

(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
28 de octubre de 2021 (28.10.2021)

WIPO | PCT

(10) Número de publicación internacional
WO 2021/214362 A1

(51) Clasificación internacional de patentes:

E02D 27/52 (2006.01) *F03D 13/25* (2016.01)
E02D 27/06 (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:

PCT/ES2021/070262

(22) Fecha de presentación internacional:

20 de abril de 2021 (20.04.2021)

(25) Idioma de presentación:

español

(26) Idioma de publicación:

español

(30) Datos relativos a la prioridad:

P202030320 20 de abril de 2020 (20.04.2020) ES

(71) Solicitante: **BLUENEWABLES S.L.** [ES/ES]; Calle el Vizconde N7-Chio, 38689 Guía de Isora (ES).

(72) Inventores: **COUÑAGO LORENZO, Bernardino**; Paseo

Tierra de Melide, 28 Bloque D 5B, 28050 Madrid (ES). **SAINZ ÁVILA, Óscar**; Kortenaerstraat 45 C, 3012VC Rotterdam (NL). **FERNÁNDEZ GIL, Ismael**; Calle Andorra n 1, puerta 65, 38650 Los Cristianos (ES). **BARAHONA OVIEDO, Cecilio**; Calle Guzman El Bueno 104, 4B, 28003 Madrid (ES).

(74) Mandatario: **DE DIOS SERRANÍA, Gustavo A.**; TRI-

BALYTE IDEAS, Glorieta de Quevedo 8, 6º2, 28015 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG,

(54) Title: FOUNDATION DEVICE FOR A WIND TURBINE TOWER AND ASSEMBLY METHOD

(54) Título: DISPOSITIVO DE CIMENTACIÓN PARA TORRE EÓLICA Y MÉTODO DE MONTAJE

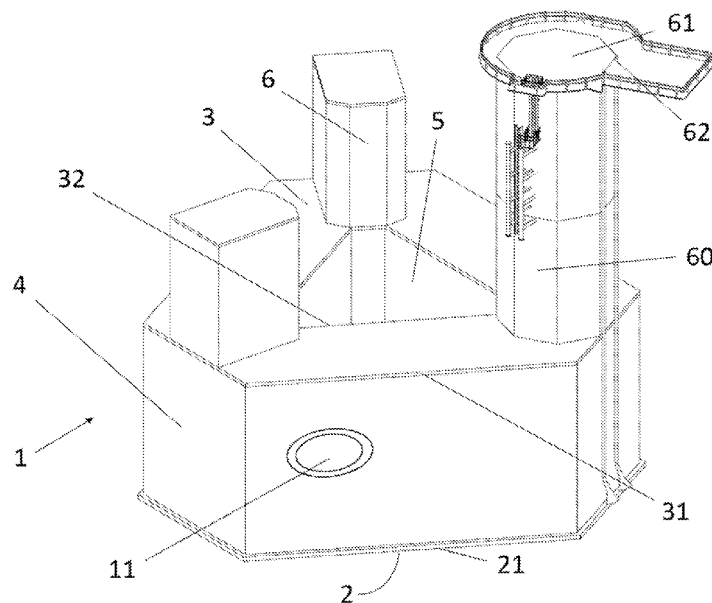


Fig. 1a

(57) Abstract: The invention provides a foundation device (10) for a wind turbine tower, which comprises a hollow main body (1) with a lower face (2) and an upper face (3). Both the lower face (2) and the upper face (3) contain a hollow space, each of the faces thus comprising an outer perimeter (21, 31) and an inner perimeter (22, 32). The main body (1) additionally comprises an outer lateral wall (4) disposed between the outer perimeter (21) of the lower face (2) and the outer perimeter (31) of the upper face (3), and an inner lateral wall (5) between the inner perimeter (22) of the lower face (2) and the inner perimeter (32) of the upper face (3). The device further comprises a plurality of columns (6) that project from the upper face of the main body. The invention also provides a method for assembling a wind turbine tower (100).



WO 2021/214362 A1

KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, ST, 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))*

(57) Resumen: La invención proporciona un dispositivo de cimentación (10) para torre eólica que comprende un cuerpo principal (1) hueco con una cara inferior (2) y una cara superior (3). Tanto la cara inferior (2) como la cara superior (3) comprenden un espacio hueco en su interior, comprendiendo por tanto cada una de las caras un perímetro exterior (21, 31) y un perímetro interior (22, 32). El cuerpo principal (1) comprende adicionalmente una pared lateral exterior (4) dispuesta entre el perímetro exterior (21) de la cara inferior (2) y el perímetro exterior (31) de la cara superior (3) y una pared lateral interior (5) entre el perímetro interior (22) de la cara inferior (2) y el perímetro interior (32) de la cara superior (3). También comprende una pluralidad de columnas (6) que sobresalen desde la cara superior del cuerpo principal. En la invención también se proporciona un método de montaje de una torre eólica (100).

DESCRIPCIÓN

DISPOSITIVO DE CIMENTACIÓN PARA TORRE EÓLICA Y MÉTODO DE MONTAJE

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se enmarca dentro de las plataformas eólicas instaladas en el mar, así como de los medios necesarios para realizar dicha instalación.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

A la hora de instalar un aerogenerador dentro del mar, es necesario proveer un sistema adecuado para realizar su cimentación y estabilización.

15 Existen numerosos métodos y dispositivos dedicados a tal efecto. Todos ellos se pueden clasificar según dos tipos de clasificaciones: la que corresponde al tipo de cimentación utilizada y la que corresponde al tipo de estructura que se desplaza hasta el punto de instalación.

20 Según la primera clasificación, los dispositivos pueden ser con cimentación flotante o pesada. Los primeros son más voluminosos, pero no necesitan medios muy potentes para desplazarlos hasta el punto de instalación. Los segundos son más pequeños, pero necesitan grandes barcos que los transporten hasta el punto de instalación.

25 Según la segunda clasificación, el montaje puede realizarse en tierra (desplazando todo el conjunto hasta el punto de instalación) o en el propio punto de instalación (desplazando la cimentación y la torre de manera independiente).

30 El problema técnico relevante para la presente invención se refiere a los dispositivos de cimentación pesada, destinados a ser hundidos totalmente. Los procesos de montaje de la torre, desplazamiento de la cimentación o conjunto y hundimiento de la cimentación son críticos, y poseen sus propios requisitos técnicos relativos a la flotabilidad, inercias y equipamiento necesario para su utilización, no teniendo nada que ver con aquellos dispositivos destinados a proporcionar una cimentación flotante.

35

La presente invención aporta una solución alternativa para los problemas relacionados con los dispositivos dedicados al proceso de instalación de una torre eólica en alta mar con una cimentación pesada.

5 DESCRIPCIÓN BREVE DE LA INVENCION

La presente invención proporciona una solución alternativa al problema anteriormente propuesto mediante un dispositivo según la reivindicación 1. Las reivindicaciones dependientes definen realizaciones preferidas de la invención.

10

A menos que se defina de otra manera, todos los términos (tanto los científicos como los técnicos) que se usan en este documento han de ser interpretados como lo haría un experto en la materia. Se entenderá, por tanto que los términos de uso común deben ser interpretados de la manera que lo haría un conocedor de la materia, y no de un modo idealizado o estrictamente formal.

15

A lo largo del texto, la palabra “comprende” (y sus derivados, como “comprendiendo”) no deben ser entendidos de un modo excluyente, sino que deben ser entendidos en el sentido en que admiten la posibilidad de que lo definido pueda incluir elementos o etapas adicionales.

20

Un objeto de la presente invención se refiere a un dispositivo de cimentación para torre eólica configurado el dispositivo para ser apoyado en el lecho marino que comprende

25

un cuerpo principal hueco que comprende una cara inferior destinada a apoyarse sobre el lecho marino y una cara superior opuesta a la cara inferior;

caracterizado el dispositivo por que

tanto la cara inferior como la cara superior comprenden un espacio hueco en su interior, comprendiendo por tanto cada una de las caras un perímetro exterior y un perímetro interior;

30

el cuerpo principal comprende adicionalmente una pared lateral exterior dispuesta entre el perímetro exterior de la cara inferior y el perímetro exterior de la cara superior y una pared lateral interior entre el perímetro interior de la cara inferior y el perímetro interior de la cara superior; y

35

el dispositivo comprende adicionalmente una pluralidad de columnas que sobresalen desde la cara superior del cuerpo principal.

