.01) *E02D 27/42* (2006.01)
E02D 23/02 (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2013/070339

(22) Fecha de presentación internacional:
28 de mayo de 2013 (28.05.2013)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:
P201200994 3 de octubre de 2012 (03.10.2012) ES

(71) Solicitante: **TÉCNICA Y PROYECTOS, S. A.** [ES/ES];
Parque Empresarial Táctica, C/ Botiguers, 5-5º, E-46980
Paterna (Valencia) (ES).

(72) Inventores: **IVARS SALOM, Javier**; Técnica Y
Proyectos, S. A., Parque Empresarial Táctica, C/ Botiguers,
5-5º, E-46980 Paterna (Valencia) (ES). **MOLINA
SÁNCHEZ, Rafael**; Técnica Y Proyectos, S. A., Parque
Empresarial Táctica, C/ Botiguers, 5-5º, E-46980 Paterna
(Valencia) (ES). **GARCIA-VALDECASAS BERNAL,
José María**; Técnica Y Proyectos, S. A., Parque
Empresarial Táctica, C/ Botiguers, 5-5º, E-46980 Paterna
(Valencia) (ES). **CABRERIZO MORALES, Miguel
Ángel**; Técnica Y Proyectos, S. A., Parque Empresarial
Táctica, C/ Botiguers, 5-5º, E-46980 Paterna (Valencia)
(ES).

(74) Mandatario: **PONS ARIÑO, Ángel**; Glorieta de Rubén
Dario, 4, E-28010 Madrid (ES).

(81) Estados designados (*a menos que se indique otra cosa,
para toda clase de protección nacional admisible*): AE,
AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN,
BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ,
DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE,
GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,
KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS,
RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Estados designados (*a menos que se indique otra cosa,
para toda clase de protección regional admisible*):
ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ,
BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

- con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))
- con reivindicaciones modificadas y declaración (Art. 19(1))

(54) Title: TO BE TRANSLATED FROM ENG (SEE ISR)

(54) Título : TO BE TRANSLATED FROM ENG (SEE ISR)

(57) Abstract: The invention relates to a gravity-based foundation system for the installation of offshore wind turbines, that allows the transport, anchoring and subsequent reflotation of the assembly of the structure and wind turbine once it has been anchored, providing the solution with great versatility in the face of the uncertainties associated with the installation and the response of the terrain in the short-term and long-term. The invention also relates to the method for installing the above-mentioned gravity-based foundation system.

(57) Resumen: La presente invención se refiere a un sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore que permite el transporte, fondeo y posterior reflotación del conjunto estructura-aerogenerador una vez fondeado, lo que confiere a la solución una gran versatilidad ante las incertidumbres asociada a la puesta en obra y a la respuesta de terreno a corto y largo plazo, así como el procedimiento para la instalación del sistema de cimentación por gravedad anterior.



WO 2014/053680 A1

5

DESCRIPCIÓN

OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención se puede incluir en el campo técnico de los sistemas de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore.

El objeto de la invención es un sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore que permite el transporte, fondeo y posterior reflotación del conjunto estructura-aerogenerador una vez fondeado, lo que confiere a la solución una gran versatilidad ante las incertidumbres asociada a la puesta en obra y a la respuesta de terreno a corto y largo plazo, así como el procedimiento para la instalación del sistema de cimentación por gravedad anterior.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

20

Uno de los principales problemas del sector eólico marino es la estructura soporte que sirve como base del aerogenerador. El sector contempla el desarrollo de aerogeneradores fijos y flotantes en función de la profundidad a la que se vaya a instalar el aerogenerador. La viabilidad técnica y económica de la eólica marina pasa por la optimización y el desarrollo de estas estructuras de soporte.

Atendiendo a su forma de apoyarse en el fondo marino existen dos tipos genéricos de estructuras fijas: apoyadas sobre el fondo marino, las cuales se denominan de gravedad, o hincadas en el terreno. Las cimentaciones por gravedad son la solución empleada cuando el fondo no es adecuado para su pilotaje, empleando el peso propio de la cimentación y del posible lastrado del mismo para mantener la turbina estable en posición vertical. En general, se pueden catalogar las soluciones que se han desarrollado para las cimentaciones por gravedad, tanto conceptual como constructivamente de la siguiente forma:

- Cimentación por gravedad con forma troncocónica, con mayor o menor esbeltez e inclinación de la sección cónica.

5 • Cimentación compuesta por una base ancha sobre la que se construye un fuste esbelto. Es una solución similar a la utilizada en pilas de puentes.

Estas soluciones pueden incluir faldones de acero en la base para confinar el terreno para facilitar la hinca por cámaras de succión y/o desarrollar mejoras del suelo localizadas, dependiendo de las características del mismo.

10

La selección de la cimentación de un aerogenerador offshore, para soluciones pilotadas como por gravedad, está condicionada por dos factores predominantes: la naturaleza geomorfológica del fondo marino y la profundidad del potencial emplazamiento.

15

A medida que nos aproximamos a los 40-50 metros de profundidad la instalación de aerogeneradores offshore encuentra dificultades económicas y técnicas que limitan el desarrollo de este sector y su rentabilidad. Las dimensiones de las cimentaciones, las dificultades constructivas y de puesta en obra, las cargas transmitidas al terreno y la potencial pérdida de verticalidad del conjunto restringen los emplazamientos en los que es viable el desarrollo de estas soluciones en la plataforma costera.

20

Añadida a las dificultades planteadas, la instalación de algunas de las soluciones desarrolladas hasta la fecha requiere del uso de medios marítimos especializados, específicamente diseñados para su transporte y puesta en obra. Actualmente el número de buques disponible con estas características es muy limitado y el coste del flete o de su ejecución resulta muy elevado.

25

Entre los sistemas conocidos en el estado de la técnica se encuentra la solicitud internacional WO2011147592 relativa a una estructura de cimentación de una plataforma offshore empleada para trípode o jackets metálicos que consisten en uno o varios elementos macizos con falda donde apoyan las patas de la cimentación.

30

La estructura anterior requiere de costosos medios marítimos que presenten gran capacidad de izada para llevar a cabo su colocación, además de que dicha estructura no es autoflotante y no es posible transportar el aerogenerador sobre dicha estructura desde tierra hasta el lugar de la instalación.

5

Además, en dicha solución, la estructura metálica formada por el trípode o los jackets llega hasta el lecho marino, lo que incrementa el uso del metal y en consecuencia el coste de dicha solución, además de que presenta una limitada estabilidad frente a acciones horizontales.

10

Se conoce también la solicitud de patente europea EP2539219 relativa a un dispositivo y método para transportar e instalar un aerogenerador offshore con cimentación por gravedad. Dicha solución no es autoflotante y requiere de costosos medios marítimos con gran capacidad de izada para su colocación, por lo que no permite el transporte del aerogenerador sobre su estructura desde tierra, presentando la necesidad de incorporar lastre adicional a la estructura para aumentar su estabilidad una vez fondeada, mediante árido o bloques de hormigón, de manera que no es compatible con terrenos con poca capacidad portante y presenta una limitada estabilidad al vuelco.

20

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

25

La solución planteada por la presente invención se basa en la utilización de tres bases de hormigón armado y huecas que incorporan un sistema de válvulas de llenado y vaciado de agua en su interior a modo de lastre. Una estructura metálica une estas tres bases de hormigón con un fuste o elemento de conexión, que arranca desde el centro de la estructura y emerge sobre la superficie libre del agua, al que se le conectará el elemento de unión con la torre del aerogenerador y sobre el que se instala la zona de atraque, las escaleras y la plataforma de mantenimiento.

30

Una vez transportada la estructura hasta su lugar de instalación, se procede al llenado de agua de las bases de hormigón para su lastrado y fondeo mediante sistemas tradicionales. El diseño del sistema de lastrado permite la reflotación de la estructura una vez fondeada, lo que confiere a la solución una gran versatilidad ante las

incertidumbres asociada a la puesta en obra y a la respuesta de terreno a corto y largo plazo.

5 El hecho de tener tres patas aporta mayor estabilidad frente a las cimentaciones por gravedad monobloque. Además de un mejor comportamiento en suelos menos competentes, proporciona una mejor distribución de las cargas y transmite menos tensiones al terreno. La estructura metálica permite reducir la sección de la estructura, minimizando la superficie en contacto con el oleaje y por tanto los esfuerzos transmitidos por la interacción flujo-estructura y reduciendo el peso total de la
10 cimentación, bajando el centro de gravedad de la misma y por lo tanto mejorando su navegabilidad.

La cimentación propuesta basada en las tres bases de hormigón autoflotante es totalmente modulable por lo que resulta viable su fabricación en varios centros de
15 producción para su posterior ensamblaje en el puerto.

La solución planteada es autoflotante por lo que puede ser remolcada hasta su emplazamiento definitivo. La configuración en triángulo de los flotadores le confiere una gran estabilidad naval. Además, esta estructura permite el montaje del
20 aerogenerador en puerto lo que permite acelerar el ritmo de montaje puesto que se requieren ventanas operativas más reducidas.

Para su traslado se emplean remolcadores convencionales. El hecho de no requerir buques específicos hace mucho más sencillo disponer de varias unidades permitiendo
25 el transporte e instalación simultánea de varios sistemas, reduciendo los costes y plazos de instalación.

La unión de la estructura metálica a las tres bases de hormigón se lleva a cabo mediante tres nudos mixtos de unión cada uno de los cuales comprende un núcleo de
30 hormigón y un sistema de pretensado integrado en el mismo.

Este nudo mixto de unión responde de manera óptima a las necesidades constructivas, ya que se puede emplear como un sistema netamente prefabricado, con una disposición capaz de asumir las tolerancias de ejecución y montaje requeridas; o

bien, con un carácter semiprefabricado, combinando la ejecución de la estructura metálica en taller con el hormigonado en puerto de todo o parte del nudo.

5 La estructura metálica que une las tres bases de hormigón con el elemento de conexión comprende tres barras diagonales inclinadas con su extremo de unión a cada nudo mixto de unión con forma troncocónica que permite graduar adecuadamente los condicionantes mecánicos.

10 En este sentido, la solución de nudo mixto de unión con núcleo de hormigón y sistema de pretensado integrado en el mismo permite:

- Conseguir que las acciones axiales de las barras que convergen en el nudo mixto de unión converjan en un punto, reduciendo al mínimo las acciones debidas a las excentricidades de los elementos integrantes del conjunto estructura metálica, nudo mixto de unión y base de hormigón flotante.
- 15 • Reducir al mínimo posible las dimensiones físicas del nudo mixto de unión que, recogiendo los extremos de las barras que convergen en el mismo, envuelve al punto de convergencia.
- Reducir al mínimo los esfuerzos de flexión por empotramiento de las barras en el nudo mixto de unión.
- 20 • Llevar a cabo una utilización dominante del sistema de pretensado para lograr la capacidad necesaria de transferencia de los esfuerzos en el nudo mixto de unión hasta la base de hormigón flotante.

