(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
01 de febrero de 2018 (01.02.2018)

WIPO | PCT

(10) Número de publicación internacional
WO 2018/020056 A1

(51) Clasificación internacional de patentes:
F03D 13/10 (2016.01)

(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2016/070564

(22) Fecha de presentación internacional:
26 de julio de 2016 (26.07.2016)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(71) Solicitante: **SLING SUPPLY INTERNATIONAL, S.A.** [ES/ES]; C/ Astigarragako Bidea, 2 4ª, Planta Dcha. Oficina Nº 6, 20180 Oiartzun (Gipuzkoa) (ES).

(72) Inventores: **GARITAONANDIA ARAMBERRI, Pedro**; C/ Astigarragako Bidea, 2 4ª, Planta Dcha. Oficina Nº 6, 20180 Oiartzun (Gipuzkoa) (ES). **LÓPEZ RUIZ, Mikel**; C/ Astigarragako Bidea, 2 4ª, Planta Dcha. Oficina Nº 6, 20180 Oiartzun (Gipuzkoa) (ES). **RODRÍGUEZ ALDEA, Igor**; C/ Astigarragako Bidea, 2 4ª, Planta Dcha. Oficina Nº 6, 20180 Oiartzun (Gipuzkoa) (ES). **AZURMENDI CORDERO, Ion**; C/ Astigarragako Bidea, 2 4ª, Planta Dcha. Oficina Nº 6, 20180 Oiartzun (Gipuzkoa) (ES).

(74) Mandatario: **LÓPEZ JIMÉNEZ, Lorena**; C/ Castelló, 20 - 4º D, 28001 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, 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, 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).

(54) **Title:** SYSTEM FOR THE ASSEMBLY/DISASSEMBLY OF BLADES IN WIND TURBINES

(54) **Título:** SISTEMA PARA EL MONTAJE/DESMONTAJE DE PALAS EN AEROGENERADORES

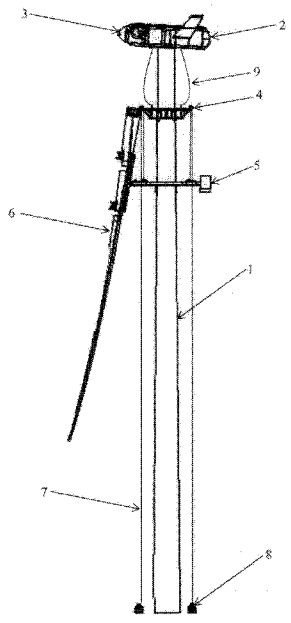


FIG. 1

(57) **Abstract:** System for the assembly/disassembly of a blade in the rotor hub of a wind turbine, which system comprises a set of structural components including: a hoist structure that can be joined to the tower and provide a means for supporting the load, with a variable geometry to adapt to changes in tower diameter; a main structure that can move along the tower, provided with moving elevation points to control the position in the horizontal plane; a "clamp" structure to hold the blade and facilitate its subsequent change of orientation; and means for hoisting the main structure consisting of traction cables fastened at one end to the hoist structure and at the other end to respective winches that are not part of the structure and that are located at floor level.

(57) **Resumen:** Se describe un sistema de montaje/desmontaje de una pala en el cubo giratorio de un aerogenerador, cuyo sistema comprende un conjunto componentes estructurales que incluyen: una estructura de izado capacitada para unirse a la torre y proporcionar un medio de sustentación de la carga, con geometría variable para adaptarse a los cambios de diámetro de la torre; una estructura principal, desplazable a lo largo de la torre, dotada de puntos de elevación desplazables para control de posición en el plano horizontal; una estructura de "abrazadera" para sujetar la pala y facilitar el posterior cambio de orientación de la misma; y, medios de elevación de la estructura principal constituidos por cables de tracción sujetos por un extremo a la estructura de izado y por el opuesto a cabrestantes respectivos exteriores a la estructura y situados a nivel del suelo.

WO 2018/020056 A1

[Continúa en la página siguiente]

Publicada:
— *con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))*

"SISTEMA PARA EL MONTAJE/DESMONTAJE DE PALAS EN AEROGENERADORES"

DESCRIPCIÓN

Objeto de la Invención

La presente invención se refiere a un sistema para el montaje/desmontaje de palas en aerogeneradores, que aporta esenciales características de novedad y notables ventajas con respecto a los medios conocidos y utilizados para los mismos fines en el estado actual de la técnica.

Más en particular, la invención propone el desarrollo de un sistema mediante el que pueden ser llevadas a cabo las operaciones de montaje y desmontaje de palas de aerogeneradores de una manera más fácil y rápida que en los sistemas tradicionales, sin necesidad de desplazar grandes grúas hasta el lugar de la instalación cada vez que se realiza una operación de montaje o desmontaje, y por lo tanto de una manera mucho más económica que en dichos sistemas tradicionales. A los efectos mencionados, el sistema de la invención comprende una multiplicidad de dispositivos de desplazamiento guiado a lo largo de la torre de soporte durante el ascenso o descenso de la pala con protección total de su integridad, y con capacidad de giro para la orientación correcta de la pala en su enfrentamiento al alojamiento respectivo del soporte de montaje en el cubo giratorio del aerogenerador.

El campo de aplicación de la invención se encuentra comprendido dentro del sector industrial dedicado a la construcción e instalación de aerogeneradores para aprovechamiento de la energía eólica y su eventual transformación en energía eléctrica.

Antecedentes y Sumario de la Invención

Los expertos en la materia son conocedores de las dificultades que entrañan las operaciones de montaje y/o retirada de palas de aerogeneradores con los medios de la técnica actual. Según se sabe, una operación de elevación o descenso de una pala de aerogenerador exige la utilización de al menos una grúa de gran altura que debe ser montada temporalmente en el lugar de la instalación y desmontada una vez realizada la operación de elevación o descenso de la pala, y desplazada de nuevo hasta su lugar de

origen o hasta cualquier otro emplazamiento que se desee, con una gran movilización de medios. En un caso real de aplicación de la técnica actual, el transporte de una grúa de tales características puede llegar a necesitar hasta 48 camiones, lo que evidentemente plantea unos costes muy elevados, asociados no sólo a los medios de transporte sino también a la gran cantidad de tiempo y mano de obra especializada que se necesita tanto para el montaje de la grúa como para el desmontaje. De hecho, existen incluso situaciones de países menos desarrollados en los que ni siquiera se cuenta con una grúa que pueda facilitar la realización de tales funciones.

Por otro lado, se conoce también la existencia de equipos y/o medios de naturaleza muy diversa, utilizados durante la elevación o el descenso de una pala de aerogenerador. Por lo general, estos equipos y/o medios suelen incluir algún tipo de cremallera u otro medio de guiado incorporado en la propia torre del aerogenerador que sirve como guía de desplazamiento durante las operaciones de ascenso/descenso de los medios que soportan la pala. Estas instalaciones suelen ser complejas y por supuesto, de elevados costes económicos.