Con este tipo de dispositivos de cimentación se consigue una mejor estabilidad en relación al peso, debido al hueco interior que se genera por la forma de las caras superior e inferior. El volumen de desplazamiento (entendido como el volumen del dispositivo sujeto al principio de Arquímedes) se sitúa lejos de su centro de gravedad, lo que aumenta la estabilidad hidrostática.

Las columnas verticales aportan la flotación necesaria durante la inmersión de la estructura. Esta disposición incrementa la altura metacéntrica del cuerpo principal y por lo tanto la estabilidad de la estructura mientras se está lastrando hacia el fondo del mar.

En realizaciones particulares, el dispositivo comprende adicionalmente una losa de suelo situada en la cara inferior, siendo la losa de suelo una superficie poligonal sin espacios interiores.

Esta losa de suelo está destinada a tapar el anillo poligonal formado entre las caras superior e inferior. De este modo, la estructura principal sigue siendo de anillo, pero con un suelo, de modo que, al echar el dispositivo al mar, el agua no penetra en el hueco interior del anillo, disminuyendo el calado en puerto.

En realizaciones particulares, la distancia entre la cara superior y la cara inferior es al menos cuatro veces mayor que la altura de la losa de suelo, donde la altura de la losa de suelo se mide en dirección paralela a la distancia entre la cara superior y la cara inferior.

Se trata por tanto de una losa delgada en comparación con la altura del conjunto, entendida en dirección desde la cara inferior a la cara superior (es decir, en dirección vertical cuando el dispositivo está en uso). De este modo, no afecta significativamente a las ventajas de estabilidad y ahorro de peso.

En realizaciones particulares, el espacio hueco en el interior de la cara superior y de la cara inferior es tal que la relación entre el radio metacéntrico transversal del dispositivo y la raíz cúbica del volumen de desplazamiento es mayor de 0,003.

Una de las ventajas principales de la invención es que se consigue un radio metacéntrico mayor que en el caso de las soluciones tradicionales. Una manera de cuantificar esta ventaja es con un parámetro adimensional que consiste en dividir el radio metacéntrico transversal entre una longitud característica, calculada como la raíz cúbica del volumen de

desplazamiento. Este parámetro adimensional, independiente del tamaño del dispositivo de cimentación, es mayor en dispositivos de acuerdo con la presente invención en comparación con los dispositivos conocidos. El tamaño del hueco interior permite este aumento y esta ventaja.

5

En realizaciones particulares, al menos una de las columnas está hueca. En realizaciones particulares, el interior de al menos una de las columnas está en comunicación con el interior del cuerpo principal.

10 Esto permite que las columnas también aporten espacio hueco para recibir el lastre y poder controlar mejor el hundimiento del dispositivo durante el proceso de instalación.

En realizaciones particulares, una de las columnas es una columna de anclaje y posee una superficie de anclaje con medios de anclaje configurados para recibir la instalación de una torre eólica.

15

El hecho de anclar la torre eólica en una de las columnas permite una mejor fijación y un mejor diseño del dispositivo de cimentación, ya que cuenta con una referencia fija para la torre eólica.

20

En realizaciones particulares, el dispositivo comprende adicionalmente

una pluralidad de primeras placas ancladas en un anillo de refuerzo de la columna de anclaje;

una pluralidad de segundas placas adaptadas para ser fijadas a un anillo de refuerzo de una torre eólica;

25

una pluralidad de elementos de elevación configurados cada uno de ellos para ejercer una presión entre una de las primera placas y una de las segundas placas.

Estos elementos de ajuste permiten un ajuste de inclinación una vez situada la torre en la columna de anclaje. El ajuste de inclinación se suele realizar una vez el dispositivo de cimentación está ya apoyado sobre el lecho marino, para poder tomar una referencia fiable de la vertical. Los anillos de refuerzo permiten absorber las tensiones producidas por la fuerza de los elementos de elevación.

30 En realizaciones particulares, al menos una porción de uno de los elementos de elevación está embutida sobre una segunda placa.

35

De este modo, los pistones del elemento de elevación pueden servir de guía durante la nivelación de la torre eólica, impidiendo su desequilibrio.

- 5 En realizaciones particulares, el dispositivo comprende adicionalmente medios reversibles de bombeo para llenar o vaciar selectivamente el interior del cuerpo principal.

La instalación de medios de bombeo que permitan tanto el llenado como el vaciado del interior del cuerpo principal es una ventaja: la función de llenado permite controlar el proceso de lastrado, mientras que la función de vaciado permite reflotar el dispositivo de cimentación para su desmantelamiento o revisión, permitiendo su reutilización posterior.

En realizaciones particulares, tanto la cara superior como la cara inferior tienen una forma de polígono anular, en el que tanto el perímetro interior como el perímetro exterior son polígonos con el mismo número de lados.

El uso de polígonos en las caras superior e inferior conlleva una gran facilidad de fabricación, ya que permite construir la pared lateral mediante paneles rectangulares.

20 En realizaciones particulares, tanto la cara superior como la cara inferior tienen una forma de anillo, de modo que tanto el perímetro interior como el perímetro exterior son curvas cerradas, como circunferencias o elipses.

Una única curva cerrada puede ofrecer otras ventajas, como una menor resistencia al avance en el agua.

En realizaciones particulares, el cuerpo principal está fabricado de hormigón.

La fabricación de elementos de cimentación en hormigón es una práctica extendida, la presente invención es perfectamente compatible con estos métodos de fabricación.

En un segundo aspecto inventivo, la invención proporciona un método de instalación de una torre eólica, que comprende las etapas de

35 proveer un dispositivo de cimentación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores

proveer una torre eólica

situar el conjunto formado por el dispositivo de cimentación y la torre eólica en un punto de instalación situado en el mar

llenar el cuerpo principal hueco con un fluido, de modo que se produzca el hundimiento del conjunto formado por el dispositivo de cimentación y la torre eólica.

5

Este método permite una gran estabilidad mientras se desplaza el dispositivo de cimentación hasta el punto de instalación, debido a su particular geometría con un hueco en su interior.

10 Este método es compatible tanto para la opción de instalar la torre eólica sobre el conjunto de cimentación en tierra y luego mover todo el conjunto hasta el punto de instalación como para la opción de montar la torre eólica a flote y luego proceder a su transporte y posterior lastrado.

15 En realizaciones particulares, el método comprende las etapas de unir la torre eólica a la columna de instalación del dispositivo de cimentación, y desplazar el conjunto formado por el dispositivo de cimentación y la torre eólica hasta un punto de instalación situado en el mar.

20 En este caso particular, la torre se une a la columna de instalación antes de desplazar todo el conjunto por mar hasta el punto de instalación. La unión de la torre en tierra facilita el proceso y evita el desplazamiento de complejas máquinas hasta el punto de instalación. Además, en tierra la unión no está sujeta al movimiento del oleaje.

25 En realizaciones particulares, el método comprende adicionalmente las etapas de efectuar mediante un dispositivo de elevación una presión entre una primera placa y una segunda placa para variar la inclinación de la torre eólica con respecto a la columna de anclaje, creando un hueco de nivelación entre la superficie de anclaje y la torre eólica introducir un elemento de sujeción en el hueco de nivelación.

30

Esta etapa posterior de nivelación permite corregir la inclinación de la torre una vez que el dispositivo de cimentación descansa sobre el lecho marino. Debido a que no siempre es posible proporcionar un suelo totalmente plano, es posible que el dispositivo de cimentación quede con una pequeña inclinación. Esto se transmitiría irremediablemente a

35 la torre si no fuera por esta etapa adicional.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Para completar la descripción y facilitar la mejor comprensión de la invención, se añade a la descripción un conjunto de figuras. Estas figuras forman parte de la descripción e ilustran un ejemplo particular de la invención, que no debe ser interpretado como limitante del alcance de la misma, sino como un mero ejemplo de cómo la invención se puede llevar a cabo. Este conjunto de figuras comprende las siguientes:

Las figuras 1a y 1b muestran dos ejemplos particulares de dispositivos de cimentación para torre eólica de acuerdo con la invención.