25 Cada una de las tres bases de hormigón flotante comprende una losa inferior que se encuentra en contacto con el terreno una vez sumergido el sistema, una losa superior y un muro perimetral. Estos elementos están reforzados con paramentos interiores de hormigón, que a su vez definen grupos de celdas conectadas entre sí.

30 Las bases flotantes de hormigón se ejecutan mediante deslizamiento en continuo sobre una plataforma flotante y comprenden un sistema de control para llevar a cabo el lastrado mediante un conjunto de válvulas dispuestas en dichas bases flotantes de hormigón para permitir el cebado de un primer grupo de celdas que son llenadas con agua y la inyección de aire a presión para su vaciado.

Las bases flotantes de hormigón pueden disponer opcionalmente de un segundo grupo de celdas no colaborantes en la flotabilidad para acceder desde la losa superior a la superficie de contacto entre la losa inferior y el terreno, y así poder mejorar la capacidad portante terreno o el nivel de empotramiento sobre el mismo.

5

Las bases flotantes de hormigón tienen como funciones las siguientes:

- Servir de cimentación a la estructura metálica a la cual se encuentra unida el elemento de conexión del aerogenerador, durante la etapa de transporte, fondeo y de servicio.

10

- Incrementar la estabilidad naval durante las etapas de transporte y fondeo, para tanto permitir la navegación en condiciones climáticas más energéticas que soluciones que cuentan con un solo volumen, como para mejorar la seguridad en la etapa de fondeo o hundimiento de la estructura en su conjunto.

- Dotar al sistema de puntos de tiro para su remolque durante la etapa de transporte con la posibilidad de instalación de flotadores.

15

- Aumentar la estabilidad al vuelco y deslizamiento, alejando las masas del centro de vuelco y giro, lo cual favorece el aumento de la inercia del conjunto de la estructura, desplazando cerca del fondo el centro de masas.

- Minimizar las cargas dinámicas y estáticas transmitidas al terreno al aumentar el reparto de la carga del peso propio por unidad de superficie y al favorecer la existencia de fuerzas restauradoras.

20

- Permitir que la carga transmitida por cada cajón sea diferente al del resto durante la etapa de servicio, mediante un nivel de lastrado diferencial.

- Limitar los asentamientos globales y diferenciales en el corto y en largo plazo.

25

- Mantener la cota de apoyo de la estructura metálica a la misma profundidad variando sólo el puntal de la base flotante de hormigón.

- Controlar la estabilidad naval y la flotabilidad durante las etapas de ejecución, transporte, fondeo y servicio.

30

La estructura metálica tiene como funciones las siguientes:

- Servir de elemento de transición entre las bases de hormigón flotante y el elemento de conexión del aerogenerador, alcanzando una altura de resguardo sobre el nivel máximo que pueda alcanzar la superficie libre del mar.

- Impedir los desplazamientos relativos entre las bases de hormigón flotante.

- Limitar o reducir la interacción entre flujo marino y la estructura, la cual se produce en mayor magnitud a medida que nos aproximamos a la superficie.
- Limitar la transmisión de cargas dinámicas de alta frecuencia entre las bases flotantes de hormigón y el terreno.

5

El procedimiento para la instalación de un sistema de cimentación de aerogeneradores offshore comprende las siguientes etapas:

10

- una primera etapa de transporte donde el sistema de cimentación es remolcado desde una dársena de acopio y/o montaje hasta el emplazamiento definitivo mediante el uso de embarcaciones remolcadoras donde se anclan las bases flotantes de hormigón.

15

- una segunda etapa de fondeo donde el sistema de cimentación se fondea hasta su contacto con el lecho marino modificando la flotabilidad global mediante el lastrado controlado de unos grupos de celdas presentes en las bases flotantes de hormigón operando unas válvulas presentes en dichas bases, y

20

- una tercera etapa de reflote en caso de desmantelamiento o necesidad de reposicionamiento del sistema de cimentación evacuando el lastre de agua de los grupos de celdas previamente lastrados hasta lograr flotabilidad positiva del sistema de cimentación.

Entre la segunda y la tercera etapa tiene lugar la etapa de servicio o etapa donde se lleva a cabo la explotación del aerogenerador.

25

El sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore comprende además un sistema de control que comprende a su vez un subsistema de sensorización, un subsistema de control operativo y un subsistema de toma de decisiones durante las etapas de transporte, fondeo, servicio y reflotación, donde el subsistema de control operativo permite llevar a cabo la coordinación entre

30

los subsistemas de sensorización y el subsistema de apoyo a la toma de decisiones.

Uno de los posibles métodos de fabricación de la cimentación, teniendo en cuenta el desarrollo de la técnica constructiva en ingeniería civil es el siguiente: Al tratarse de una estructura mixta de hormigón y acero, se independiza el proceso de fabricación de

las bases de hormigón y la estructura metálica. Las bases de hormigón se fabrican en un muelle de un puerto utilizando un dique flotante, denominado cajonero, dotado de un sistema de encofrado deslizante similar al empleado en la construcción de cajones de hormigón para los diques de los puertos. Este proceso permite ejecutar una base

5 de hormigón con un índice de huecos elevado en su interior que garantiza la adecuada flotabilidad del mismo. Durante el proceso de fabricación se deja embebido una espera tubular de acero que servirá de unión entre la estructura metálica y las bases de hormigón. La estructura metálica se realiza por fases en tierra, por un lado la estructura metálica que se conecta a las bases de hormigón y por otro el fuste o

10 elemento de conexión que sirve de base para el aerogenerador. La estructura metálica se realiza por medio de soldadura de las uniones. Una vez terminadas las bases de hormigón, y estando al abrigo del puerto, se sitúan las bases en posición y se instala la estructura metálica valiéndose de una grúa. Una vez solidarizada la estructura metálica a las bases se coloca el fuste metálico o elemento de conexión en

15 posición y se suelda al resto de la estructura. En este momento, el elemento está listo para su pre-fondeo en una zona protegida antes de su transporte definitivo e instalación en el parque eólico offshore. El proceso de transporte se realiza por medio de remolcadores, que ubicarán el elemento en su posición definitiva y se fondeará utilizando un sistema de anclas y winches, que fijará la posición de la estructura. Por

20 medio de un sistema de válvulas instalado en las bases de hormigón se irá llenando de agua, lo que permitirá su fondeo controlado hasta colocarlo en el lecho marino.

La aplicación industrial de la presente invención se basa en que la industria de la energía eólica marina es uno de los sectores que prevén un mayor desarrollo en los

25 próximos años. En la actualidad, la mayor parte de los grandes promotores eléctricos y los tecnólogos están estudiando las mejores alternativas para la instalación de los aerogeneradores en el mar.

La solución que se propone resuelve la cimentación para la instalación de las turbinas

30 en buena parte de los emplazamientos que se plantean, permitiendo la instalación de miles de aerogeneradores. Los tecnólogos y su industria auxiliar van a adaptar sus procesos para la fabricación y suministro de estas cimentaciones.

La estructura metálica está compuesta por tubos de dimensiones inferiores a los propios fustes del aerogenerador (6-3 metros), existiendo potenciales sinergias con la propia industria eólica.

- 5 Es una solución completamente modulable y por tanto admite estrategias de fabricación en distintos centros para su posterior ensamblaje en el puerto. De esta forma se minimizan posibles problemas en los suministros de materiales. Los propios cajones son de tamaño tal que también permitiría su fabricación en distintos centros y posteriormente ser transportados al puerto de ensamblaje.

10

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo
15 preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

- Figura 1.- Muestra una vista en perspectiva de un primer ejemplo de realización del
20 sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore de la presente invención.

Figura 2.- Muestra una vista en alzado de la Figura 1.

- 25 Figura 3.- Muestra una vista en planta de la Figura 1.

Figura 4.- Muestra una vista en perspectiva de un segundo ejemplo de realización del sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore de la presente invención.

30

Figura 5.- Muestra una vista en alzado de la Figura 4.

Figura 6.- Muestra una vista en planta de la Figura 4.

Figura 7.- muestra una vista en perspectiva de una primera realización del nudo mixto de unión de entre la estructura metálicas y cada una de las bases flotantes de hormigón.

Figura 8.- muestra una vista en planta del detalle de unión de las barras de la estructura metálica al nudo mixto de unión.

Figura 9.- muestra una vista en sección AA de la Figura 8.

Figura 10.- muestra una vista en sección BB de la Figura 8.

Figura 11.- muestra una vista en planta del detalle de unión de las barras de la estructura metálica al nudo mixto de unión según una segunda realización del mismo.

Figura 12.- muestra una vista en sección AA de la Figura 11.

Figura 13.- muestra un diagrama de bloques del sistema de control del sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

En las figuras 1 a 3 se identifican las partes principales que contiene el sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según un primer ejemplo de realización. En dichas figuras se identifican los siguientes elementos:

- Bases de hormigón flotante (1) o apoyos de hormigón armado y hueco en el interior, denominados “cajones” en el sector de la ingeniería civil marítima, con un sistema integrado de válvulas que permita el lastrado y deslastrado de la base con agua.
- Estructura metálica (2) en forma de trípode que une las bases de hormigón con un elemento de conexión (3) hasta la cota de instalación del aerogenerador.

- Elemento de conexión (3) de las bases flotantes de hormigón (1, 4) con el aerogenerador. Incluye el sistema de atraque del buque de mantenimiento y las escaleras de acceso a la base del aerogenerador, así como el sistema de fijación del aerogenerador a la cimentación.

5

En las figuras 4 a 6 se identifican las partes principales que contiene el sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según un segundo ejemplo de realización. En dichas figuras se identifican los siguientes elementos:

10

- Bases de hormigón flotante (4) armado y hueco en el interior, denominadas “cajones” en el sector de la ingeniería civil marítima, con un sistema integrado de válvulas que permita el lastrado y deslastrado de la base con agua.

15

- Estructura metálica (5) en forma de celosía para unión de las bases de hormigón flotante (4).

20

- Elemento de conexión (6) de las bases flotantes de hormigón (1, 4) con el aerogenerador. Incluye el sistema de atraque del buque de mantenimiento y las escaleras de acceso a la base del aerogenerador, así como el sistema de fijación del aerogenerador a la cimentación.