Por lo tanto, existe una necesidad real en el estado actual de la técnica de soluciones que permitan simplificar y abaratar todo lo relacionado con el transporte, montaje y desmontaje de los medios necesarios para la instalación o la retirada de las palas de los aerogeneradores. Asimismo, sería igualmente ventajoso poder disponer de un equipamiento para el izado y el descenso de una pala de aerogenerador que sea simple de construir, más fácil, rápido y económico de instalar y que haga uso de los medios de la técnica actual, mientras permita a la vez que todas las operaciones se realicen con absoluta seguridad tanto para los elementos que se manipulen (es decir, las palas de los aerogeneradores) como para el personal que intervenga en todas las operaciones.

Ya se conoce en el estado de la técnica la existencia del documento de Patente Internacional WO 2014/070197, de la misma solicitante, en la que se divulga un sistema para el montaje y desmontaje de palas en aerogeneradores que supuso un gran avance técnico con respecto a los medios y sistemas usados para el izado y el descenso de apalas de aerogeneradores, al suprimir la necesidad de usar una serie de componentes, tanto externos como vinculados a la propia torre de soporte, con un gran ahorro de tiempo y de costes con respecto a los sistemas tradicionales.

Sin embargo, las investigaciones posteriores realizadas por la solicitante han permitido desarrollar medios y equipos que mejoran considerablemente toda la operativa relacionada con la elevación y el descenso de las palas de aerogenerador, en unas condiciones de mayor seguridad, con una menor inversión de tiempo y con unos costes más bajos.

Los objetivos mencionados han sido plenamente alcanzados mediante el sistema que va a ser objeto de descripción en lo que sigue, y cuyas características esenciales han sido recogidas en las reivindicaciones que acompañan a la presente descripción.

Así, un primer objeto de la invención consiste en la provisión de un sistema de ascenso/descenso de una pala de aerogenerador a efectos de montaje/desmontaje de la misma, en el que los elementos que constituyen el equipamiento para la materialización práctica del sistema han sido diseñados de manera que permiten ser transportados con facilidad hasta el lugar de la instalación, en el interior de tres o cuatro contenedores transportados por tres o cuatro camiones. Como único elemento auxiliar, se contempla que los medios de instalación incluyan únicamente un camión-grúa de tipo convencional además de los recursos habitualmente disponibles en un emplazamiento de turbinas eólicas.

Un segundo objeto de la invención consiste en el desarrollo y creación de un equipamiento capacitado para ascender/descender a lo largo de la torre del aerogenerador, con absoluta seguridad y sin transmitir esfuerzos sobre la estructura de la nacelle (barquilla).

Para lograr ambos objetos, el sistema de la invención para el montaje/desmontaje de palas de aerogeneradores ha previsto la creación de un equipamiento compuesto por:

- Una estructura de izado, capacitada para unirse rígidamente a la torre y proporcionar un elemento de sustentación de carga durante las operaciones de ascenso/descenso de una pala.
- Una estructura principal (también denominad “CBR”), capacitada para desplazarse a través de la longitud de la torre hasta la parte superior de la misma, y que incluye puntos de elevación desplazables para el control de la posición en el plano horizontal así como puntos de unión para el resto de componentes necesarios para realizar la maniobra.

- Una estructura de “abrazadera” para sujetar la pala desde puntos equidistantes a ambos lados del centro de gravedad de la pala, que no sólo permite sujetar la pala durante la operación de izado sino que también está capacitada para permitir el posterior cambio de orientación de la misma desde la posición horizontal hasta la posición vertical, con mantenimiento de tal orientación vertical frente a cualquier eventual fuerza externa hasta la finalización de la operación de izado de la pala;
- Medios de elevación de la estructura principal, materializados mediante un equipo que incluye cuatro cables de tracción que trabajan en colaboración con la estructura de izado, de modo que un extremo de cada uno de los cables de tracción está sujeto a la estructura principal, y el otro extremo de cada uno de los cables de tracción está sujeto a un cabrestante respectivo exterior a la estructura, de accionamiento eléctrico/hidráulico, situado a nivel del suelo, mantenido en su posición operativa ya sea mediante anclaje al suelo o ya sea por inmovilización posicional con la utilización de contrapesos apropiados para cada uno de los cabrestantes.

Como se comprenderá, un equipo diseñado de manera que responda a las características estructurales y operativas que se han expuesto en lo que antecede, destinado a las operaciones de izado/descenso de una pala de aerogenerador durante las operaciones de montaje/desmontaje de la misma en el cubo de un aerogenerador, simplifica notablemente toda la operativa relacionada con el transporte y utilización de los equipos, con el consiguiente ahorro de tiempo, mano de obra y, sobre todo, gastos de transporte y operación en comparación con los sistemas de la técnica actual utilizados para los mismos fines.

Breve Descripción de los Dibujos

Estas y otras características y ventajas de la invención se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la descripción detallada que sigue de una forma de realización preferida de la misma, dada únicamente a título de ejemplo ilustrativo y sin carácter limitativo alguno con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

- La Figura 1 muestra una representación esquemática básica, en alzado, ilustrativa del concepto que subyace en la base del sistema de la presente invención;

- La Figura 2 muestra una representación esquemática, en perspectiva, de la estructura de izado;

- La Figura 3 muestra una representación esquemática, en perspectiva, de la estructura CBR;

- La Figura 3a muestra una representación esquemática, en perspectiva, de una orejeta móvil;

- La Figura 3b muestra una representación esquemática, en perspectiva, de una de las dos garras de la pinza, y

- La Figura 3c muestra una representación esquemática, en perspectiva, del mecanismo de giro.

Descripción de la Forma de Realización Preferida

Tal y como se ha mencionado en lo que antecede, la descripción detallada de la forma de realización preferida del objeto de la invención, va a ser realizada en lo que sigue con la ayuda de los dibujos anexos, a través de los cuales se utilizan las mismas referencias numéricas para designar las partes iguales o semejantes. Así, atendiendo en primer lugar a la representación de la Figura 1, se puede apreciar una vista esquemática de un caso concreto al que resulta aplicable el sistema de la presente invención. En especial, la representación muestra una torre 1 de forma general troncocónica, que soporta un aerogenerador 2 de cualquier tipo en su extremo superior, y cuyo aerogenerador incluye un cubo 3 giratorio en el que se acoplan las palas (no mostradas en el dibujo). El sistema de la invención comprende un equipamiento suficiente para el izado de las palas, de una en una, hasta la posición en altura suficiente para el montaje de cada pala en el cubo 3, para lo cual el sistema ha previsto el diseño de una estructura de izado 4, dotada de medios de abrazadera y preparada para acoplarse a la torre 1 y proporcionar un medio de sustentación para la estructura CBR 5. La estructura de izado se iza mediante los cables 9, que están suficientemente destensados como para evitar la transmisión de esfuerzos al aerogenerador 2 durante las operaciones en servicio, unidos a unos cabestrantes (no mostrados) cuyos extremos se unen a la estructura de izado 4 y a la parte inferior del aerogenerador 2. La