Las figuras 2a a 2d muestran distintas etapas de un método de instalación de acuerdo con la invención.

La figura 3 muestra un detalle de la conexión entre la columna de un dispositivo de cimentación y una torre eólica, en la que puede apreciarse un sistema de corrección de la inclinación de un dispositivo de cimentación según la invención.

La figura 4 muestra una realización alternativa de dispositivo de cimentación.

Con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características técnicas de la invención, las citadas Figuras se acompañan de una serie de referencias numéricas donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se representa lo siguiente:

1	Cuerpo principal
2	Cara inferior
21	Perímetro exterior de la cara inferior
22	Perímetro interior de la cara inferior
3	Cara superior
31	Perímetro exterior de la cara superior
32	Perímetro interior de la cara superior
4	Pared lateral exterior
5	Pared lateral interior
6	Columnas
60	Columna de anclaje

61	Superficie de anclaje de la columna de anclaje
62	Medios de anclaje de la columna de anclaje
63	Anillo de refuerzo
7	Primera placa
8	Segunda placa
9	Gatos de elevación
10	Dispositivo de cimentación
11	Sistema de bombeo
12	Losa de suelo
100	Torre eólica

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Se procede a continuación a describir un ejemplo de realización preferida de la presente
 5 invención, aportada con fines ilustrativos pero no limitativos de la misma.

Las figuras 1a y 1b muestran dos ejemplos particulares de dispositivos de cimentación 10
 para torre eólica de acuerdo con la invención.

10 Cada dispositivo 10 comprende un cuerpo principal 1 hueco con una cara inferior 2
 destinada a apoyarse sobre el lecho marino y una cara superior 3 opuesta a la cara inferior
 2.

Tanto la cara inferior 2 como la cara superior 3 comprenden un espacio hueco en su
 15 interior, comprendiendo por tanto cada una de las caras un perímetro exterior 21, 31 y un
 perímetro interior 22, 32.

Asimismo, tanto la cara superior 3 como la cara inferior 2 tienen una forma de polígono
 anular. No obstante, esta forma poligonal puede alterarse en otras realizaciones. En las
 20 figuras 1a y 1b se muestra un hexágono y un cuadrado, pero bien puede realizarse con
 triángulos, pentágonos, heptágonos, octógonos, etc. o bien por realizarse en curvas
 cerradas, como circunferencias, óvalos o elipses.

Debido a que tanto la cara superior 3 como la cara inferior 2 tienen forma de polígono
 25 anular, hueco en su centro, el cuerpo principal 1 comprende adicionalmente una pared
 lateral exterior 4 dispuesta entre el perímetro exterior 21 de la cara inferior 2 y el perímetro

exterior 31 de la cara superior 3 y una pared lateral interior 5 entre el perímetro interior 22 de la cara inferior 2 y el perímetro interior 32 de la cara superior 3.

5 De este modo, el radio metacéntrico transversal del conjunto, entendido como el cociente entre la inercia transversal del dispositivo con respecto a un eje horizontal y el volumen de desplazamiento, es más elevado que en las soluciones conocidas, permitiendo obtener la misma estabilidad con un peso muy inferior, facilitando el desplazamiento del conjunto y disminuyendo el tiempo de lastrado.

10 Además de este cuerpo principal 1, el dispositivo de cimentación 10 también comprende una pluralidad de columnas 6 que sobresalen desde la cara superior del cuerpo principal. Estas columnas 6 están huecas, y su interior está en comunicación con el interior del cuerpo principal.

15 Las columnas verticales de flotación permiten que el dispositivo de cimentación 10 pueda ser sumergido en su momento sin ayuda de embarcaciones auxiliares de gran tonelaje, simplemente añadiendo agua de lastre. Estas columnas mantienen los valores de la inercia en la flotación en valores de estabilidad adecuados, resultando como principal ventaja la reducción de los costes de instalación, tanto en materiales como en medios
20 auxiliares, pudiendo realizarse el proceso de inmersión de una manera segura, eficiente y rápida.

La forma de estas columnas puede ser diversa, siempre y cuando mantenga la inercia en flotación en valores aceptables. Por lo tanto, son admisibles secciones circulares o
25 poligonales.

Una de estas columnas es una columna de anclaje 60 y posee una superficie de anclaje 61 con medios de anclaje 62 configurados para recibir la instalación de una torre eólica. Estos medios de anclaje 62 están configurados para proporcionar una unión atornillada
30 entre la columna y la torre.

Además, como puede observarse en la figura, el dispositivo de cimentación 10 también incluye unos medios reversibles de bombeo 11 para llenar o vaciar selectivamente el interior del cuerpo principal 1 durante las operaciones de instalación y lastrado y de
35 desmantelamiento o flotación.

El sistema de bombeo está configurado para un funcionamiento reversible, permitiendo el deslastrado de la estructura y su posterior transporte para el desmantelamiento una vez concluida la vida útil de la plataforma. Para ello su diseño cuenta con la protección contra la corrosión y tanto las bombas como alguna serie de válvulas son reemplazables durante el ciclo de vida de la estructura. La ubicación de la cámara de bombas está situada en un cuarto seco situado en el dispositivo de cimentación 10.

Tanto el cuerpo principal 1 como las columnas 6 están fabricadas de hormigón.

Las figuras 2a a 2d muestran distintas etapas de un método de instalación de acuerdo con la invención.

En la figura 2a se muestra el conjunto formado por el dispositivo de cimentación 10 y una torre eólica 100, que ha sido montada sobre la columna de instalación 60 en tierra.

El hecho de poder instalar el equipo con medios terrestres y en un entorno portuario reduce el proceso logístico y elimina los riesgos inherentes a cualquier operación en mar abierto y entre dos cuerpos con movimientos relativos distintos debido a sus diferentes flotabilidades.

A continuación, tal y como se observa en la figura 2b, una serie de remolcadores podrán transportar la estructura hasta el punto de instalación.

Allí, tal y como muestra la figura 2c, el sistema de bombeo 11 se activará para llenar el cuerpo principal 1 de agua. Esto dará lugar a la inmersión de la plataforma, tal y como queda ilustrado en la figura 2d. Durante este proceso solamente será necesaria la asistencia de los remolcadores para mantener la plataforma en posición, debido a las columnas de flotación que como se ha explicado garantizan que durante la inmersión no sea necesario medios auxiliares adicionales.

La figura 3 muestra un detalle de la conexión entre la columna de anclaje 60 y la torre eólica 100, en la que puede apreciarse un sistema de corrección de la inclinación de la torre eólica 100.

Este sistema comprende elementos tanto en la columna de anclaje 60 como en la torre eólica 100:

una pluralidad de primeras placas 7 ancladas a un anillo de refuerzo 63 de la columna de anclaje 60;

una pluralidad de segundas placas 8 fijadas a un anillo de refuerzo 63 de la torre eólica 100;

5 una pluralidad de cilindros hidráulicos de elevación 9 configurados cada uno de ellos para ejercer una presión entre una de las primera placas 7 y una de las segundas placas 8.

10 Las placas 7, 8, dispuestas de manera perpendicular al anillo de refuerzo 63 respectivo, son los encargados de alojar el cuerpo o base de los cilindros hidráulicos 9. Las placas 7, 8 perpendiculares a los anillos de refuerzo 63 son los encargados de recibir la fuerza del pistón del cilindro hidráulico 9.

15 Para evitar que la torre se desnivele al subirla, los propios pistones actúan a modo de guía, embutiendo el cilindro hidráulico 9 sobre la propia placa 8 de la torre 100. Si bien el cilindro hidráulico 9 sólo actúa sobre la placa 8 de la torre 100, se pueden utilizar unas guías auxiliares para evitar que se desestabilice la torre 100 durante el proceso de nivelación.