25

En cualquiera de los dos ejemplos de realización, la unión de la estructura metálica (2, 5) a las tres bases flotantes de hormigón (1, 4) se lleva a cabo mediante unos nudos mixtos de unión (7, 27), uno para cada base flotante de hormigón (1, 4), cada uno de los cuales comprende un núcleo de hormigón (8) y un sistema de pretensado (9) integrado en el mismo.

30

La estructura metálica (2, 5) que une las tres bases flotantes de hormigón (1, 4) con el elemento de conexión (3, 6) comprende tres barras diagonales inclinadas (10) con su extremo de unión (11) a cada nudo mixto de unión (7, 27) con forma troncocónica que permite graduar adecuadamente los condicionantes mecánicos.

35

El nudo mixto de unión (7, 27) comprende además un recubrimiento metálico (12) de chapa que recubre exteriormente al núcleo de hormigón (8), recubrimiento metálico

(12) cuya función principal es colaborar en la transferencia y resistencia de las solicitaciones provocadas por la introducción de los esfuerzos de las barras diagonales inclinadas (10) en el nudo mixto de unión (7, 27), aunque también actúa como elemento de cierre y protección del núcleo de hormigón (8) utilizado, para facilitar las condiciones de durabilidad del mismo y, sobre todo, de las condiciones de trabajo del sistema de pretensado (9) dispuesto en el nudo mixto de unión (7, 27) de la estructura metálica (2, 5) y la base de hormigón flotante (1, 4).

El nudo mixto de unión (7, 27) comprende además unos anclajes que colaboran activamente en la transmisión de esfuerzos, mientras que la base de hormigón flotante (1, 4) comprende unos anclajes pasivos dispuestos en su interior, bien directamente en una losa superior de cierre (13) o en unos tabiques de rigidez o paramentos interiores dispuestos bajo los nudos mixtos (no mostrados) de unión.

Sobre estos anclajes dispuestos en la losa superior de cierre (13) o en los tabiques de rigidez se lleva a cabo el hormigonado de la losa superior de cierre (13) de la base de hormigón flotante (1, 4) en el caso semiprefabricado, quedando exentas únicamente unas vainas con unos tendones en su interior (no mostrados), mientras que en el caso de nudos mixtos de unión (7, 27) prefabricado, estos últimos junto con unas vainas, tendones y anclajes pasivos serán colocados en posición aproximada durante el hormigonado de la base de hormigón flotante (1, 4).

En una primera realización de nudo mixto de unión (7) mostrado en las Figuras 7 a 10, el recubrimiento metálico (12) del nudo mixto de unión (7) presenta una forma geométrica de tipo poliédrica, con una zona superior prismática trapezoidal (14) donde una de sus caras (15), aquella que recibe a una barra diagonal inclinada, es a su vez inclinada y perpendicular a la barra diagonal inclinada, y una zona inferior prismática hexagonal irregular (16), donde dos de sus caras verticales (17), que reciben a unas primeras barras auxiliares (18) que unen entre sí dos nudos mixtos de unión (7) adyacentes de cada base flotante de hormigón (1), son perpendiculares a dichas primeras barras auxiliares (18), donde las caras (15, 17) donde se unen la barra diagonal inclinada y las primeras barras auxiliares son de chapa de acero.

Además, en el nudo mixto de unión (7), una cara vertical (19) de la zona inferior

prismática hexagonal irregular (16) que está dispuesta entre las dos caras verticales (17) que reciben a las primeras barras auxiliares (18), recibe a una segunda barra auxiliar (20) que une el nudo mixto de unión (7) con el elemento de conexión (3).

5 Por tanto, en esta primera realización de nudo mixto de unión (7), dicho núcleo mixto de unión (7) recibe, a través del recubrimiento metálico (12) con forma geométrica de tipo tubular, la barra diagonal inclinada (10), las primeras barras auxiliares (18) que unen entre sí dos nudos mixtos de unión (7) adyacentes de cada base flotante de hormigón (1) y la segunda barra auxiliar (20) que une el nudo mixto de unión (7) con el
10 elemento de conexión (3).

En el interior del nudo mixto de unión, es decir, en el núcleo de hormigón (8) se sitúan los anclajes activos que comprenden:

- unas chapas de transferencia (21) de las cuatro barras (10, 18, 20) que atacan
15 al nudo mixto de unión (7), donde dos de ellas, la barra diagonal inclinada (10) y la segunda barra auxiliar (20) se encuentran unidas por soldeo entre sí, en el punto de intersección de los ejes de todas las barras (10, 18, 20),
 - unas chapas de transferencia y conexión (22) de las primeras barras auxiliares entre sí,
- 20 además de situarse también en el interior del nudo mixto de unión (7) el sistema de pretensado (9),

Una vez situado el sistema anterior, bien en la bancada de prefabricación, o bien en puerto si se ejecuta el nudo mixto de unión (7) en el mismo, se procederá al
25 hormigonado del nudo, precedido en este último caso del hormigonado de una zona de conexión entre el nudo mixto de unión (7) y la base de hormigón flotante (1), zona de conexión dejada como elemento de regulación con tolerancias en montaje y ejecución.

30 Posteriormente se procede al pretensado del sistema de pretensado (9) dispuesto en el interior del nudo mixto de unión (7) que penetra en la base de hormigón flotante (1), seguido de la inyección de vainas, para terminar con la colocación y soldeo del recubrimiento metálico (12) del nudo mixto de unión (7) que encierra el núcleo de hormigón (8).

En una segunda realización del nudo mixto de unión (27) mostrado en las Figuras segundo ejemplo de realización preferente, mostrado en las Figuras 11 y 12, el nudo mixto de unión (27) presenta un recubrimiento metálico (23) con forma geométrica de tipo tubular dispuesto alrededor de un núcleo de hormigón (24), donde el
5 recubrimiento metálico (23) es una sección de tubo de acero abierto en su parte superior, para permitir el hormigonado y colocación del resto de elementos descritos en la primera realización de nudo mixto (7).

El núcleo mixto de unión (27) recibe, a través del recubrimiento metálico (23) con
10 forma geométrica de tipo tubular, la barra diagonal inclinada (10), las primeras barras auxiliares (18) que unen entre sí dos nudos mixtos de unión (27) adyacentes de cada base flotante de hormigón (1) y la segunda barra auxiliar (20) que une el nudo mixto de unión (27) con el elemento de conexión (3).

15 En el interior del nudo mixto de unión (27), es decir, en el núcleo de hormigón (24) se sitúan las chapas de transferencia (21), las chapas de transferencia y conexión (22), el sistema de pretensado (9) y los anclajes pasivos tal y como se ha descrito anteriormente.

20 El sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore comprende además un sistema de control que comprende a su vez un subsistema de sensorización (30), un subsistema de control operativo (31) y un subsistema de toma de decisiones (32) durante las etapas de transporte, fondeo, servicio y reflotación, donde el subsistema de control operativo permite llevar a cabo la
25 coordinación entre los subsistemas de sensorización y el subsistema de apoyo a la toma de decisiones.

El subsistema de sensorización (30) comprende unos sensores de nivel de llenado (33) del cebado del primer grupo de celdas cuya función es medir su nivel de lastrado
30 durante las etapas de remolque, fondeo y reflote. Preferentemente se encuentran dispuestas sobre la losa inferior.

El subsistema de sensorización (30) comprende además unos sensores de aceleración inercial (34) preferentemente dispuestos en la losa superior del cajón, en

los nudos mixtos de unión y en la conexión entre el elemento de conexión del aerogenerador y la estructura metálica. Su función es medir aceleraciones para controlar la no superación de los posibles umbrales establecidos por el fabricante del generador durante las etapas de remolque y fondeo.

5

El subsistema de sensorización (30) comprende además unos sensores acústicos doppler (35) para la medida de corrientes en el entorno de la estructura y de distancia al fondo. Su función es monitorizar la hidrodinámica en el entorno de la estructura y controlar la posición de cada cajón respecto al fondo en la etapa de fondeo y apoyar a la caracterización de la evolución de erosión durante la etapa de servicio. Se encuentran dispuestos en el encuentro de la losa inferior y el muro perimetral.

10

El subsistema de sensorización (30) comprende además unos giróscopos (36) para monitorizar el balanceo y cabeceo de cada una de las bases flotantes de hormigón (1, 4), que se encuentran preferentemente dispuestos en el centro de cada base flotante de hormigón. Su función es controlar la verticalidad del sistema durante las etapas de remolque y fondeo.

15

El subsistema de sensorización (30) comprende además unos sensores de posicionamiento relativo y absoluto (37) para la localización del sistema durante el transporte y para el posicionamiento dinámico de esta durante la etapa de fondeo. Se encuentran dispuestos en la parte superior de la estructura metálica.

20

El subsistema de sensorización (30) comprende además unos sensores de presión (38) que permiten estimar las acciones resultantes de la interacción entre el flujo marino y la estructura durante la etapa de servicio. Se encuentran preferentemente dispuestos de manera embutida en el interior de los muros perimetrales de las bases flotantes de hormigón.

25

El subsistema de sensorización (30) comprende además unos sensores de deformación (39) que permiten evaluar el número y magnitud de ciclos de sollicitación del sistema debido a la interacción de éste con el flujo marino y/o a las sollicitaciones cíclicas transmitidas por el aerogenerador. Se encuentran preferentemente dispuestos

30

en los nudos de la estructura metálica y en la transición entre la estructura metálica y las bases de hormigón flotante.

5 El subsistema de apoyo a la toma de decisiones (32) comprende un dispositivo lógico (40) de alarma instrumental de primer nivel para generar avisos frente a la superación de umbrales registrados por el subsistema de sensorización y un dispositivo de predicción (41) de segundo nivel que se alimenta de un sistema de predicción climática (42) y de los registros históricos instrumentales obtenidos en los distintos sensores (33, 34, 35, 36, 37, 38, 39), llevando a cabo un control en tiempo real (43)
10 por parte del subsistema de control operativo (31) con posibilidad de visualización en un dispositivo de visualización (44), subsistema de control operativo (31) que actúa sobre unos actuadores de control (45) que llevan a cabo la apertura y/o cierre de las válvulas de llenado y vaciado (46) de agua y sobre un sistema de anclas y winches (47), para fijar la posición del sistema de cimentación, generando escenarios de
15 respuesta del sistema de cimentación a corto y largo plazo.