estructura de izado 4 está dotada de un mecanismo de variación de geometría para absorber las variaciones de diámetro de la torre 1 (lo cual se explicará con mayor detalle en relación con las figuras siguientes) y permitir el desplazamiento de la estructura 4 sin entrar en contacto en ningún momento con la torre, salvo en la posición final en la que mediante soportes hidráulicos la estructura 4 se une rígidamente a la torre proporcionando un medio de sustentación para las maniobras de colocación y retirada de palas 6. Por otro lado se dispone de una estructura CBR 5, dotada de una pinza con abrazaderas para el amarre de la pala 6 y mecanismos de giro para modificar la posición de la pala desde la posición horizontal de transporte hasta la posición vertical de trabajo. Asimismo, cuenta con un grupo de cuatro orejetas de elevación con la capacidad de desplazarse en las dos direcciones del plano horizontal para modificar la posición del conjunto y proporcionar la posibilidad de ajustar de manera precisa la colocación de la pala 6. La estructura CBR 5 se manipula a través de cuatro cables 7 que salen de unos cabestrantes amarrados por medio de pernos o mediante contrapesos al suelo, suben hasta la estructura de izado 4 y atravesando unas poleas (no visibles en la Figura) se redirigen hacia las orejetas de la estructura CBR 5.

Una vez descrita la estructura general del sistema y su operativa en base a la representación esquemática de la Figura 1, se va a describir con mayor detalle cada uno de los elementos del sistema que posibilitan la funcionalidad del conjunto. En este sentido, la descripción va a ser llevada a cabo en relación con la representación de la Figura 2 para la descripción de la estructura de izado 4, y con las representaciones de las figuras posteriores en lo que se refiere al equipo CBR 5 y a sus componentes.

Los distintos sistemas integrados en la estructura de izado 4 se emplean para las tareas de izado y descenso de la propia estructura y la transmisión de esfuerzos requeridos para proporcionar un punto de elevación para la estructura CBR 5 durante las maniobras de montaje/desmontaje de palas. La estructura de izado 4 se instala rodeando la torre y está capacitada para realizar toda la maniobra de izado y descenso rodeándola, por cuyo motivo la estructura de izado 4 requiere la incorporación de un mecanismo de modificación de su geometría para absorber la variación de diámetro de la torre 1 desde el punto más bajo en el suelo hasta el nivel de trabajo. Para este cometido, tal y como resulta visible en la Figura 2 de los dibujos, se emplea un actuador hidráulico de separación 11 que modifica la distancia entre las celosías laterales de la estructura de izado. A su vez, un bulón insertado en una guía 12 genera un movimiento circular en un brazo de apoyo 13. En posición abierta,

el brazo de apoyo 13 se encuentra separado y sin entrar en el radio de acción de la torre durante todo el recorrido de izado/descenso, con el actuador hidráulico de separación 11 en estado extendido. En posición cerrada, los brazos 13 se encuentran lo más cerca de la superficie de la torre posible, sin entrar en contacto directo con la misma, y bloqueados por medio de unos bulones de bloqueo unidos a unos cilindros hidráulicos de bloqueo 14. De esta manera se constituye una estructura mecánicamente estable sin necesidad de resistir esfuerzos mediante los actuadores hidráulicos. La secuencia de movimientos para el montaje de la estructura sobre la torre requiere colocar la estructura en posición abierta y actuar sobre unos cabestrantes cuyos cables 9 quedan fijados al aerogenerador 2 en un extremo y a las orejetas 10 de izado de la estructura. Una vez en posición se actúa sobre soportes de torre 15, los cuales consisten en elementos que acaban en material elástico, para mejorar la transmisión de esfuerzos y maximizar el rozamiento con la superficie de la torre, y que disponen de actuadores hidráulicos (no mostrados en la Figura) para generar desplazamiento hasta entrar en contacto con la torre, y presión para mantener fija la estructura de izado 4 a la torre 1. Cuando la estructura está sólidamente unida a la torre, los cables 9 se destensan para evitar transmitir cualquier esfuerzo sobre el aerogenerador. Por último, se ha previsto un equipo de poleas 16' necesarias para dirigir los cables 7 de los cabestrantes principales 8 desde el suelo hasta el equipo CBR 5.

Por su parte, el equipo CBR 5 se va a ver definido en base a la Figura 3 y a las vistas más detalladas de porciones de dicha Figura indicadas como Figuras 3a, 3b y 3c. Así, con referencia a la figura 3, se pueden apreciar las partes principales del equipo CBR 5. En primer lugar se puede observar la estructura 16 cuya geometría está específicamente concebida según los requisitos de la maniobra. En primer lugar tiene un hueco interno dimensionado de manera que permite el desplazamiento vertical del equipo manteniendo la torre 1 en la parte interna de la estructura sin peligro de colisionar con la torre. La estructura 16 alberga los puntos de unión con las orejetas móviles 19, un mecanismo de giro de pala 22, una pinza 20 y un cajón 18 que contiene el grupo hidráulico y el equipamiento electrónico. Bajo el cajón 18 se sitúan los contrapesos 17 necesarios para mantener la estabilidad del equipo durante las operaciones de izado/descenso de la pala y del equipo en vacío. El conjunto de estos dispositivos permite modificar la posición del equipo en las tres dimensiones, utilizando los cabestrantes principales 8 para el desplazamiento vertical y los accionamientos de las orejetas móviles 19 para las dos direcciones en el plano horizontal. En la Figura 3a se puede observar una vista detallada de las orejetas móviles 19. Dichas

orejetas móviles 19 están compuestas por un bloque principal 22 con un alojamiento para un grillete 27 que es el elemento que transmite la carga del peso del conjunto del equipo CBR 5 y pala 6. Al bloque 22 se une un actuador hidráulico 25 para el desplazamiento en la dirección X. Para que el movimiento sea guiado y controlado, el bloque principal 22 se introduce en una guía 24 para el movimiento en el eje X. Asimismo, esta guía 24 va unida a un segundo cilindro hidráulico 23 para el desplazamiento en la dirección Z. La guía 24 está introducida en una segunda guía 26 a efectos de controlar la dirección del desplazamiento en la dirección Z. Las cuatro orejetas móviles 19 disponen de los mismos mecanismos de desplazamiento, y el movimiento se realiza de manera sincronizada para que el desplazamiento del equipo CBR 5 sea horizontal y no contenga ninguna componente de giro. Las guías 24 y 26 disponen de elementos de bajo coeficiente de fricción para reducir la carga sobre los actuadores.