20 Estos elementos mostrados en la figura 3 se utilizan en una etapa de corrección, que se efectúan posteriormente a la etapa ilustrada en la figura 2d. Una vez que el dispositivo de cimentación 10 ha sido fondeado, esta etapa de corrección supone

25 utilizar los cilindros hidráulicos de elevación 9 para efectuar una presión entre una primera placa 7 anclada a un anillo de refuerzo 63 de la columna de anclaje 60 y una segunda placa 8 anclada a un anillo de refuerzo 63 de la torre eólica 100, para variar la inclinación de la torre eólica 100 con respecto a la columna de anclaje 60, creando un hueco de nivelación entre la superficie de anclaje y la torre eólica

introducir un elemento de sujeción en el hueco de nivelación.

30 Para cerrar el espacio generado por el hueco de nivelación se pueden utilizar diferentes soluciones, como por ejemplo chapas, una pasta de epoxy y material metálico o un líquido de epoxy y material metálico.

De este modo, se produce la fijación de la torre eólica 100 en su nueva inclinación, intentando que el resultado final sea lo más vertical posible.

35

La figura 4 muestra una realización alternativa de dispositivo de cimentación. En este caso, partiendo del dispositivo de la Figura 1b, se le ha añadido una losa de suelo 12 en la cara inferior del dispositivo.

- 5 La altura de esta losa de suelo 12, medida en dirección vertical, desde la cara inferior 2 a la cara superior 3, es notablemente menor que la distancia entre dichas caras inferior 2 y superior 3. En este caso, la relación entre la altura de la losa de suelo 12 y la distancia entre dichas caras es del 15%.
- 10 Mediante esta adición de suelo se aumenta ligeramente el peso del dispositivo, pero se obtiene una importante reducción del calado en puerto, facilitando por tanto el botado del dispositivo y las etapas iniciales del transporte.

REIVINDICACIONES

1.- Dispositivo de cimentación (10) para torre eólica configurado el dispositivo para ser apoyado en el lecho marino, que comprende

5 un cuerpo principal (1) hueco que comprende una cara inferior (2) destinada a apoyarse sobre el lecho marino y una cara superior (3) opuesta a la cara inferior (2); caracterizado el dispositivo por que

10 tanto la cara inferior (2) como la cara superior (3) comprenden un espacio hueco en su interior, comprendiendo por tanto cada una de las caras un perímetro exterior (21, 31) y un perímetro interior (22, 32);

15 el cuerpo principal (1) comprende adicionalmente una pared lateral exterior (4) dispuesta entre el perímetro exterior (21) de la cara inferior (2) y el perímetro exterior (31) de la cara superior (3) y una pared lateral interior (5) entre el perímetro interior (22) de la cara inferior (2) y el perímetro interior (32) de la cara superior (3); y el dispositivo comprende adicionalmente una pluralidad de columnas (6) que sobresalen desde la cara superior del cuerpo principal.

2.- Dispositivo (10) según la reivindicación 1, que comprende adicionalmente una losa de suelo (12) situada en la cara inferior, siendo la losa de suelo (12) una superficie poligonal sin espacios interiores.

3.- Dispositivo (10) según la reivindicación 2, en el que la distancia entre la cara superior (3) y la cara inferior (2) es al menos cuatro veces mayor que la altura de la losa de suelo (12), donde la altura de la losa de suelo (12) se mide en dirección paralela a la distancia entre la cara superior (3) y la cara inferior (2).

4.- Dispositivo (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el espacio hueco en el interior de la cara superior y de la cara inferior es tal que la relación entre el radio metacéntrico transversal del dispositivo y la raíz cúbica del volumen de desplazamiento es mayor de 0,003.

5.- Dispositivo (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde al menos una de las columnas (6) está hueca.

35 6.- Dispositivo (10) según la reivindicación 5, en el que el interior de al menos una de las columnas (6) está en comunicación con el interior del cuerpo principal.

- 7.- Dispositivo (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que una de las columnas es una columna de anclaje (60) y posee una superficie de anclaje (61) con medios de anclaje (62) configurados para recibir la instalación de una torre eólica, y el dispositivo (10) comprende adicionalmente
- 5 una pluralidad de primeras placas (7) ancladas en un anillo de refuerzo (63) de la columna de anclaje (60);
- una pluralidad de segundas placas (8) adaptadas para ser fijadas a un anillo de refuerzo (63) de una torre eólica (100);
- 10 una pluralidad de elementos de elevación (9) configurados cada uno de ellos para ejercer una presión entre una de las primera placas (7) y una de las segundas placas (8).
- 8.- Dispositivo (10) según la reivindicación 7, en el que al menos una porción de uno de los elementos de elevación (9) está embutida sobre una segunda placa (8).
- 15 9.- Dispositivo (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente medios reversibles de bombeo (11) para llenar o vaciar selectivamente el interior del cuerpo principal.
- 20 10.- Dispositivo (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que tanto la cara superior (3) como la cara inferior (2) tienen una forma de polígono anular, en el que tanto el perímetro interior como el perímetro exterior son polígonos con el mismo número de lados.
- 25 11.- Dispositivo (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que tanto la cara superior (3) como la cara inferior (2) tienen una forma de anillo, de modo que tanto el perímetro interior como el perímetro exterior son curvas cerradas, como circunferencias o elipses.
- 30 12.- Dispositivo (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el cuerpo principal está fabricado de hormigón.
- 13.- Método de instalación de una torre eólica (100), que comprende las etapas de
- 35 proveer un dispositivo de cimentación (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores;
- proveer una torre eólica (100);

situar el conjunto formado por el dispositivo de cimentación (10) y la torre eólica (100) en un punto de instalación situado en el mar; y

llenar el cuerpo principal hueco (1) con un fluido, de modo que se produzca el hundimiento del conjunto formado por el dispositivo de cimentación y la torre eólica.

5

14.- Método según la reivindicación 13, en el que el dispositivo de cimentación es según la reivindicación 7 y el método comprende las etapas de

unir la torre eólica (100) a la columna de instalación (60) del dispositivo de cimentación (10), y

10

desplazar el conjunto formado por el dispositivo de cimentación (10) y la torre eólica (100) hasta un punto de instalación situado en el mar.

15.- Método según la reivindicación 14, que comprende adicionalmente las etapas de

15

efectuar mediante un dispositivo de elevación (9) una presión entre una primera placa (7) y una segunda placa (8) para variar la inclinación de la torre eólica (100) con respecto a la columna de anclaje (60), creando un hueco de nivelación entre la superficie de anclaje y la torre eólica; y

introducir un elemento de sujeción en el hueco de nivelación.