REIVINDICACIONES

1.- Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore caracterizado por que comprende:

- 5 - tres bases flotantes de hormigón (1, 4) armado construidas mediante cajones de hormigón, autoflotantes y equipadas con válvulas de llenado y vaciado de agua (46) permitiendo su lastrado para su fondeo en su emplazamiento definitivo.
- una estructura metálica (2, 5) que une las bases flotantes de hormigón (1, 4) con un elemento de conexión a la torre del aerogenerador, donde
- 10 - el elemento metálico (3, 6) para la conexión de las bases flotantes de hormigón (1, 4) con el aerogenerador, elemento metálico (3, 6) sobre el que se instala una zona de atraque, una plataforma de mantenimiento y unas escaleras de acceso.

2. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 1 caracterizado por que la estructura metálica (2) presenta forma de trípode.

3. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 1 caracterizado por que la estructura metálica (5) presenta forma de celosía.

4. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 1 caracterizado por que la unión de la estructura metálica (2, 5) a las tres bases flotantes de hormigón (1, 4) se lleva a cabo mediante unos nudos mixtos de unión (7, 27), uno para cada base flotante de hormigón (1, 4), cada uno de los cuales comprende un núcleo de hormigón (8, 24) y un sistema de pretensado (9) integrado en el mismo.

5. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 4 caracterizado por que la estructura metálica (2, 5) comprende tres barras diagonales inclinadas (10) con su extremo de unión (11) a cada nudo mixto de unión (7, 27) con forma troncocónica.

6. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores

offshore según reivindicación 5 caracterizado por que el nudo mixto de unión (7, 27) comprende además un recubrimiento metálico (12, 23) de chapa que recubre exteriormente al núcleo de hormigón (8, 24).

5 7. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 6 caracterizado por que el núcleo mixto de unión (7, 27) recibe, a través del recubrimiento metálico (12, 23) la barra diagonal inclinada (10), unas primeras barras auxiliares (18) que unen entre sí dos nudos mixtos de unión (7, 27) adyacentes de cada base flotante de hormigón (1) y una segunda barra auxiliar
10 (20) que une cada nudo mixto de unión (7, 27) con el elemento de conexión (3).

8. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 7 caracterizado por que el recubrimiento metálico (12) del nudo mixto de unión (7) presenta una forma geométrica de tipo poliédrica, con una
15 zona superior prismática trapezoidal (14) donde una de sus caras (15), aquella que recibe a una barra diagonal inclinada (10), es a su vez inclinada y perpendicular a la barra diagonal inclinada (10), y una zona inferior prismática hexagonal irregular (16), donde dos de sus caras verticales (17), que reciben a las primeras barras auxiliares (18) que unen entre sí dos nudos mixtos de unión (7) adyacentes de cada base
20 flotante de hormigón (1), son perpendiculares a dichas primeras barras auxiliares (18), donde las caras (15, 17) donde se unen la barra diagonal inclinada (10) y las primeras barras auxiliares (18) son de chapa de acero.

9. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 8 caracterizado por que la zona inferior prismática hexagonal irregular (16) del nudo mixto de unión (7) comprende una cara vertical (19) que está dispuesta entre las dos caras verticales (17) que reciben a las primeras
25 barras auxiliares (18), donde dicha cara vertical (19) recibe a la segunda barra auxiliar (20) que une el nudo mixto de unión (7) con el elemento de conexión (3).

30 10. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 7 caracterizado por que el recubrimiento metálico (23) del nudo mixto de unión (27) presenta una forma geométrica de tipo tubular y el núcleo de hormigón (24) se encuentra dispuesto en su interior.

11. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 7 caracterizado por que el nudo mixto de unión (7, 27) comprende además unos anclajes activos para la transmisión de esfuerzos, mientras que la base de hormigón flotante (1, 4) comprende unos anclajes pasivos dispuestos en su interior, bien directamente en una losa superior de cierre (13) o en unos tabiques de rigidez dispuestos bajo el nudo mixto de unión (7, 27).

12. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 11 caracterizado por que en el núcleo de hormigón (8, 24) se sitúan los anclajes activos que comprenden:

- unas chapas de transferencia (21) de las cuatro barras (10, 18, 20) que atacan al nudo mixto de unión (7), donde dos de ellas, la barra diagonal inclinada (10) y la segunda barra auxiliar (20) se encuentran unidas por soldeo entre sí, en el punto de intersección de los ejes de todas las barras (10, 18, 20),
- unas chapas de transferencia y conexión (22) de las primeras barras auxiliares entre sí,

además de situarse también en el interior del nudo mixto de unión (7) el sistema de pretensado (9).

13. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 1 caracterizado por que cada una de las tres bases de hormigón flotante (1, 4) comprende una losa inferior que se encuentra en contacto con el terreno una vez sumergido el sistema, una losa superior (13), un muro perimetral y paramentos interiores o tabiques que definen un primer grupo de celdas conectadas entre sí.

14. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 13 caracterizado por que las bases flotantes de hormigón (1, 4) comprenden un segundo grupo de celdas no colaborantes en la flotabilidad para el acceso desde la losa superior a la superficie de contacto entre la losa inferior y el terreno.

15. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 13 caracterizado por que comprende además un sistema

de control que comprende a su vez un subsistema de sensorización (30), un subsistema de control operativo (31) y un subsistema de toma de decisiones (32) donde el subsistema de control operativo permite llevar a cabo la coordinación entre los subsistemas de sensorización (30) y el subsistema de apoyo a la toma de
5 decisiones (32).

16. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 15 caracterizado por que el subsistema de sensorización (30) comprende al menos uno de entre los siguientes:

- 10 • unos sensores de nivel de llenado (33) del cebado del primer grupo de celdas para medir su nivel de lastrado,
- unos sensores de aceleración inercial (34),
- unos sensores acústicos doppler (35) para la medida de corrientes en el entorno de la estructura y de distancia al fondo marino,
- 15 • unos giróscopos (36) para monitorizar el balanceo y cabeceo de cada una de las bases flotantes de hormigón (1, 4),
- unos sensores de posicionamiento relativo y absoluto (37),
- unos sensores de presión (38) que para estimar las acciones resultantes de la interacción entre el flujo marino y el sistema,
- 20 • unos sensores de deformación (39) que permiten evaluar el número y magnitud de ciclos de sollicitación del sistema debido a la interacción de ésta con el flujo marino y/o a las sollicitaciones cíclicas transmitidas por el aerogenerador.

25 17. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 16 caracterizado por que el subsistema de apoyo a la toma de decisiones (32) comprende un dispositivo lógico (40) de alarma instrumental de primer nivel para generar avisos frente a la superación de umbrales registrados por el subsistema de sensorización y un dispositivo de predicción (41) de segundo nivel
30 que se alimenta de un sistema de predicción climática (42) y de los registros históricos instrumentales obtenidos en los distintos sensores (33, 34, 35, 36, 37, 38, 39), llevando a cabo un control en tiempo real (43) por parte del subsistema de control operativo (31) con posibilidad de visualización en un dispositivo de visualización (44), subsistema de control operativo (31) que actúa sobre unos actuadores de control (45)

que llevan a cabo la apertura y/o cierre de las válvulas de llenado y vaciado (46) de agua y sobre un sistema de anclas y winches (47), para fijar la posición del sistema de cimentación.

5 18.- Procedimiento para la instalación de un sistema de cimentación de aerogeneradores offshore caracterizado por que comprende las siguientes etapas:

- una primera etapa de transporte donde el sistema de cimentación es remolcado desde una dársena de acopio y/o montaje hasta el emplazamiento definitivo mediante el uso de embarcaciones remolcadoras donde se anclan las bases flotantes de hormigón.
- 10 • una segunda etapa de fondeo donde el sistema de cimentación se fondea hasta su contacto con el lecho marino modificando la flotabilidad global mediante el lastrado controlado de unos grupos de celdas presentes en las bases flotantes de hormigón operando unas válvulas presentes en dichas bases, y
- 15 • una tercera etapa de reflote en caso de desmantelamiento o necesidad de reposicionamiento del sistema de cimentación evacuando el lastre de agua de los grupos de celdas previamente lastrados hasta lograr flotabilidad positiva del sistema de cimentación.

20

19.- Procedimiento para la instalación de un sistema de cimentación de aerogeneradores offshore según reivindicación 18 caracterizado por que previamente a la primera etapa de transporte se lleva a cabo una serie de etapas de fabricación del sistema de cimentación que comprenden:

- 25 • una etapa de fabricación de unas bases flotantes de hormigón en un muelle de un puerto utilizando un dique flotante en la que se deja embebida una espera tubular de acero que servirá de unión entre una estructura metálica y las bases de hormigón,
- una etapa de fabricación de la estructura metálica en tierra,
- 30 • una etapa de fabricación de un elemento de conexión que sirve de base para el aerogenerador,
- una etapa de solidarización de la estructura metálica a las bases flotantes de hormigón y de soldadura del elemento de conexión a la estructura metálica, y
- una etapa de montaje del aerogenerador al elemento de conexión.

35

REIVINDICACIONES MODIFICADAS
recibidas por la oficina Internacional el 29 de enero de 2014 (29.01.14)
+ DECLARACIÓN

- 1.- Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore caracterizado por que comprende:
- 5 - tres bases flotantes de hormigón (1, 4) armado construidas mediante cajones de hormigón, autoflotantes y equipadas con válvulas de llenado y vaciado de agua (46) permitiendo su lastrado para su fondeo en su emplazamiento definitivo.
- una estructura metálica (2, 5) que une las bases flotantes de hormigón (1, 4) con un elemento de conexión a la torre del aerogenerador, donde
- 10 - el elemento metálico (3, 6) para la conexión de las bases flotantes de hormigón (1, 4) con el aerogenerador, elemento metálico (3, 6) sobre el que se instala una zona de atraque, una plataforma de mantenimiento y unas escaleras de acceso.
2. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 1 caracterizado por que la estructura metálica (2)
- 15 presenta forma de trípode.
3. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 1 caracterizado por que la estructura metálica (5)
- 20 presenta forma de celosía.
4. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 1 caracterizado por que la unión de la estructura metálica (2, 5) a las tres bases flotantes de hormigón (1, 4) se lleva a cabo mediante
- 25 unos nudos mixtos de unión (7, 27), uno para cada base flotante de hormigón (1, 4), cada uno de los cuales comprende un núcleo de hormigón (8, 24) y un sistema de pretensado (9) integrado en el mismo.
5. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 4 caracterizado por que la estructura metálica (2, 5)
- 30 comprende tres barras diagonales inclinadas (10) con su extremo de unión (11) a cada nudo mixto de unión (7, 27) con forma troncocónica.
6. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 5 caracterizado por que el nudo mixto de unión (7, 27)
- 35

comprende además un recubrimiento metálico (12, 23) de chapa que recubre exteriormente al núcleo de hormigón (8, 24).