Para conocer en profundidad el funcionamiento de la pinza 20 es necesario acudir a la figura 3b. En esta figura se muestra una de las dos garras 20' incluidas en la pinza 20 del equipo CBR 5. Cada garra 20' está compuesta por un cuerpo fijo 28 y tres brazos 40. Los brazos son de dos tipos: dos brazos altos 40 y un brazo bajo 40', requerimiento necesario para aplicar la carga sobre las zonas reforzadas del perfil de la pala. En lo que sigue se entenderá como análogo el funcionamiento de los elementos que conforman el brazo bajo 40' con respecto a los elementos de los brazos altos 40. Las garras 20' deben tener la capacidad de soportar el peso de la pala en dos direcciones, siendo la primera de ellas cuando la pala 6 está en posición horizontal y se soporta la carga por medio del cuerpo fijo 28 mediante transmisión mecánica o contacto directo entre ambos cuerpos. Mientras que para mantener la carga cuando la pala está en posición vertical, es necesario que la garra 20' aplique presión sobre la superficie de la pala para generar un rozamiento estático que supere tanto el peso propio de la pala como los efectos derivados de las condiciones ambientales o esfuerzos externos. Asimismo, es necesario que la garra 20' tenga las cualidades suficientes como para realizar las maniobras de amarre/desamarre de la pala en condiciones seguras sin que se produzcan interacciones indeseadas entre componentes, tanto entre sí como con la pala. Todos estos atributos los ofrecen los brazos 40 y sus mecanismos y estructuras. La estructura básica del brazo 40 se compone de un elemento tubular 34 que se une mediante una rótula 32 y un mecanismo 33 de fijación hidráulico. A su vez, este elemento tubular 34 es el punto de unión con el cuerpo del brazo 30 mediante una rótula 35 que permite girar al brazo para retirarse o alcanzar la superficie de la pala. La

maniobra para retirar el brazo y permitir el acceso a la pala tanto para entrar como para salir de la garra 20', comienza con la retirada del mecanismo 33 de fijación hidráulico; posteriormente, se actúa sobre el cilindro de retirada 31, el cual, mediante su desplazamiento lineal, genera un giro alrededor de la rótula 32 que aparta el brazo 40 en su conjunto. La maniobra inversa permite generar una estructura rígida entre el brazo 40 y el cuerpo fijo 28. El soporte 38 es el elemento que debe transmitir los esfuerzos de compresión y de cortadura debidas a la fijación de la pala. Dado que no se tiene una precisión absoluta sobre la colocación en campo de la pinza con respecto de la pala, se dispone de un mecanismo de posicionamiento guiado por sensores de distancia (no mostrados en la imagen) que determinan la posición óptima del soporte con respecto a la superficie de la pala para que la transmisión de compresión genere una distribución de tensión superficial lo más homogénea posible. Para ello se actúa sobre el cilindro de posicionamiento 37 que genera un movimiento de giro sobre el soporte 38 a través de la rótula 39. Finalmente es necesario contar con un elemento de potencia que genere suficiente fuerza sobre la pala como para asegurar la fuerza de rozamiento estática suficiente, a cuyo efecto se ha previsto la inclusión de un cilindro de presión 36.

Finalmente, en la Figura 3c se muestra en detalle el mecanismo de giro 22. El giro se realiza mediante un sistema de eje 42 solidario a la pinza 20. El eje 42 traspasa la estructura principal del CBR 5 apoyándose en una pareja de rodamientos 43. En el otro extremo se une solidariamente, mediante pernos, a un brazo de giro 41. Para accionar el mecanismo de giro, el brazo de giro 41 está unido al cilindro de giro 44. El cilindro de giro 44 se une mediante una rótula a la estructura 16 proporcionando un punto de apoyo pivotante, y se une mediante otra rótula al brazo de giro 41. Al accionar el cilindro 44 se consigue el desplazamiento del brazo 41 y genera el giro del eje 42, que a su vez provoca el giro solidario de toda la pinza 20.

A continuación, habiendo detallado el funcionamiento de cada uno de los componentes que configuran el sistema CBR, se describe de la operación de montaje de una pala.

El primer paso consiste en descargar todos los elementos que componen el sistema desde los camiones de transporte. Todas las operaciones se realizan con grúa auxiliar o mediante una carretilla elevadora, estando ambos sistemas habitualmente disponibles en el lugar de puesta en práctica de la invención. Se instala la estructura de izado 4 en el suelo, rodeando

la torre 1. Un operario sube los cables 9 al aerogenerador 2 y los deja caer. Se conectan los cables a la estructura de izado 4 a través de los cabestrantes de izado (no mostrados en las figuras). La estructura 4 está en posición abierta, tal y como se ha descrito anteriormente. Antes de comenzar el izado, se instalan los cables de izado principal 7 que salen directamente de los cabestrantes 8, ya que éstos deben subir junto con la estructura de izado 4. Accionando los cabestrantes de izado se sube la estructura hasta el punto de trabajo, mientras se accionan los cabestrantes principales 8 para liberar cable 7 de modo que no interfiera en las cargas de la maniobra. En este punto se actúa sobre los mecanismos pertinentes para cerrar y fijar la estructura de izado 4 a la torre 1. Se realiza una precarga sobre los cables 7 para determinar que la estructura 4 ha quedado asentada y no se producirán desplazamientos al cargarla. Se inicia el montaje del equipo CBR 5. Al igual que en el montaje de la estructura de izado 4, sólo se requiere una carretilla o una grúa auxiliar para realizar estas maniobras. Con el equipo montado se amarran las orejetas móviles 19 a los cables de izado 7. Se accionan los mecanismos de apertura de la pinza 20. Por medio de una grúa auxiliar y un balancín estándar de palas, se lleva la pala 6 en posición horizontal hasta la pinza 7. Sin soltar la pala del balancín se cierra la pinza 7 sobre la pala 6 y se aplica la presión predefinida para el tipo de pala. Una vez asida la pala, se retira el balancín. Se accionan los cabestrantes 8 para izar el conjunto de equipo CBR 5 y pala 6. Alcanzada la cota de giro se actúa sobre el cilindro de giro 44 para posicionar la pala en vertical. Se continúa el izado hasta alcanzar una cota cercana a la de fijación en el cubo giratorio 3. En este punto se puede actuar sobre los cilindros de desplazamiento horizontal 23/25 para ajustar la posición de modo que los pernos de la pala casen con los alojamientos en el rodamiento del cubo giratorio 3. También se puede actuar sobre los cabestrantes 8 para modificar la inclinación del conjunto y asegurar que los pernos quedan coaxiales a los alojamientos. Si fuera necesario, también se puede ajustar el ángulo de la pala 6 mediante el cilindro de giro 44. El operador combina todos estos movimientos hasta introducir los pernos en el rodamiento. Un operario coloca las tuercas y aplica el par definido por el fabricante del aerogenerador. La pala queda sujeta por medio del cubo giratorio 3, por lo que se puede accionar los mecanismos de liberación de la pinza 20. Nuevamente se utilizan los cilindros de desplazamiento horizontal 23/25 para separar la pinza 20 de la pala 6 y evitar contactos durante el descenso. Alcanzada la cota de giro en vacío se acciona el cilindro de giro 44 para llevar la pinza 20 a la posición horizontal. Mediante los cabestrantes 8 se lleva la estructura CBR 5 hasta el suelo.