DIBUJOS

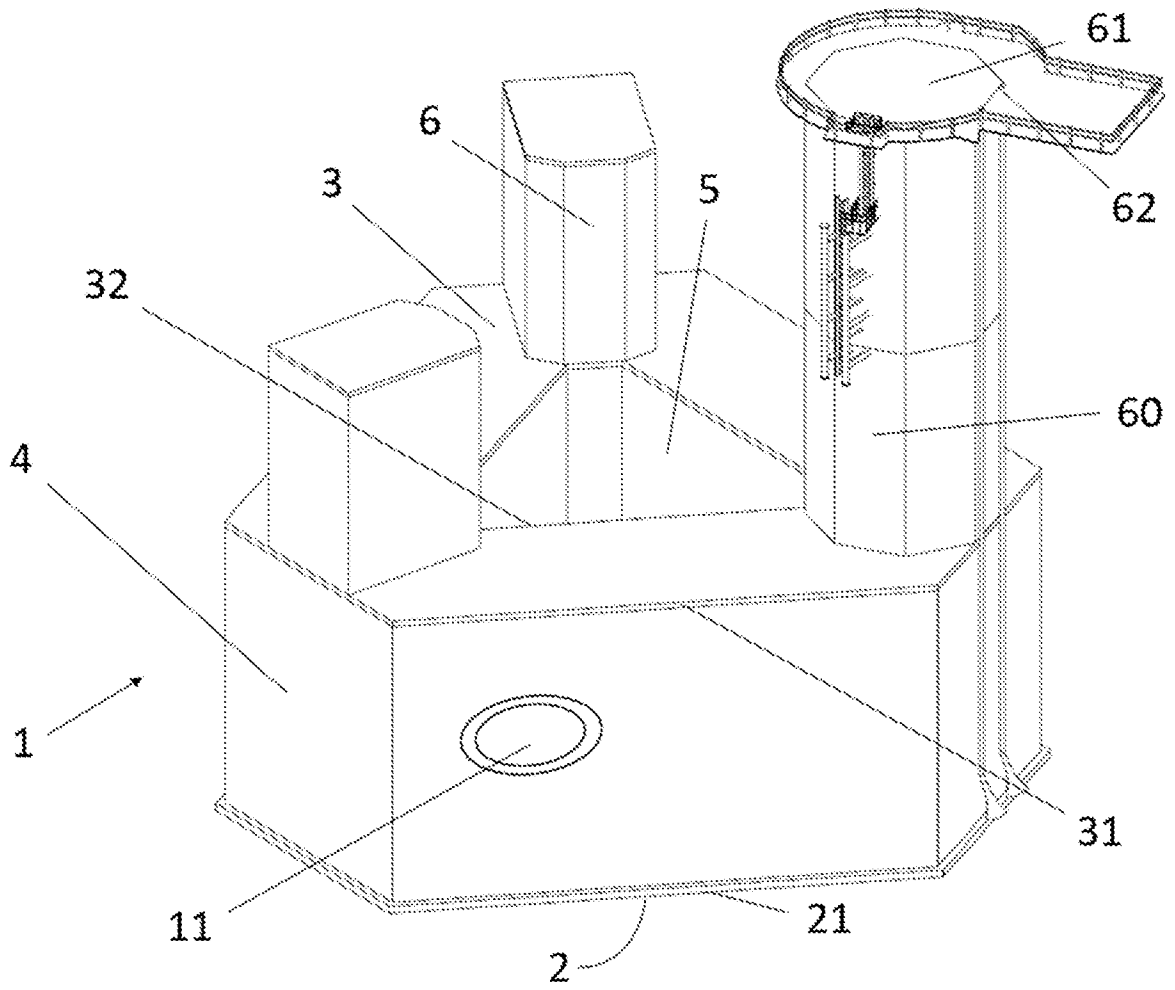


Fig. 1a

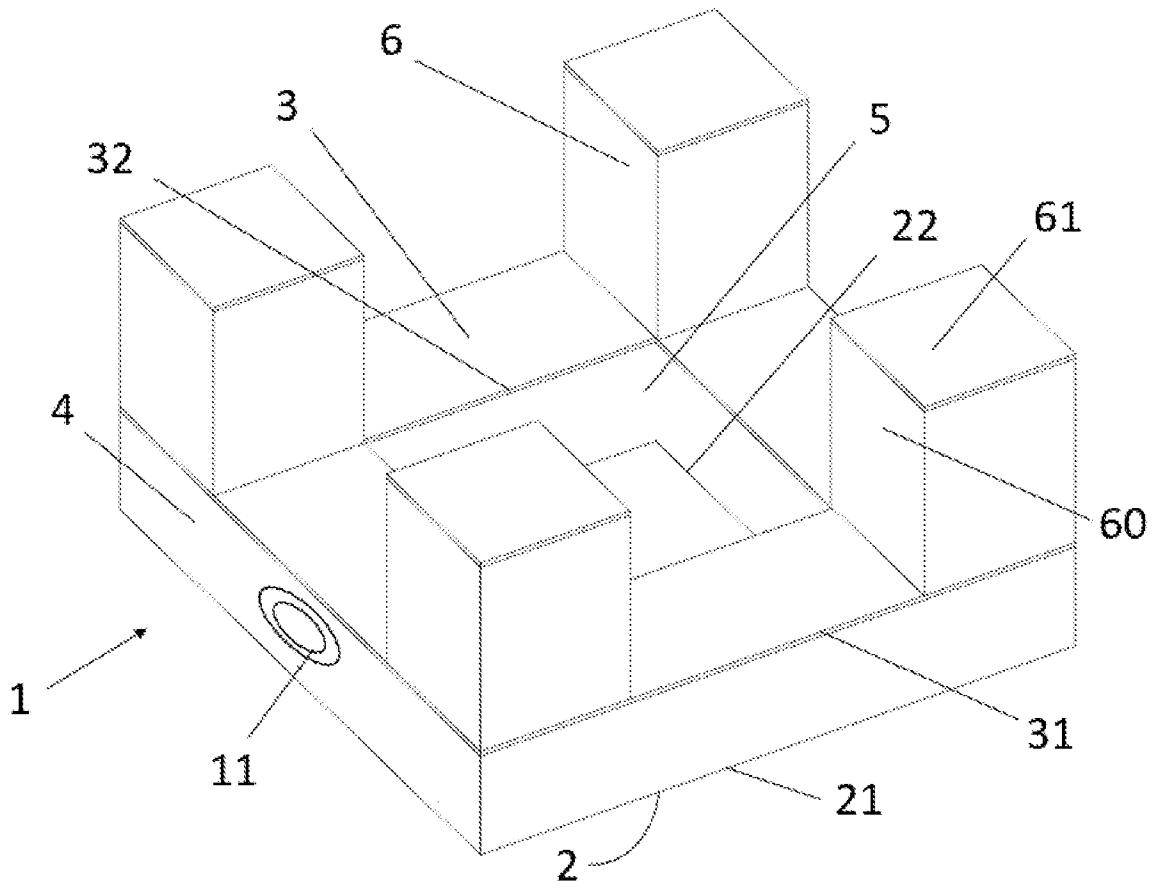


Fig. 1b

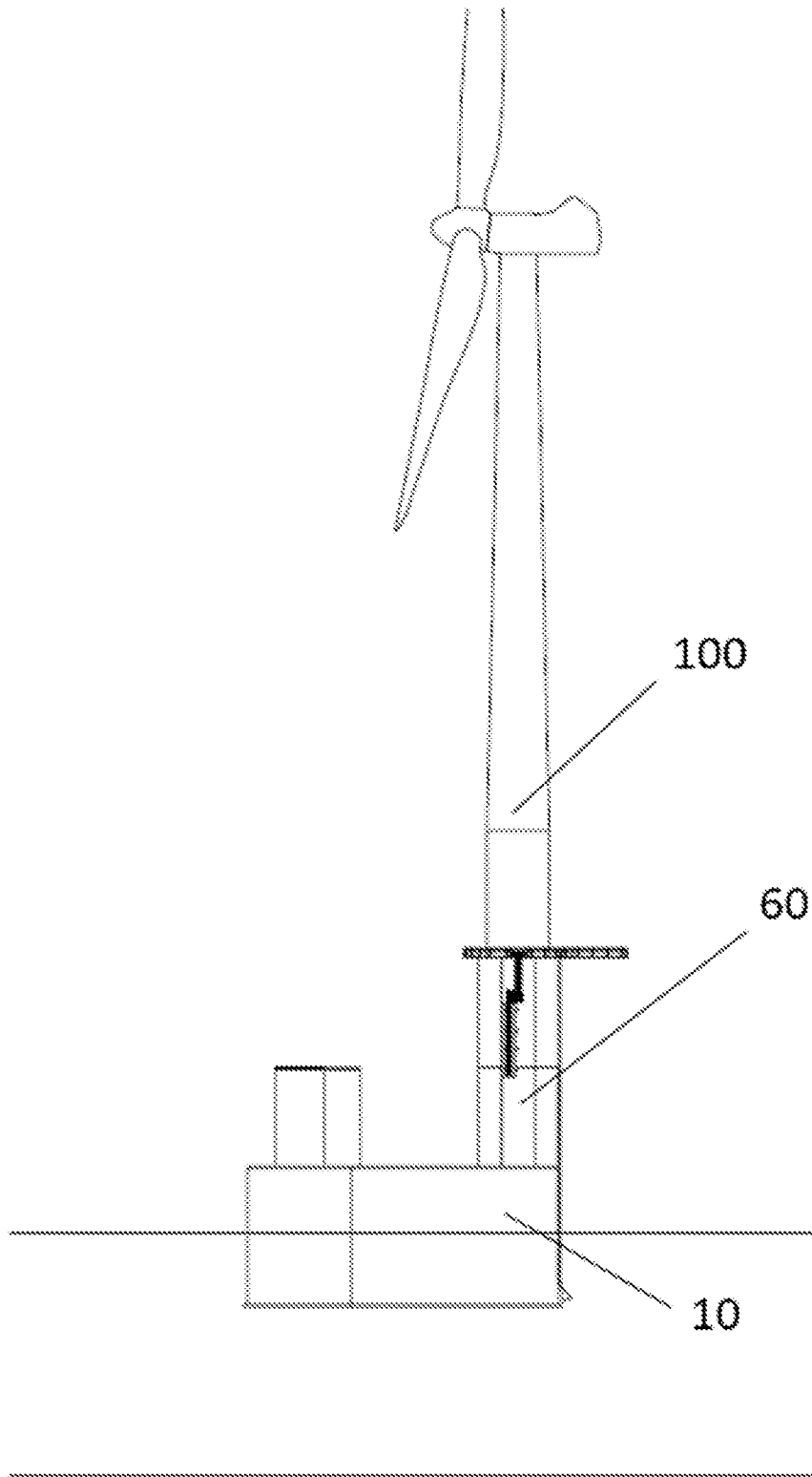


Fig. 2a

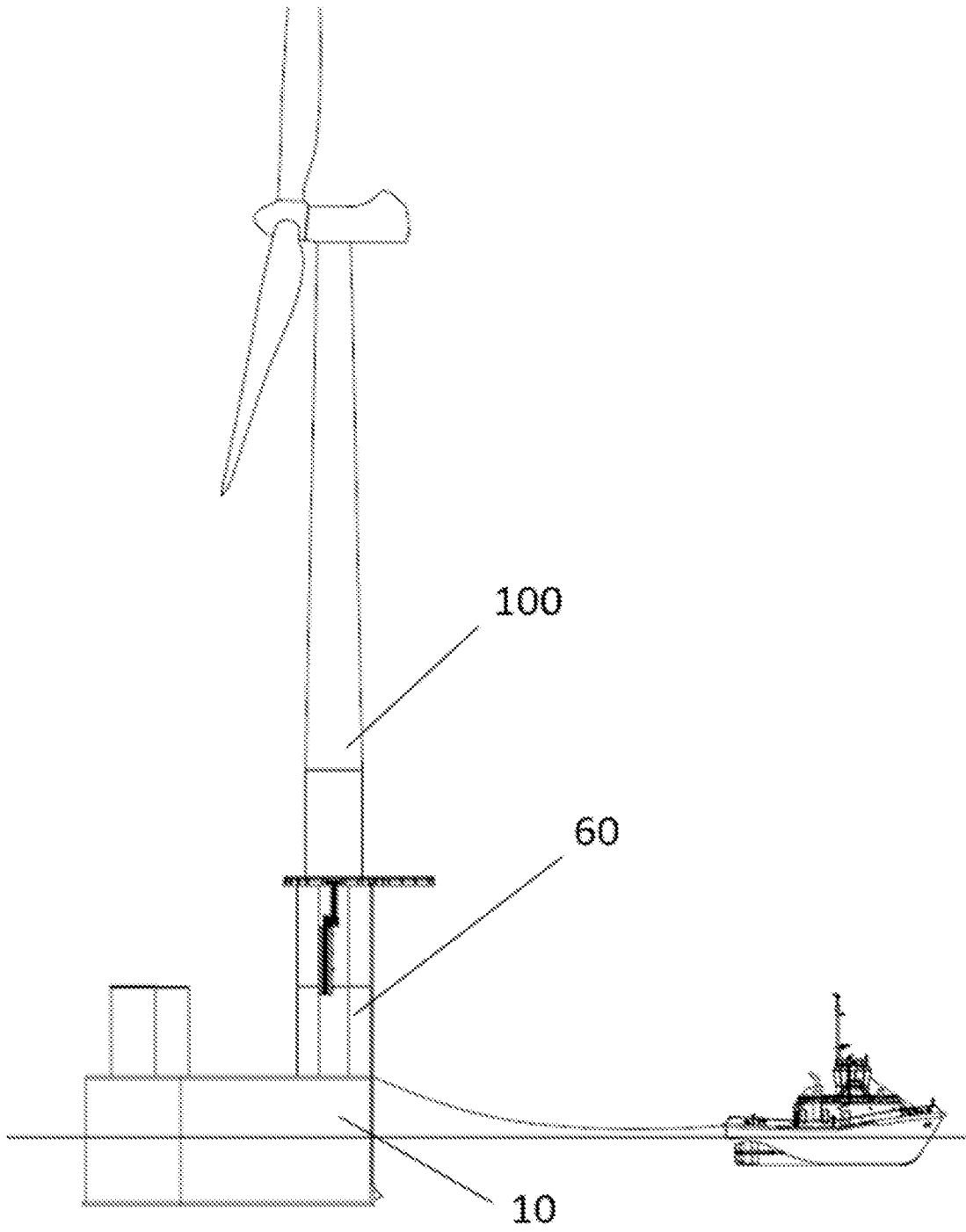


Fig. 2b

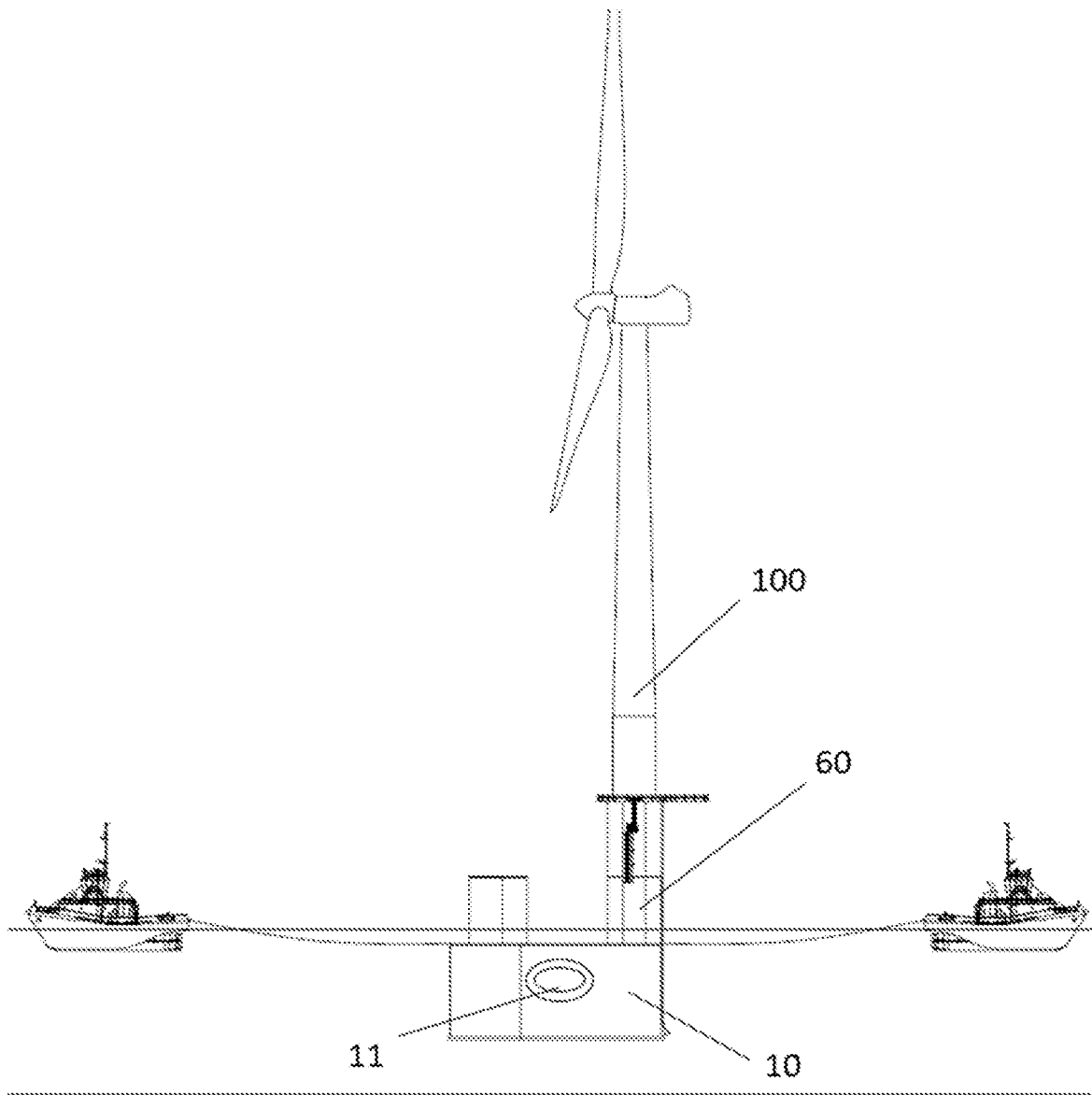


Fig. 2c

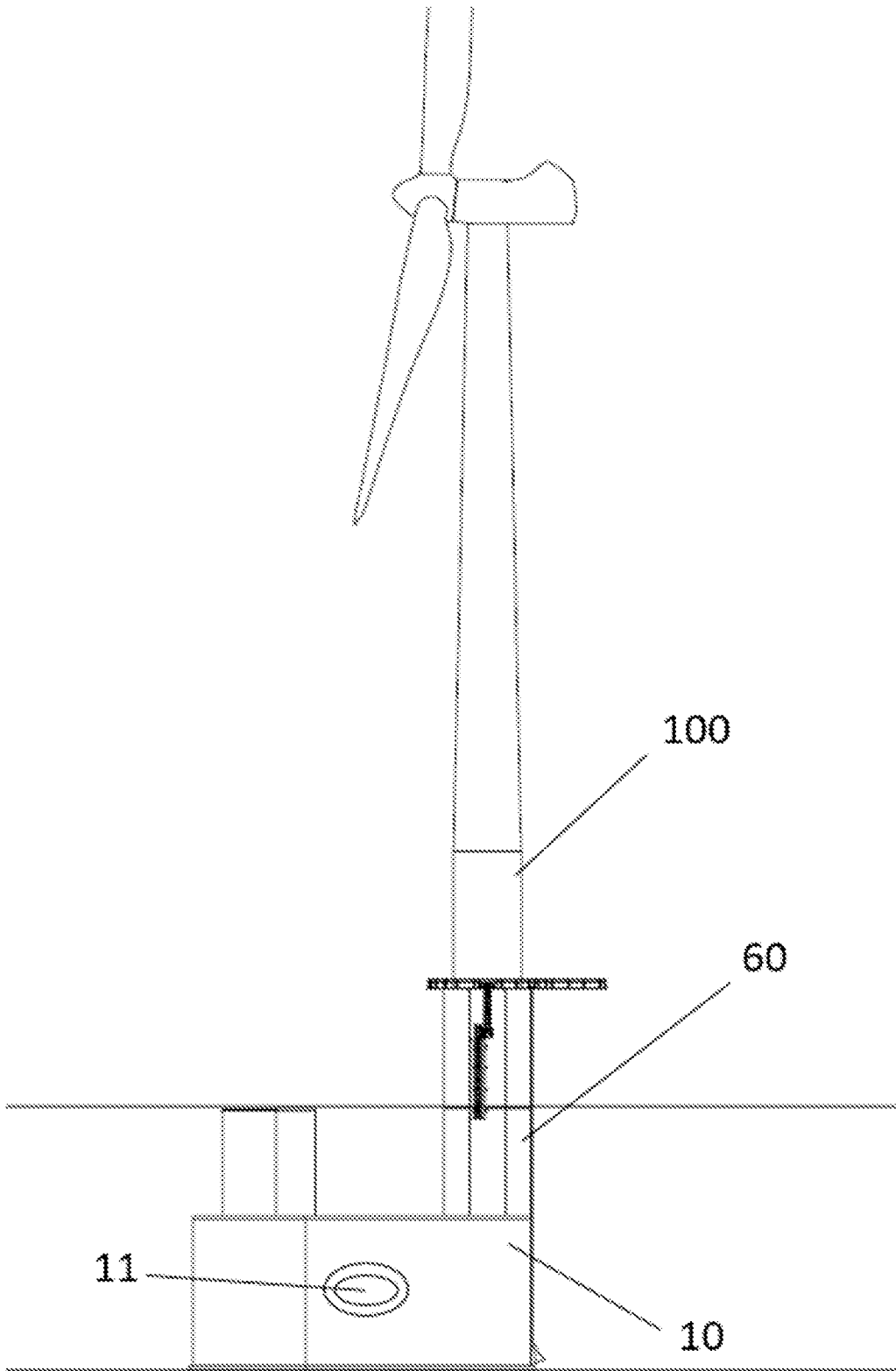


Fig. 2d

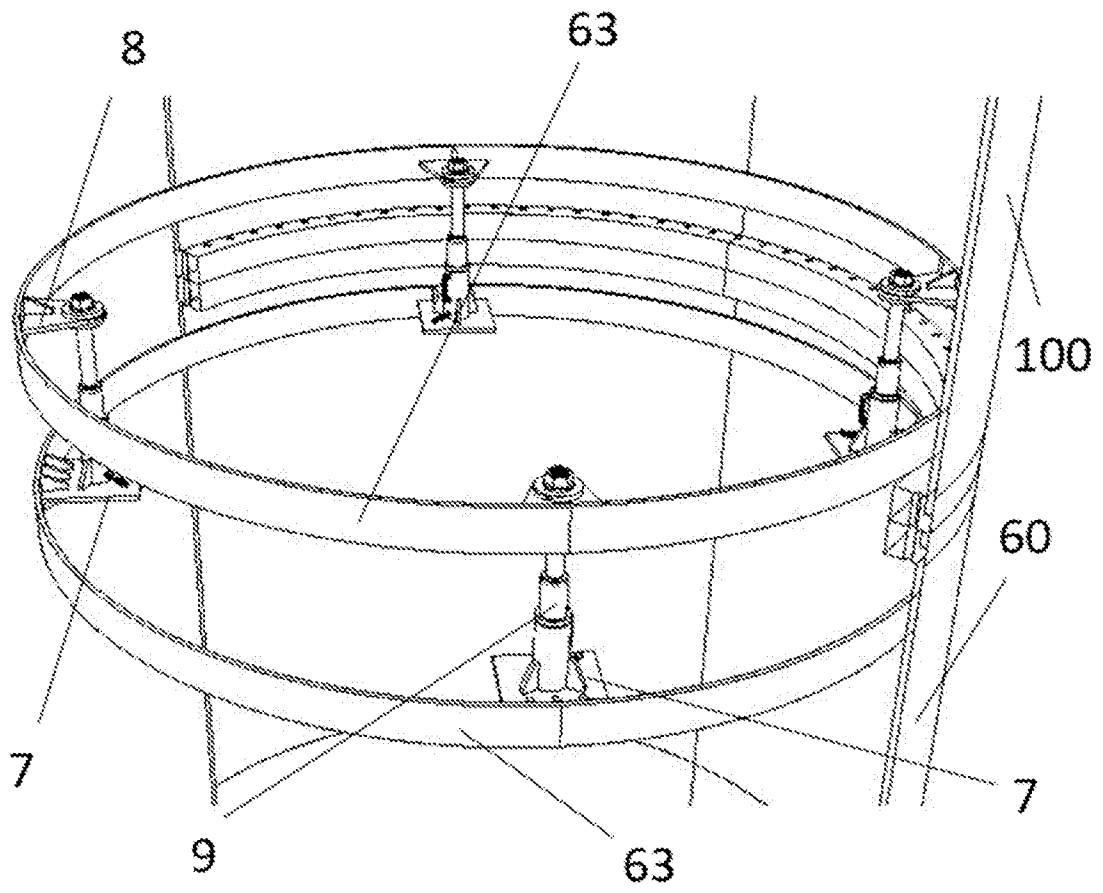


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/ES2021/070262

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See extra sheet

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, F03D

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)

EPODOC, INVENES

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2018150063 A1 (BERENGUER INGENIEROS S L) 23/08/2018, Abstract, page 3, lines 1 - 6; page 13, line 12 - page 14, line 2; figures.	1-3, 5-15
A		4
Y	US 9120542 B2 (CHOISNET THOMAS) 01/09/2015, & Abstract from DataBase EPODOC. Retrieved of EPOQUE; AN US-201213981141-A; column 3, lines 32 - 48; column 4, lines 9 - 16; column 5, lines 16 - 25; figures 1 - 5D.	1-3, 5-15
A	US 5927227 A (DERBY STANLEY ET AL.) 27/07/1999, figures 6 A- 10.	1-15
A	WO 2020188127 A1 (BERENGUER INGENIEROS S L) 24/09/2020, figure 1b.	2