5 7. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 6 caracterizado por que el núcleo mixto de unión (7, 27) recibe, a través del recubrimiento metálico (12, 23) la barra diagonal inclinada (10), unas primeras barras auxiliares (18) que unen entre sí dos nudos mixtos de unión (7,, 27) adyacentes de cada base flotante de hormigón (1) y una segunda barra auxiliar (20) que une cada nudo mixto de unión (7, 27) con el elemento de conexión (3).

10

8. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 7 caracterizado por que el recubrimiento metálico (12) del nudo mixto de unión (7) presenta una forma geométrica de tipo poliédrica, con una zona superior prismática trapezoidal (14) donde una de sus caras (15), aquella que
15 recibe a una barra diagonal inclinada (10), es a su vez inclinada y perpendicular a la barra diagonal inclinada (10), y una zona inferior prismática hexagonal irregular (16), donde dos de sus caras verticales (17), que reciben a las primeras barras auxiliares (18) que unen entre sí dos nudos mixtos de unión (7) adyacentes de cada base flotante de hormigón (1), son perpendiculares a dichas primeras barras auxiliares (18),
20 donde las caras (15, 17) donde se unen la barra diagonal inclinada (10) y las primeras barras auxiliares (18) son de chapa de acero.

9. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 8 caracterizado por que la zona inferior prismática hexagonal irregular (16) del nudo mixto de unión (7) comprende una cara vertical (19)
25 que está dispuesta entre las dos caras verticales (17) que reciben a las primeras barras auxiliares (18), donde dicha cara vertical (19) recibe a la segunda barra auxiliar (20) que une el nudo mixto de unión (7) con el elemento de conexión (3).

30 10. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 7 caracterizado por que el recubrimiento metálico (23) del nudo mixto de unión (27) presenta una forma geométrica de tipo tubular y el núcleo de hormigón (24) se encuentra dispuesto en su interior.

35 11. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 7 caracterizado por que el nudo mixto de unión (7, 27)

comprende además unos anclajes activos para la transmisión de esfuerzos, mientras que la base de hormigón flotante (1, 4) comprende unos anclajes pasivos dispuestos en su interior, bien directamente en una losa superior de cierre (13) o en unos tabiques de rigidez dispuestos bajo el nudo mixto de unión (7, 27).

5

12. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 11 caracterizado por que en el núcleo de hormigón (8, 24) se sitúan los anclajes activos que comprenden:

- unas chapas de transferencia (21) de las cuatro barras (10, 18, 20) que atacan al nudo mixto de unión (7), donde dos de ellas, la barra diagonal inclinada (10) y la segunda barra auxiliar (20) se encuentran unidas por soldeo entre sí, en el punto de intersección de los ejes de todas las barras (10, 18, 20),
- unas chapas de transferencia y conexión (22) de las primeras barras auxiliares entre sí,

15 además de situarse también en el interior del nudo mixto de unión (7) el sistema de pretensado (9).

13. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 1 caracterizado por que cada una de las tres bases de hormigón flotante (1, 4) comprende una losa inferior que se encuentra en contacto con el terreno una vez sumergido el sistema, una losa superior (13), un muro perimetral y paramentos interiores o tabiques que definen un primer grupo de celdas conectadas entre sí.

25 14. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 13 caracterizado por que las bases flotantes de hormigón (1, 4) comprenden un segundo grupo de celdas no colaborantes en la flotabilidad para el acceso desde la losa superior a la superficie de contacto entre la losa inferior y el terreno.

30

15. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 13 caracterizado por que comprende además un sistema de control que comprende a su vez un subsistema de sensorización (30), un subsistema de control operativo (31) y un subsistema de toma de decisiones (32) donde el subsistema de control operativo permite llevar a cabo la coordinación entre

35

los subsistemas de sensorización (30) y el subsistema de apoyo a la toma de decisiones (32).

5 16. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 15 caracterizado por que el subsistema de sensorización (30) comprende al menos uno de entre los siguientes:

- unos sensores de nivel de llenado (33) del cebado del primer grupo de celdas para medir su nivel de lastrado,
- unos sensores de aceleración inercial (34),
- 10 • unos sensores acústicos doppler (35) para la medida de corrientes en el entorno de la estructura y de distancia al fondo marino,
- unos giróscopos (36) para monitorizar el balanceo y cabeceo de cada una de las bases flotantes de hormigón (1, 4),
- unos sensores de posicionamiento relativo y absoluto (37),
- 15 • unos sensores de presión (38) que para estimar las acciones resultantes de la interacción entre el flujo marino y el sistema,
- unos sensores de deformación (39) que permiten evaluar el número y magnitud de ciclos de sollicitación del sistema debido a la interacción de ésta con el flujo marino y/o a las sollicitaciones cíclicas transmitidas por el
- 20 aerogenerador.

17. Sistema de cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore según reivindicación 16 caracterizado por que el subsistema de apoyo a la toma de decisiones (32) comprende un dispositivo lógico (40) de alarma instrumental

25 de primer nivel para generar avisos frente a la superación de umbrales registrados por el subsistema de sensorización y un dispositivo de predicción (41) de segundo nivel que se alimenta de un sistema de predicción climática (42) y de los registros históricos instrumentales obtenidos en los distintos sensores (33, 34, 35, 36, 37, 38, 39), llevando a cabo un control en tiempo real (43) por parte del subsistema de control

30 operativo (31) con posibilidad de visualización en un dispositivo de visualización (44), subsistema de control operativo (31) que actúa sobre unos actuadores de control (45) que llevan a cabo la apertura y/o cierre de las válvulas de llenado y vaciado (46) de agua y sobre un sistema de anclas y winches (47), para fijar la posición del sistema de cimentación.

18.- Procedimiento para la instalación de un sistema de cimentación de aerogeneradores offshore según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17 caracterizado por que comprende las siguientes etapas:

- 5 • una primera etapa de transporte donde el sistema de cimentación es remolcado desde una dársena de acopio y/o montaje hasta el emplazamiento definitivo mediante el uso de embarcaciones remolcadoras donde se anclan las bases flotantes de hormigón (1, 4).
- 10 • una segunda etapa de fondeo donde el sistema de cimentación se fondea hasta su contacto con el lecho marino modificando la flotabilidad global mediante el lastrado controlado de unos grupos de celdas presentes en las bases flotantes de hormigón (1, 4) operando unas válvulas (46) presentes en dichas bases, y
- 15 • una tercera etapa de reflote en caso de desmantelamiento o necesidad de reposicionamiento del sistema de cimentación evacuando el lastre de agua de los grupos de celdas previamente lastrados hasta lograr flotabilidad positiva del sistema de cimentación (1,4).

19.- Procedimiento para la instalación de un sistema de cimentación de aerogeneradores offshore según reivindicación 18 caracterizado por que previamente a la primera etapa de transporte se lleva a cabo una serie de etapas de fabricación del sistema de cimentación que comprenden:

- 20 • una etapa de fabricación de unas bases flotantes de hormigón (1, 4) en un muelle de un puerto utilizando un dique flotante en la que se deja embebida una espera tubular de acero que servirá de unión entre una estructura metálica (2, 5) y las bases de hormigón (1, 4),
- 25 • una etapa de fabricación de la estructura metálica (2, 5) en tierra,
- una etapa de fabricación de un elemento de conexión (3, 6) que sirve de base para el aerogenerador,
- una etapa de solidarización de la estructura metálica (2, 5) a las bases flotantes de hormigón (1, 4) y de soldadura del elemento de conexión (3, 6) a la estructura metálica (2, 5), y
- 30 • una etapa de montaje del aerogenerador al elemento de conexión.

Declaración según el Artículo 19.1

De acuerdo con el Artículo 19.1 del Tratado PCT, referente a la modificación de las reivindicaciones ante la Oficina Internacional:

Se aporta un nuevo juego de reivindicaciones modificadas para resolver las objeciones presentadas por el examinador, sin ampliar materia ni incluir materia adicional no permitida.

Base para los cambios:

El examinador señala que para asegurar la unidad de invenciones en la patente es necesario definir el método de la reivindicación 18 dependiente de al menos la reivindicación 1 de sistema. En concreto recomienda la redefinición de la reivindicación 18 para hacerla depender del sistema de cimentación descrito en las reivindicaciones anteriores. Para ello recomienda introducir la frase "*según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17*" en el preámbulo de la reivindicación 18. Así pues la base para introducir dicha expresión en la reivindicación 18 está en la opinión escrita del Examinador.

Además el examinador señala que para aumentar la inteligibilidad de las reivindicaciones de método (18 y 19) los elementos que se describen en ellas deben ir acompañados de referencias numéricas escritas entre paréntesis. Dichas referencias se encuentran a lo largo de la descripción del ejemplo de realización de la invención y en las reivindicaciones de sistema (1 a 17).

Así pues los cambios realizados en las reivindicaciones son:

- La reivindicación 18 modificada es el resultado de hacer corresponder la reivindicación 18 original (de método) a la reivindicación 1 original (de sistema).
- Las reivindicaciones 18 y 19 han sido modificadas para incluir entre paréntesis las referencias numéricas correspondientes.