Así, cuando se inicia una operación de desmontaje de una pala, la operación debe realizarse de manera contraria a la descrita (es decir, una operación de desmontaje de la pala 6 para su separación del cubo giratorio 3 en el que esté montada), para lo cual el sistema ha previsto un equipamiento suficiente para garantizar las sucesivas fases de desmontaje con total seguridad y en tiempo relativamente corto.

Como comprenderán los expertos en la materia a partir de la lectura de la presente descripción, los objetivos propuestos por la invención han sido plenamente alcanzados mediante el presente sistema, mejorando sustancialmente tanto la seguridad operativa asociada a las operaciones de montaje y desmontaje de las palas en aerogeneradores como las características estructurales resultantes, y presentando múltiples ventajas frente a la técnica anterior, en particular frente al documento de Patente Internacional WO 2014070197, entre las que cabe destacar, a título de ejemplo, las que se resumen a continuación:

- No necesita puntos de izado sobre el aerogenerador; en su lugar, se utiliza una estructura localizada sobre la torre;
- El montaje es mucho más sencillo, el equipo es más compacto y el sistema de amarre mucho más seguro;
- No requiere ningún sistema extra para la transición mecánica de esfuerzos (pasar de estar la pala sujeta por el útil a estar sujeta por el cubo del aerogenerador);
- El sistema de giro de la pala no requiere la utilización de ninguna grúa auxiliar;
- No se necesita ningún dispositivo u otro medio que mantenga la presión sobre la torre durante el desplazamiento, por lo que se reducen los elementos críticos y se simplifica el mantenimiento; también se reduce el área de posibles defectos sobre la pintura de la torre;
- El sistema de la invención tiene capacidad para amarrar distintos modelos de palas, mientras los sistemas anteriores están supeditados al diámetro de la raíz de la pala, teniendo que colocar distintas abrazaderas para distintos tipos de palas;
- El sistema de la invención reduce el área de trabajo en suelo respecto a otros sistemas del estado de la técnica; si se tiene en cuenta que en muchas ocasiones la superficie disponible es mínima, el sistema de la invención aumenta el rango de actuación del equipo, y
- Aunque la función a la que se destina la presente invención es la misma que la de

otros sistemas del estado de la técnica, la invención presenta frente a estos últimos un diseño completamente diferenciado, más simple, económico y seguro que los existentes en el estado de la técnica.

No se considera necesario hacer más extenso el contenido de la presente descripción para que un experto en la materia pueda comprender su alcance y las ventajas que de la misma se derivan, así como llevar a cabo la realización práctica de su objeto.

No obstante lo anterior, y puesto que la descripción realizada corresponde únicamente a un ejemplo de realización preferida de la invención, se comprenderá que dentro de su esencialidad podrán introducirse múltiples variaciones de detalle, asimismo protegidas, que podrán afectar a la forma, el tamaño o los materiales de fabricación del conjunto o de sus partes, sin que ello suponga alteración alguna de la invención en su conjunto, delimitada únicamente por las reivindicaciones que se proporcionan en lo que sigue.

REIVINDICACIONES

1.- Sistema para el montaje/desmontaje de palas en aerogeneradores, diseñado para proporcionar un conjunto de dispositivos y medios que permitan realizar las operaciones de ascenso/descenso de una pala (6) de aerogenerador a efectos de montaje/retirada de dicha pala (6) en/desde un cubo giratorio (3) del aerogenerador, comprendiendo el sistema:

- una estructura principal (5), capacitada para desplazarse lo largo de la longitud de una torre (1) de un aerogenerador hasta la parte superior de la misma, y que incluye medios de soporte para sujetar una pala (6) destinados a acoplarse con el cubo giratorio (3) del aerogenerador;

caracterizado porque comprende además:

- una estructura de izado (4), asociado a la torre (1), constitutiva del elemento de sustentación de carga durante las operaciones de ascenso/descenso de una pala (6) de aerogenerador, con capacidad para manipular su propia geometría y evitar la colisión con la torre (1) durante el ascenso/descenso de la mencionada estructura de izado (4) por medio de mecanismos hidráulicos (11), y asimismo con capacidad para transmitir los esfuerzos directamente a la torre (1) sin sustentarse en partes menos resistentes como el aerogenerador (2) o el cubo giratorio (3), mediante apoyos (15) que generan presión;
- medios de ajuste a la geometría de diferentes modelos de pala (6), incorporados en una pinza (20) de dicha estructura principal (5), cuyos medios de ajuste están constituidos por brazos altos (40) y brazos bajos (40') giratorios que con su actuación obligan a elementos de apoyo (38) a mantener una presión constante con la superficie de la pala (6) de modo que se asegure un rozamiento estático mínimo superior al peso de la pala (6), mientras la estructura principal (5) se desplaza a lo largo de dicha torre (1) durante las fases de ascenso y descenso;
- un conjunto de orejetas móviles (19) que permiten el desplazamiento controlado en el plano horizontal de la estructura principal (5) para controlar de manera ajustada la posición de la misma, y
- medios de elevación de la estructura principal (5), que incluyen cuatro cables de

tracción (7), dos a cada lado, que colaboran con dicha estructura de izado (4), y que por uno correspondiente de sus extremos están unidos solidariamente a un lateral respectivo de las mencionadas orejetas móviles (19) de dicha estructura principal (5), y por el extremo opuesto están sujetos al eje de un cabrestante (8) respectivo de ese mismo lateral.

2.- Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque la estructura de izado (4) incluye elementos resistentes, constituidos por un conjunto de cuatro cables (9) unidos solidariamente por un extremo a la parte inferior del aerogenerador (2) y por el otro extremo a unos cabestrantes de izado, permitiendo el izado en vacío de la estructura de izado (4) y estando desprovistos de carga durante las maniobras en servicio.

3.- Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha pinza (20) está vinculada mediante un mecanismo de giro en la zona central al cuerpo (16) de la estructura principal (5), con la capacidad de modificar la posición en ángulo de la pinza (20) a través de un eje (42) que está unido solidariamente mediante pernos tanto a la pinza (20) como a un brazo de giro (41) y mediante la acción sobre un cilindro de giro (44) que con su desplazamiento lineal genera un movimiento de giro sobre la pinza (20).

4.- Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque los medios de sujeción de la estructura principal (5), en forma de orejetas móviles (19), disponen de mecanismos para el desplazamiento en ambas direcciones del plano horizontal mediante actuadores (23, 25) y guías (24, 26) que aseguran la posibilidad de controlar la posición de la estructura principal (5) en todo momento, permitiendo realizar maniobras de ajuste para introducir los pernos de la pala (6) en alojamientos del rodamiento en el cubo giratorio (3).

5.- Sistema según las reivindicación 1, caracterizado porque incluye elementos electrónicos de control de posición capacitados para permitir establecer un contacto óptimo entre elementos de soporte (38, 38') de los brazos (40, 40') y la geometría de la pala (6) independientemente de la precisión a la hora de posicionar la mencionada pala (6) con respecto a la pinza (20).