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means.</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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 documents , such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search
21/07/2021

Date of mailing of the international search report
(23/07/2021)

Name and mailing address of the ISA/

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS
Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)
Facsimile No.: 91 349 53 04

Authorized officer
R. Puertas Castaños

Telephone No. 91 3498509

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ES2021/070262

C (continuation).		DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT
Category *	Citation of documents, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 101629481B B1 (SEOKWANG IND CO LTD) 10/06/2016, & Abstract from DataBase EPODOC. Retrieved of EPOQUE; AN KR-20160003628-A; figures 1 - 11.	1-15
A	US 2015158704 A1 (GILES JOHN ET AL.) 11/06/2015, figures 10 - 11.	1-15
A	GB 2088937 A (SEA TANK CO) 16/06/1982, description; figures.	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

Information on patent family members

PCT/ES2021/070262

Patent document cited in the search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO2018150063 A1	23.08.2018	US2020032473 A1	30.01.2020
		US10822760 B2	03.11.2020
		CN110382781 A	25.10.2019
		EP3584373 A1	25.12.2019
		EP3584373 A4	16.12.2020
		ES2617991 A1	20.06.2017
		ES2617991 B1	27.03.2018
		-----	-----
US 9120542 B2	01.09.2015	PT2668090T T	19.06.2019
		ES2730945T T3	13.11.2019
		PL2668090T T3	30.09.2019
		TR201908277T T4	21.06.2019
		DK2668090T T3	11.06.2019
		BR112013018704 A2	25.10.2016 24.02.2014
		KR20140022376 A	28.12.2018
		KR101933624B B1	13.02.2014
		JP2014503424 A	31.05.2017
		JP6138697B B2	06.03.2014
		US2014060411 A1	20.11.2013
		CN103402865 A	13.07.2016
		CN103402865B B	30.08.2013
		SG191929 A1	04.12.2013
		EP2668090 A1	13.03.2019
		EP2668090 B1	02.08.2012
		WO2012101383 A1	27.07.2012
		FR2970696 A1	08.02.2013
		FR2970696 B1	-----
		US5927227 A	27.07.1999
NO980248L L	23.07.1997		
GB2309200 A	12.08.1998		
GB2309200 B	03.01.1997		
WO9700194 A1	25.03.1998		
EP0830280 A1	07.03.2001		
EP0830280 B1	03.01.1997		
CA2224807 A1	15.01.1997		
-----	-----		
-----	-----		
KR101629481B B1	10.06.2016	-----	-----
-----	-----	NONE	-----
US2015158704 A1	11.06.2015	-----	11.08.2020
		US10737914 B2	24.06.2015
		EP2885239 A1	24.07.2019
		EP2885239 B1	20.02.2014
-----	-----	WO2014027201 A1	-----
GB2088937 A	16.06.1982	-----	24.05.1982
		NO813920L L	18.03.1987
		MX153987 A	10.09.1982
		JPS57146814 A	30.10.1984
		JPS5944448B B2	28.05.1982
		FR2494745 A1	21.10.1983
		FR2494745 B1	-----
-----	-----	-----	-----
WO2020188127 A1	24.09.2020	-----	-----
		-----	NONE
-----	-----	-----	-----

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ES2021/070262

CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E02D27/52 (2006.01)

E02D27/06 (2006.01)

F03D13/25 (2016.01)

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº
PCT/ES2021/070262

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

Ver Hoja Adicional

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, F03D

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)

EPODOC, INVENES

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
Y	WO 2018150063 A1 (BERENGUER INGENIEROS S L) 23/08/2018, Resumen, página 3, líneas 1 - 6; página 13, línea 12 - página 14, línea 2; figuras.	1-3,5-15
A		4
Y	US 9120542 B2 (CHOISNET THOMAS) 01/09/2015, & Resumen de la base de datos EPODOC. Recuperado de EPOQUE; AN US-201213981141-A; columna 3, líneas 32 - 48; columna 4, líneas 9 - 16; columna 5, líneas 16 - 25; figuras 1 - 5D.	1-3,5-15
A	US 5927227 A (DERBY STANLEY ET AL.) 27/07/1999, figuras 6 A- 10.	1-15
A	WO 2020188127 A1 (BERENGUER INGENIEROS S L) 24/09/2020, figura 1b.	2

En la continuación del recuadro C se relacionan otros documentos

Los documentos de familias de patentes se indican en el anexo

* Categorías especiales de documentos citados:	"T" 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.
"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.	"X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.
"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.	"Y" 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.
"L" 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 forma parte de la misma familia de patentes.
"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.	
"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.	

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.
21/07/2021

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional.
23 de julio de 2021 (23/07/2021)

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional
OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS
Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)
Nº de fax: 91 349 53 04

Funcionario autorizado
R. Puertas Castaños
Nº de teléfono 91 3498509

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº

PCT/ES2021/070262

C (Continuación).		DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES
Categoría *	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
A	KR 101629481B B1 (SEOKWANG IND CO LTD) 10/06/2016, & Resumen de la base de datos EPODOC. Recuperado de EPOQUE; AN KR-20160003628-A; figuras 1 - 11.	1-15
A	US 2015158704 A1 (GILES JOHN ET AL.) 11/06/2015, figuras 10 - 11.	1-15
A	GB 2088937 A (SEA TANK CO) 16/06/1982, descripción; figuras.	1-15

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº

Informaciones relativas a los miembros de familias de patentes

PCT/ES2021/070262

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de Publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de Publicación
WO2018150063 A1	23.08.2018	US2020032473 A1 US10822760 B2 CN110382781 A EP3584373 A1 EP3584373 A4 ES2617991 A1 ES2617991 B1	30.01.2020 03.11.2020 25.10.2019 25.12.2019 16.12.2020 20.06.2017 27.03.2018
----- US2014060411 A1	----- 01.09.2015	PT2668090T T ES2730945T T3 PL2668090T T3 TR201908277T T4 DK2668090T T3 BR112013018704 A2 KR20140022376 A KR101933624B B1 JP2014503424 A JP6138697B B2 US2014060411 A1 CN103402865 A CN103402865B B SG191929 A1 EP2668090 A1 EP2668090 B1 WO2012101383 A1 FR2970696 A1 FR2970696 B1	----- 19.06.2019 13.11.2019 30.09.2019 21.06.2019 11.06.2019 25.10.2016 24.02.2014 28.12.2018 13.02.2014 31.05.2017 06.03.2014 20.11.2013 13.07.2016 30.08.2013 04.12.2013 13.03.2019 02.08.2012 27.07.2012 08.02.2013 -----
----- US5927227 A	----- 27.07.1999	NO980248L L GB2309200 A GB2309200 B WO9700194 A1 EP0830280 A1 EP0830280 B1 CA2224807 A1 AU5905796 A	----- 10.02.1998 23.07.1997 12.08.1998 03.01.1997 25.03.1998 07.03.2001 03.01.1997 15.01.1997 -----
----- KR101629481B B1	----- 10.06.2016	-----	-----
----- US2015158704 A1	----- 11.06.2015	NINGUNO	----- 11.08.2020
----- US10737914 B2	-----	US10737914 B2 EP2885239 A1 EP2885239 B1	----- 24.06.2015 24.07.2019 20.02.2014
----- WO2014027201 A1	-----	WO2014027201 A1	-----
----- GB2088937 A	----- 16.06.1982	NO813920L L MX153987 A JPS57146814 A JPS5944448B B2 FR2494745 A1 FR2494745 B1	----- 24.05.1982 18.03.1987 10.09.1982 30.10.1984 28.05.1982 21.10.1983 -----
----- WO2020188127 A1	----- 24.09.2020	NINGUNO	----- -----

CLASIFICACIONES DE INVENCION

E02D27/52 (2006.01)

E02D27/06 (2006.01)

F03D13/25 (2016.01)