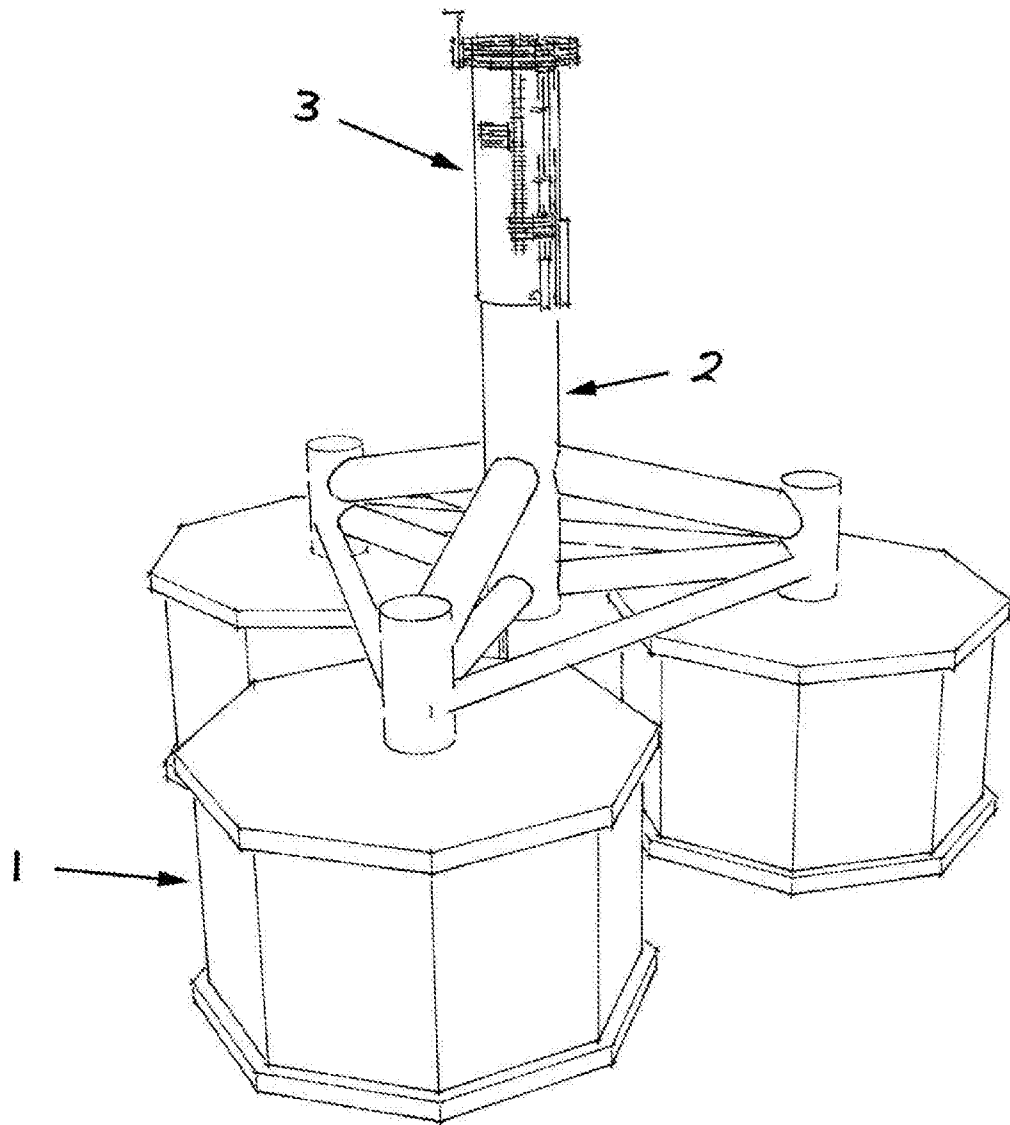


Figura 1

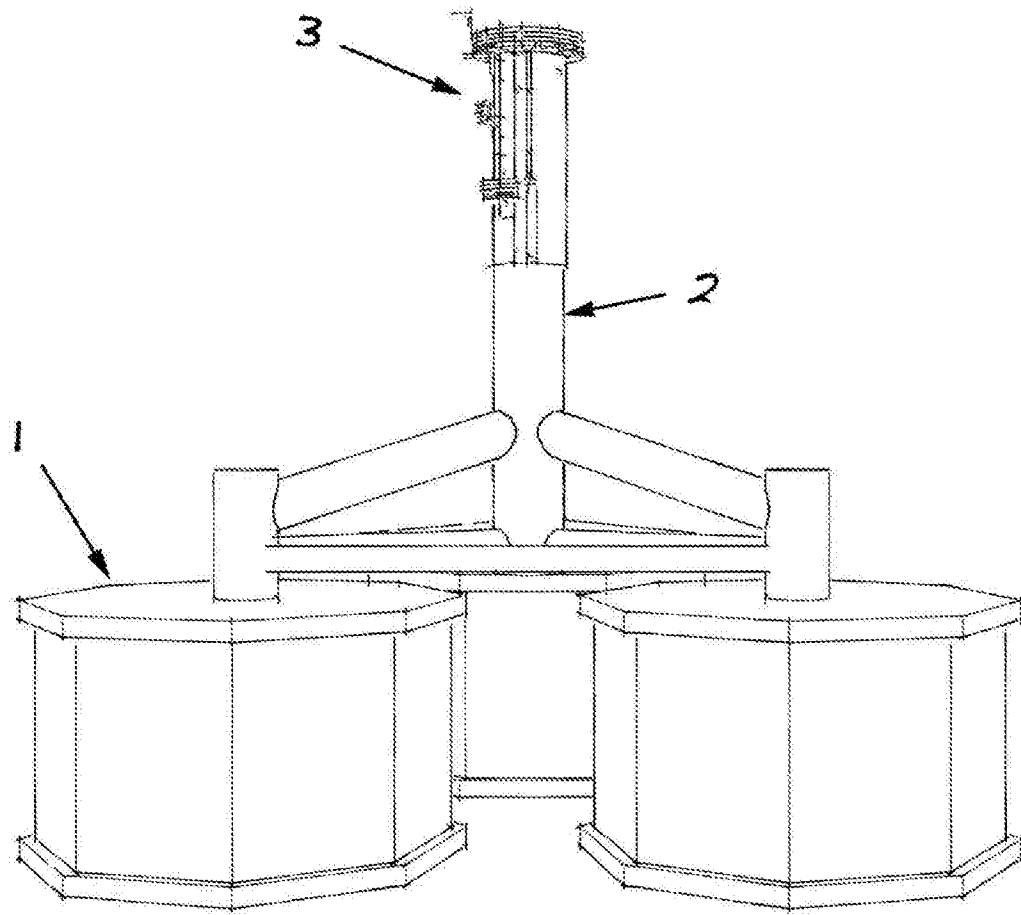


Figura 2

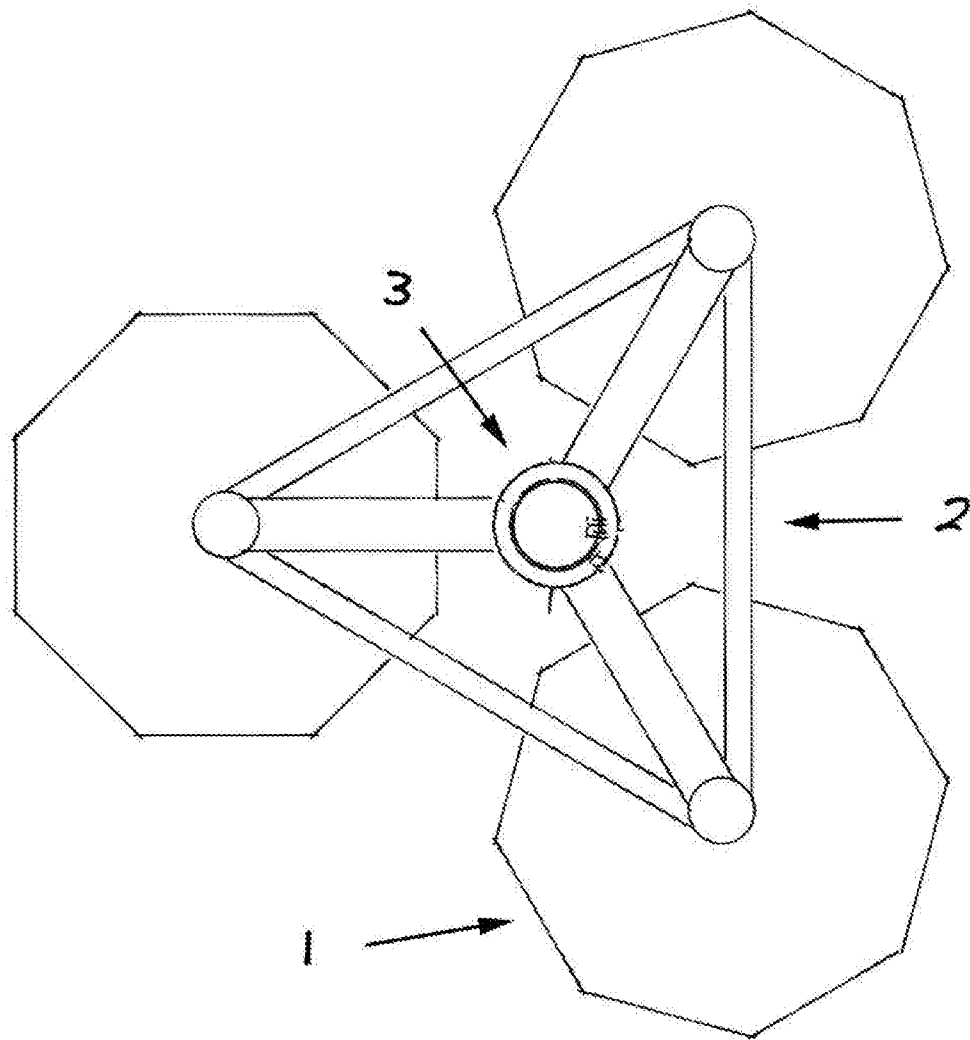


Figura 3

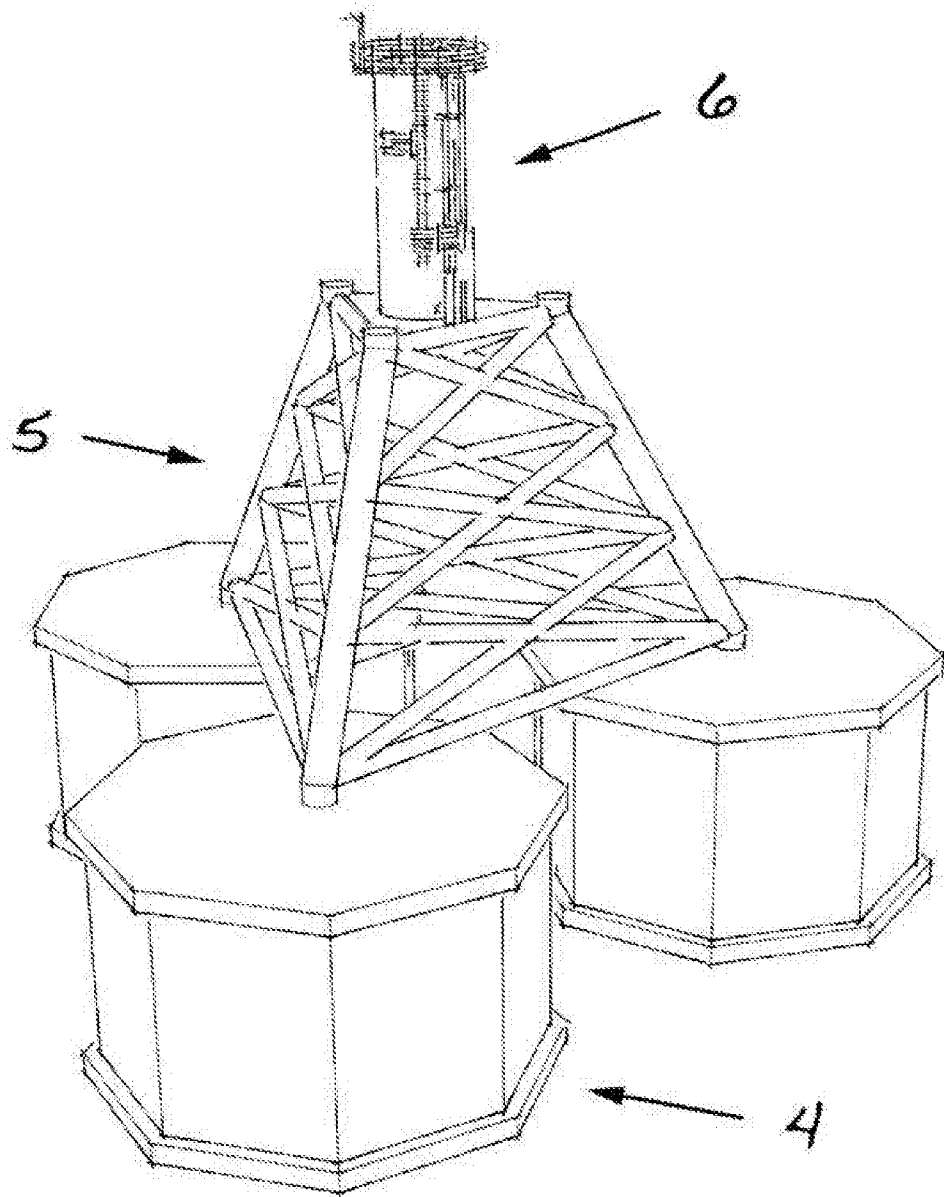


Figura 4