6.- Sistema según las reivindicación 1, caracterizado porque incluye elementos que permiten modificar la geometría de la pinza (20), tal como cilindros de retirada (31) y

cilindros de fijación (33), a fin de evitar cualquier tipo de contacto no deseado durante las maniobras de amarre/liberación de la pala (6), tanto en el montaje como en el desmontaje de la misma.

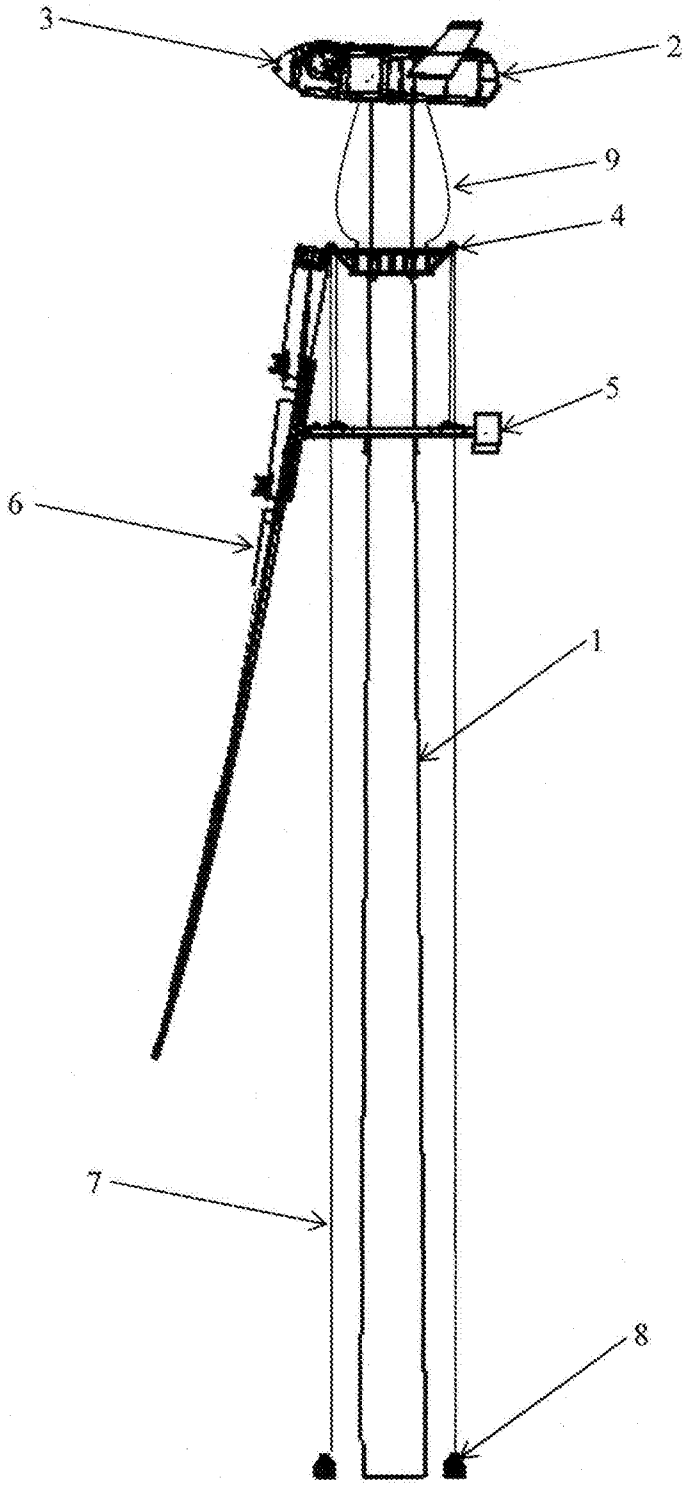


FIG. 1

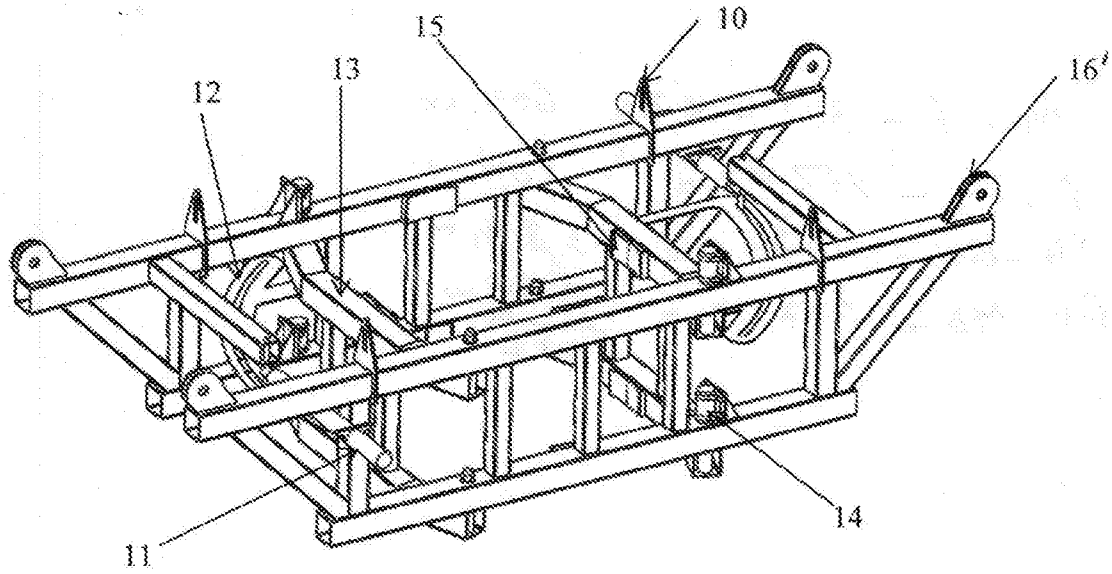


FIG.2

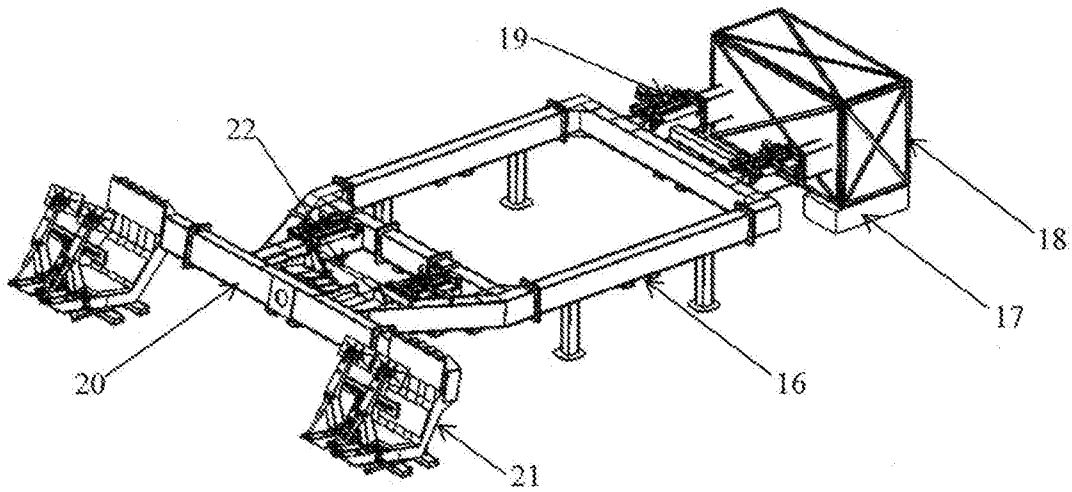


FIG.3

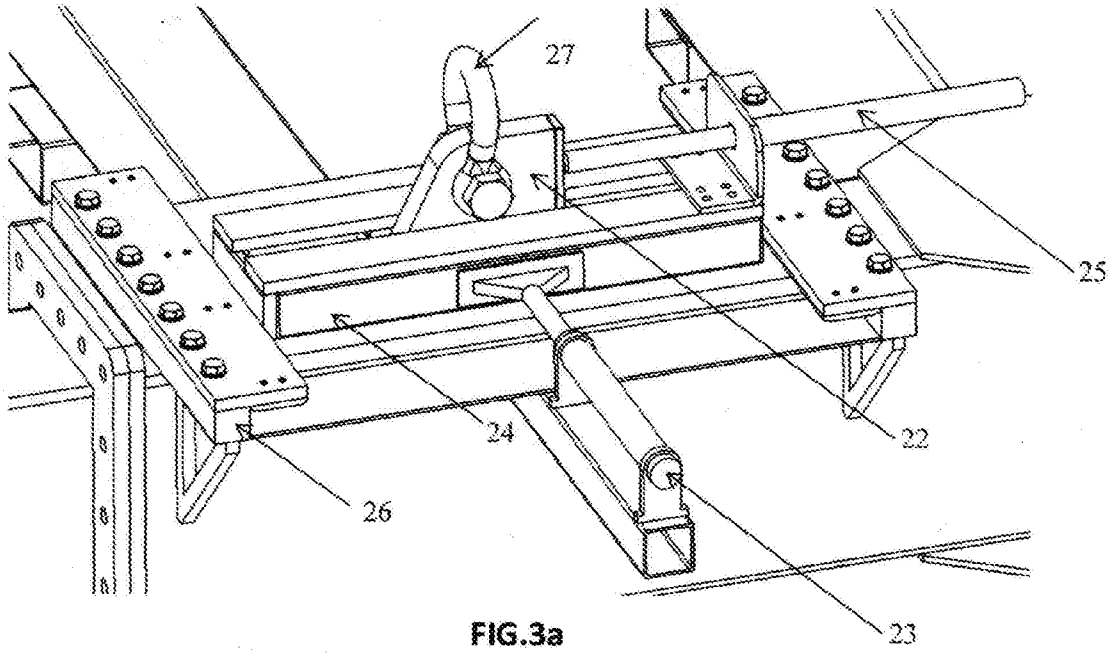


FIG.3a

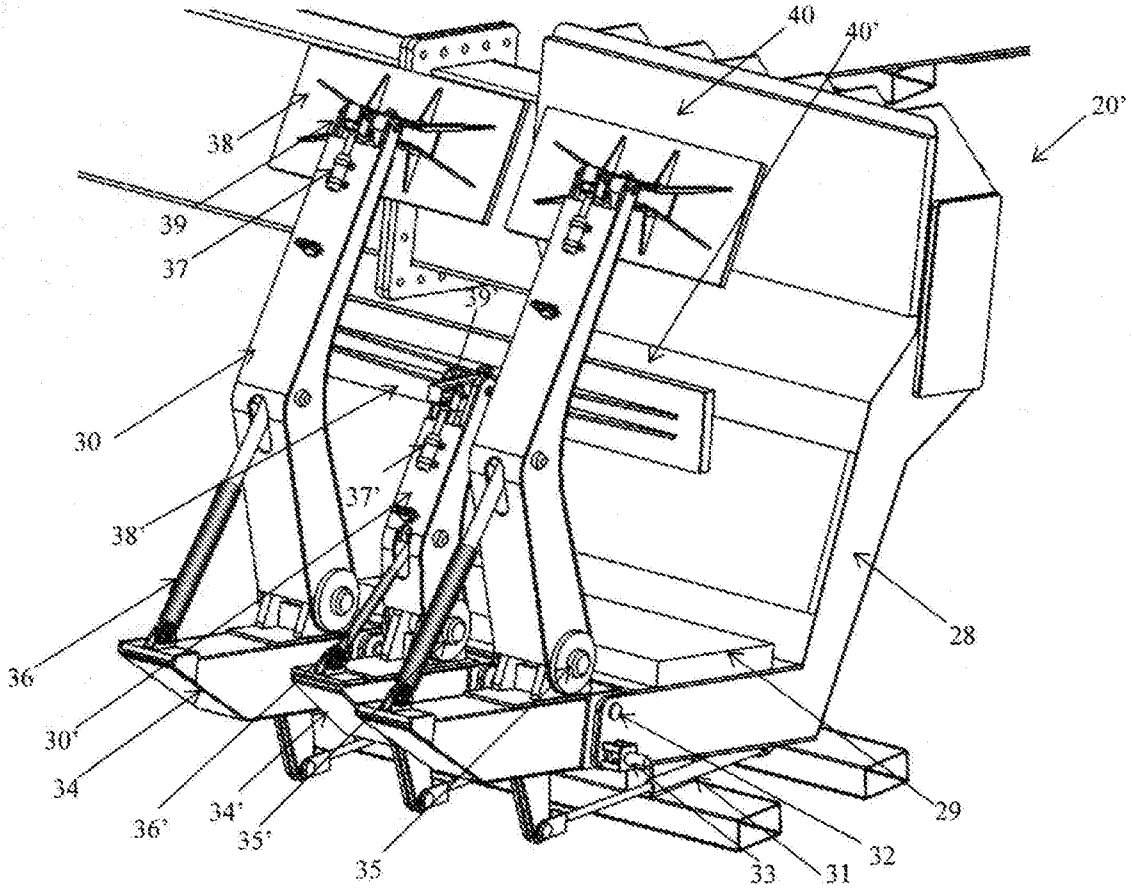


FIG.3b

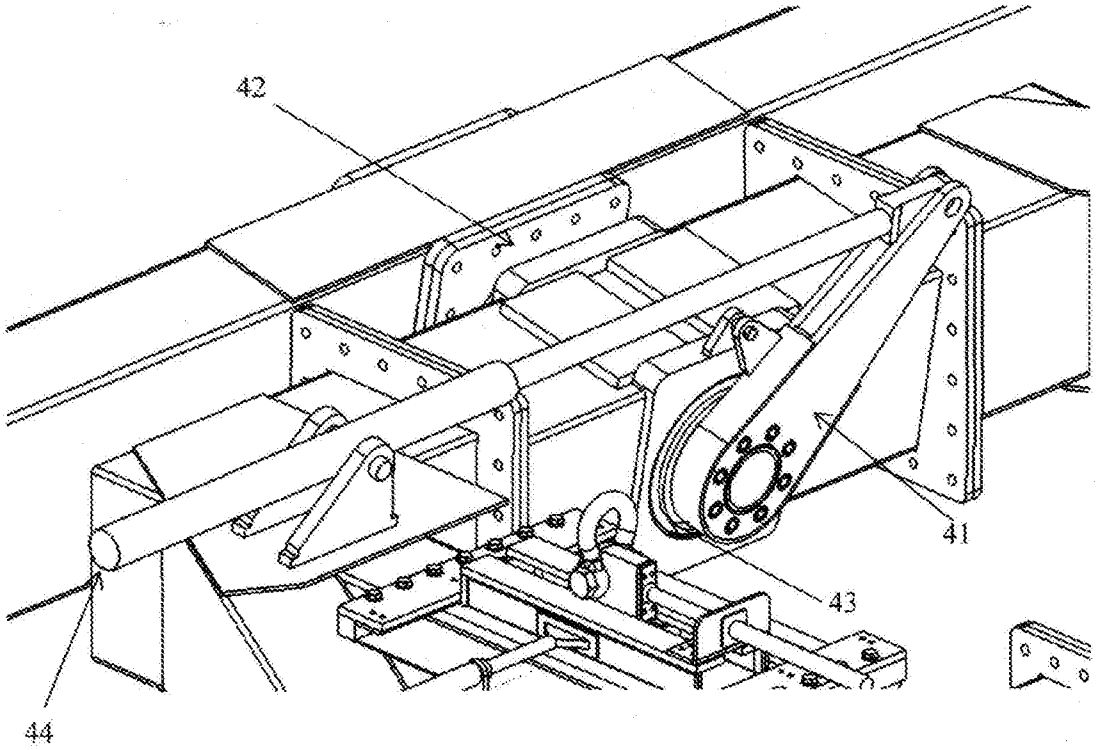


FIG.3c

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/ES2016/070564

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F03D13/10 (2016.01)

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)
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.
A	EP 2873641 A1 (AH IND AS) 20/05/2015, Pages 5 and 6; figure 1.	1-6
A	ES 2387331T T3 (VESTAS WIND SYS AS) 20/09/2012, pages 5 and 6; figure 3.	1-6
A	EP 2589795 A1 (SIEMENS AG) 08/05/2013, Columnas 6 a 8; figure 9.	1-6
A	WO 2012095112 A1 (LIFTRA APS ET AL.) 19/07/2012, pages 7 and 8; figure 1.	1-6
A	EP 2345811 A1 (SIEMENS AG) 20/07/2011, Columnas 14 and 15; figure 2.	1-6
A	KR 20130140312 A (SAMSUNG HEAVY IND) 24/12/2013, figures.	1-6

☐ 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 document 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 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	Date of mailing of the international search report
07/03/2017	**(09/03/2017)**
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 A. Pérez Igualador Telephone No. 91 3498489