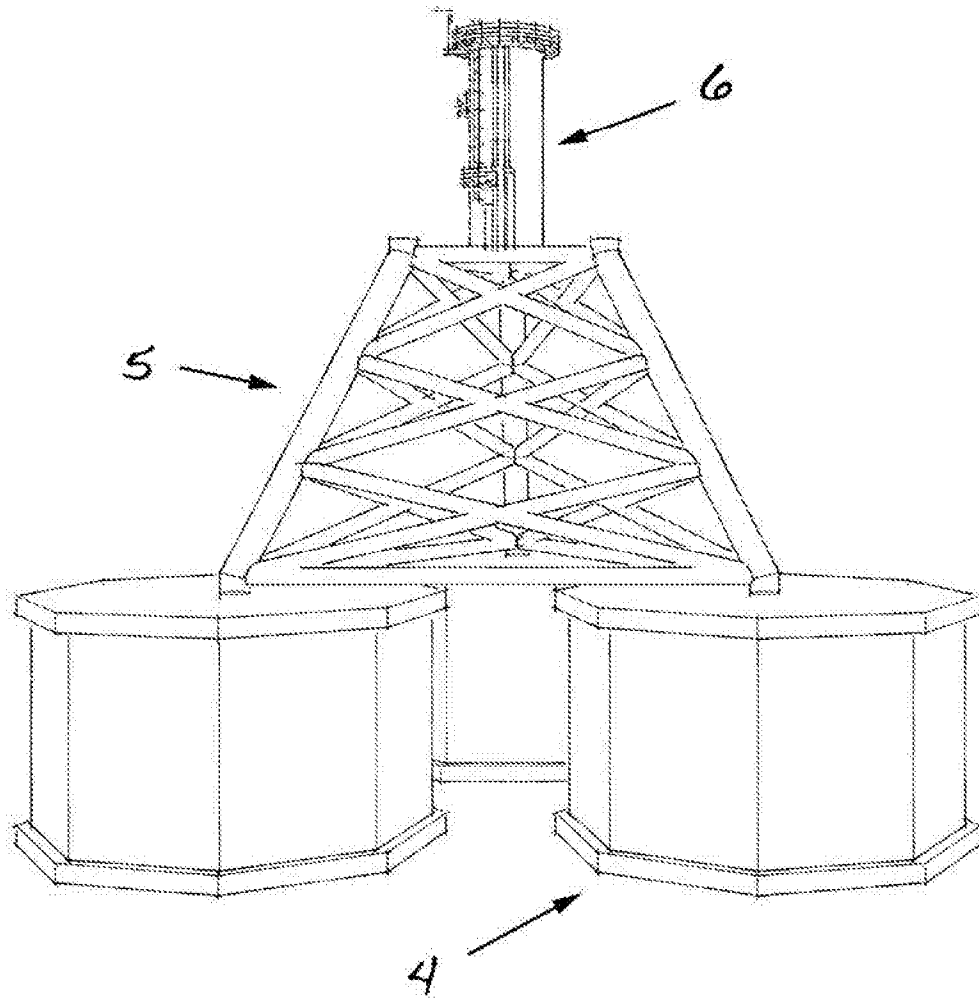


Figura 5

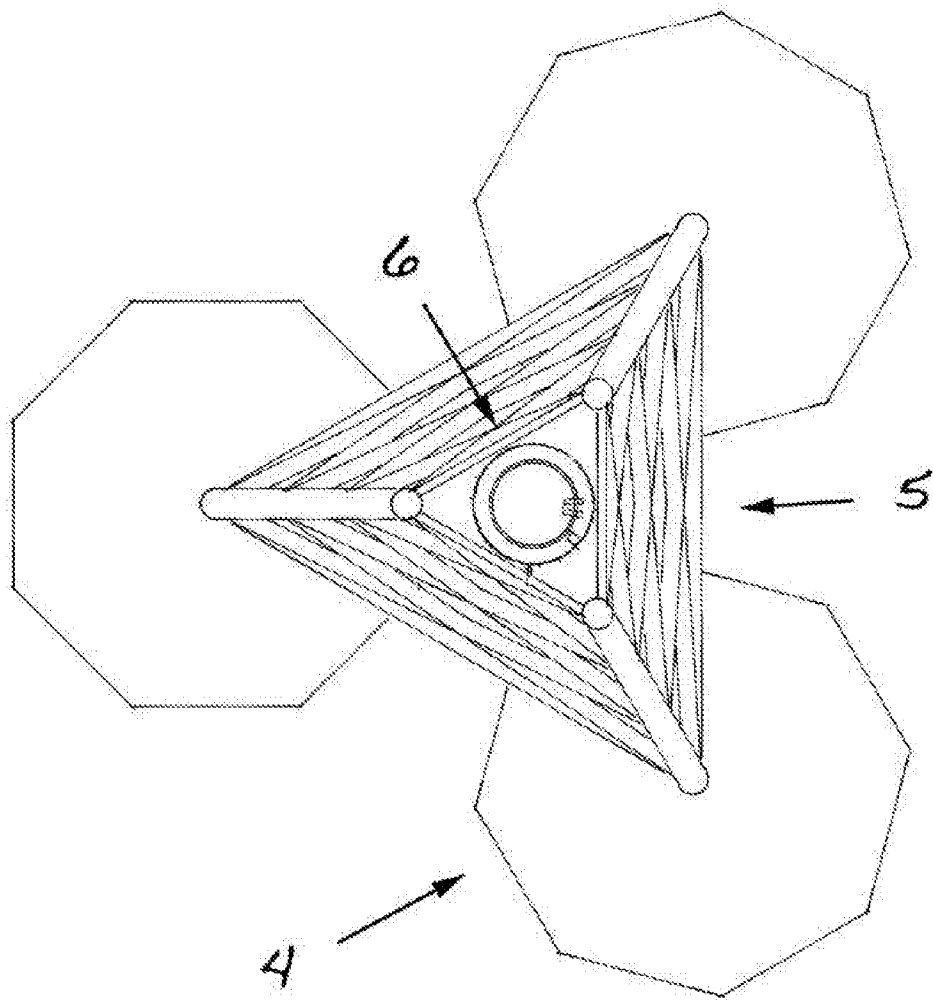
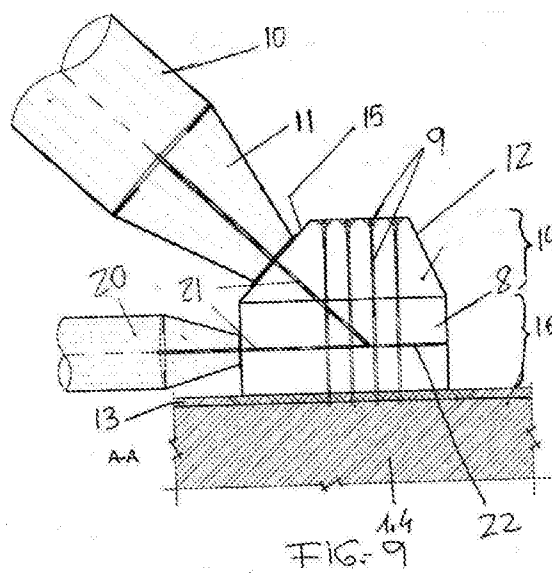
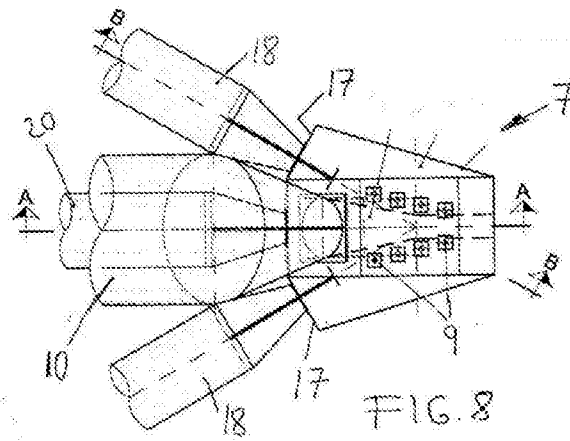
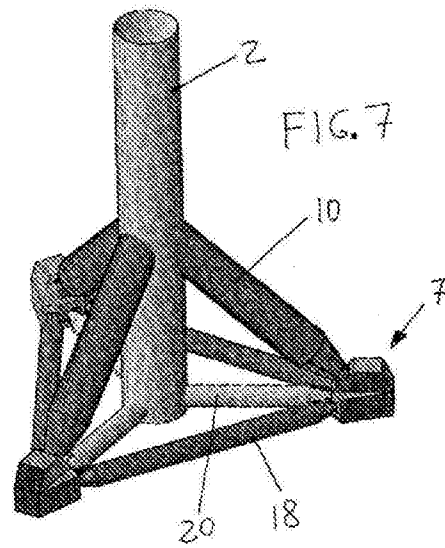