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.
PCT/ES2016/070564

Patent document cited in the search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP2873641 A1	20.05.2015	CN104386570 A	04.03.2015
		CN104386570B B	09.11.2016
		DK177850B B1	22.09.2014
ES2387331T T3	20.09.2012	CN101765558 A	30.06.2010
		CN101765558B B	06.02.2013
		US2010150684 A1	17.06.2010
		US8191878 B2	05.06.2012
		EP2144837 A1	20.01.2010
		EP2144837 B1	20.06.2012
		WO2008132226 A1	06.11.2008
EP2589795 A1	08.05.2013	DK2589795T T3	30.03.2015
WO2012095112 A1	19.07.2012	DK201100019 A	12.07.2012
		DK177338B B1	21.01.2013
		EP2670977 A1	11.12.2013
EP2345811 A1	20.07.2011	ES2393604T T3	26.12.2012
		DK2345811T T3	19.11.2012
		NZ587846 A	30.09.2011
		JP2011144808 A	28.07.2011
		US2011185571 A1	04.08.2011
		CA2727707 A1	14.07.2011
		CN102135065 A	27.07.2011
		CN102135065B B	29.10.2014
KR20130140312 A	24.12.2013	KR101378961B B1	28.03.2014

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº
PCT/ES2016/070564

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD
F03D13/10 (2016.01)

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)
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
A	EP 2873641 A1 (AH IND AS) 20/05/2015, Páginas 5 y 6; figura 1.	1-6
A	ES 2387331T T3 (VESTAS WIND SYS AS) 20/09/2012, páginas 5 y 6; figura 3.	1-6
A	EP 2589795 A1 (SIEMENS AG) 08/05/2013, Columnas 6 a 8; figura 9.	1-6
A	WO 2012095112 A1 (LIFTRA APS ET AL.) 19/07/2012, páginas 7 y 8; figura 1.	1-6
A	EP 2345811 A1 (SIEMENS AG) 20/07/2011, columnas14 y 15; figura 2.	1-6
A	KR 20130140312 A (SAMSUNG HEAVY IND) 24/12/2013, figuras.	1-6

☐ 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:

"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.