Figura 6



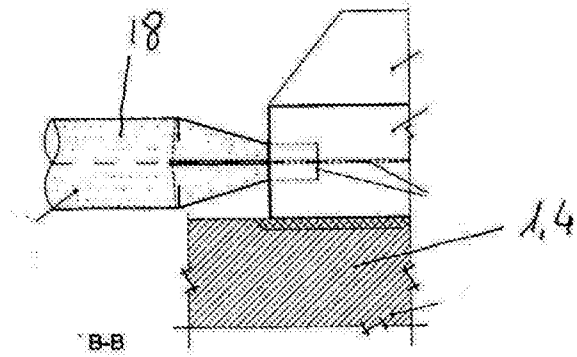


FIG. 10

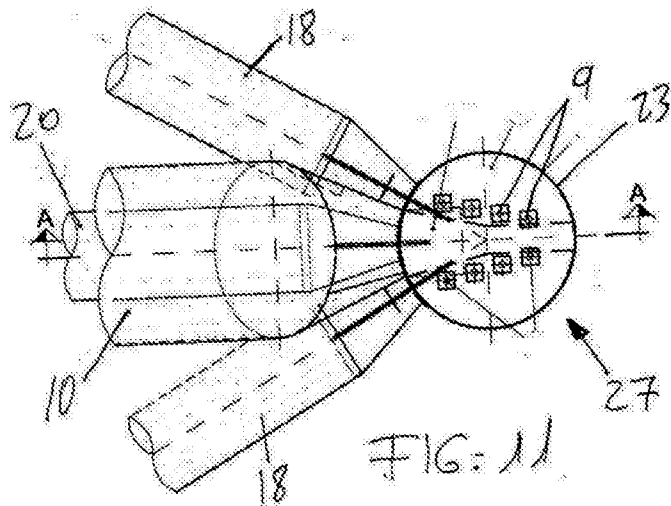


FIG. 11

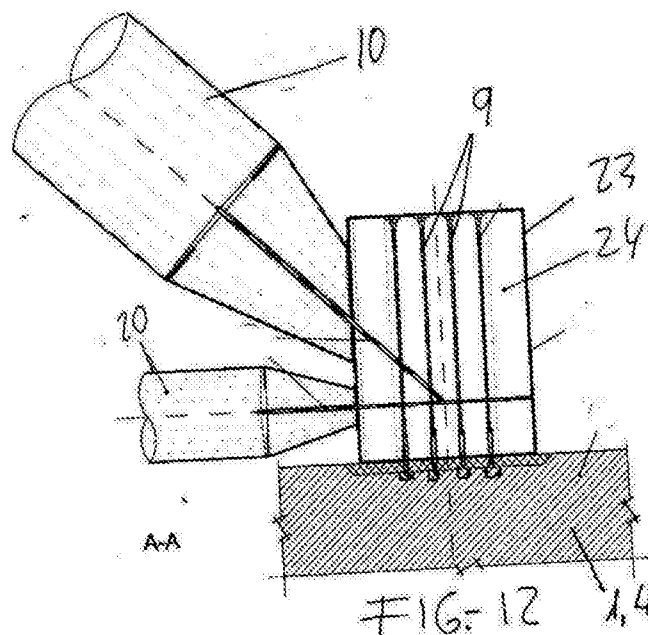


FIG. 12

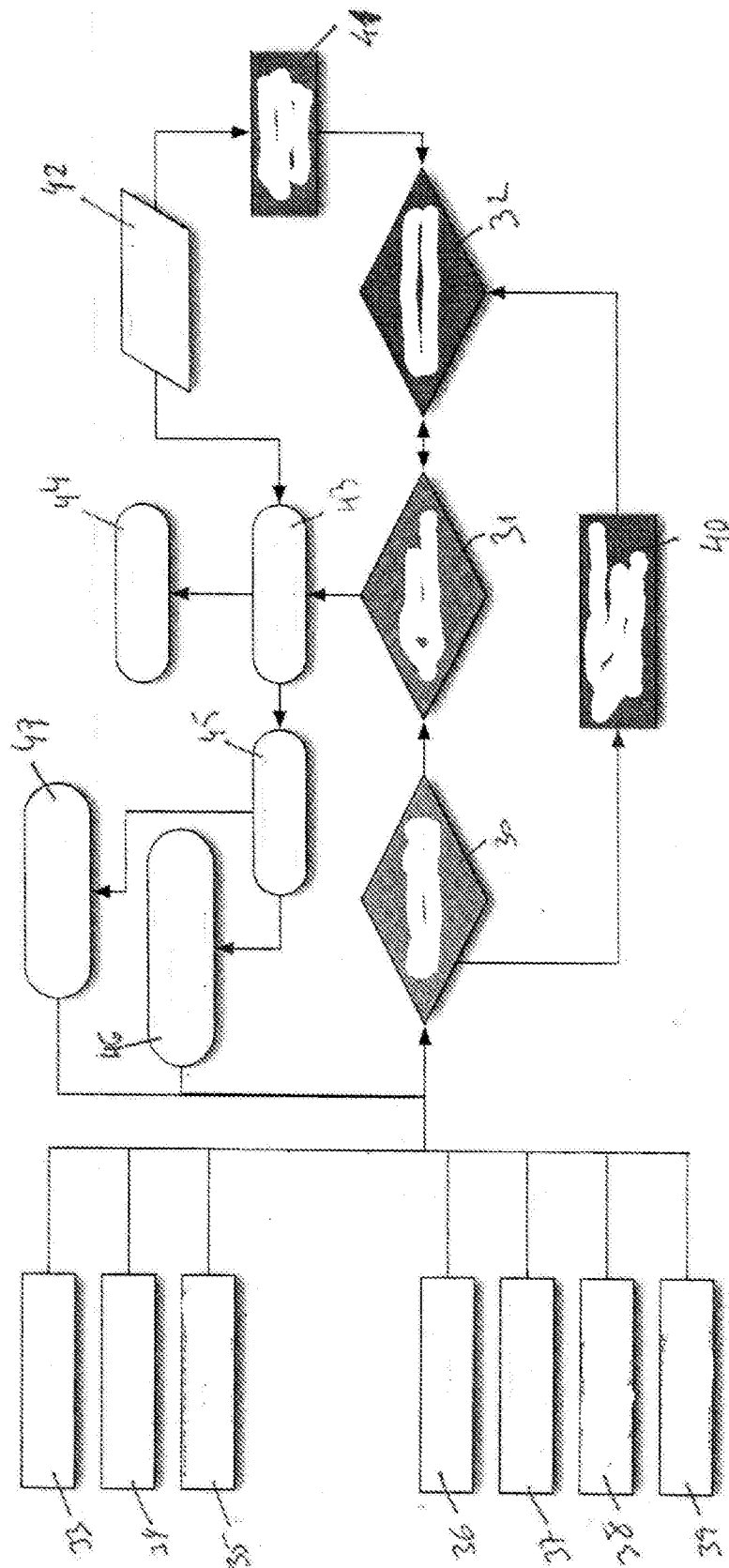


FIG. 13

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional N°

PCT/ES2013/070339

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

E02D27/52 E02D23/02 E02D27/42

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

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

E02D

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados) EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones N°
A	WO 99/51821 A1 (SUCTION PILE TECHNOLOGY B V [NL]; RIEMERS MARK ERIK [NL]) 14 octubre 1999 (1999-10-14) resumen página 3, línea 20-página 4, línea 11 página 8, línea 4-página 9, línea 24 página 11, línea 7-página 12, línea 13; figuras 5-8	1-19
A	EP 1 707 808 A2 (REPOWER SYSTEMS AG [DE] REPOWER SYSTEMS SE [DE]) 4 octubre 2006 (2006-10-04) párrafo 27-párrafo 30 figuras 1-3	1-17

☐	En la continuación del Recuadro C se relacionan otros documentos	☒	Los documentos de familias de patentes se indican en el Anexo
* "A" "E" "L" "O" "P"	Categorías especiales de documentos citados: documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante. solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior. documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada). documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio. documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.	"T" "X" "Y" "&"	documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención. documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado. documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia. documento que forma parte de la misma familia de patentes.

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional 25 de noviembre del 2013	Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional 02/12/2013
Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Funcionario autorizado Koulo, G
N° de fax	N° de teléfono

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional N°

PCT/ES2013/070339

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9951821	A1	14-10-1999	AU 757367 B2	20-02-2003
			AU 3174499 A	25-10-1999
			CA 2326431 A1	14-10-1999
			DE 69938294 T2	14-05-2009
			EP 1068403 A1	17-01-2001
			ID 26811 A	08-02-2001
			NO 20004845 A	27-09-2000
			NZ 507939 A	28-08-2002
			US 6488446 B1	03-12-2002
			WO 9951821 A1	14-10-1999

EP 1707808	A2	04-10-2006	AT 555305 T	15-05-2012
			DE 102005014868 A1	05-10-2006
			DK 1707808 T3	30-07-2012
			EP 1707808 A2	04-10-2006
			ES 2386149 T3	10-08-2012
			US 2006222465 A1	05-10-2006

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/ES2013/070339

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. E02D27/52 E02D23/02 E02D27/42 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) E02D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 99/51821 A1 (SUCTION PILE TECHNOLOGY B V [NL]; RIEMERS MARK ERIK [NL]) 14 October 1999 (1999-10-14) abstract page 3, line 20 - page 4, line 11 page 8, line 4 - page 9, line 24 page 11, line 7 - page 12, line 13; figures 5-8	1-19
A	----- EP 1 707 808 A2 (REPOWER SYSTEMS AG [DE] REPOWER SYSTEMS SE [DE]) 4 October 2006 (2006-10-04) paragraph [0027] - paragraph [0030]; figures 1-3 -----	1-17
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 25 November 2013	Date of mailing of the international search report 02/12/2013	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Koulo, G	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/ES2013/070339

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9951821	A1	14-10-1999	
		AU 757367 B2	20-02-2003
		AU 3174499 A	25-10-1999
		CA 2326431 A1	14-10-1999
		DE 69938294 T2	14-05-2009
		EP 1068403 A1	17-01-2001
		ID 26811 A	08-02-2001
		NO 20004845 A	27-09-2000
		NZ 507939 A	28-08-2002
		US 6488446 B1	03-12-2002
		WO 9951821 A1	14-10-1999

EP 1707808	A2	04-10-2006	
		AT 555305 T	15-05-2012
		DE 102005014868 A1	05-10-2006
		DK 1707808 T3	30-07-2012
		EP 1707808 A2	04-10-2006
		ES 2386149 T3	10-08-2012
		US 2006222465 A1	05-10-2006