"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.

"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).

"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.

"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.

"X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.

"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.

"&" documento que forma parte de la misma familia de patentes.

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.	Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional.
07/03/2017	**09 de marzo de 2017 (09/03/2017)**
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 A. Pérez Igualador Nº de teléfono 91 3498489

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Informaciones relativas a los miembros de familias de patentes

Solicitud internacional nº

PCT/ES2016/070564

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de Publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de Publicación
EP2873641 A1	20.05.2015	CN104386570 A	04.03.2015
		CN104386570B B	09.11.2016
		DK177850B B1	22.09.2014
ES2387331T T3	20.09.2012	CN101765558 A	30.06.2010
		CN101765558B B	06.02.2013
		US2010150684 A1	17.06.2010
		US8191878 B2	05.06.2012
		EP2144837 A1	20.01.2010
		EP2144837 B1	20.06.2012
		WO2008132226 A1	06.11.2008
EP2589795 A1	08.05.2013	DK2589795T T3	30.03.2015
WO2012095112 A1	19.07.2012	DK201100019 A	12.07.2012
		DK177338B B1	21.01.2013
		EP2670977 A1	11.12.2013
EP2345811 A1	20.07.2011	ES2393604T T3	26.12.2012
		DK2345811T T3	19.11.2012
		NZ587846 A	30.09.2011
		JP2011144808 A	28.07.2011
		US2011185571 A1	04.08.2011
		CA2727707 A1	14.07.2011
		CN102135065 A	27.07.2011
		CN102135065B B	29.10.2014
KR20130140312 A	24.12.2013	KR101378961B B1	28.03.2014