

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 730 574**

51 Int. Cl.:

**B66C 1/10** (2006.01)

**F03D 13/10** (2006.01)

**F03D 80/50** (2006.01)

**F03D 80/70** (2006.01)

**F03D 13/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.07.2015 E 15001951 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019 EP 2982862**

54 Título: **Método y dispositivo de sustitución de pala en aerogeneradores**

30 Prioridad:

**07.07.2014 ES 201400538**

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

**12.11.2019**

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY  
INNOVATION & TECHNOLOGY, S.L. (100.0%)  
Avenida de la Innovación 9-11  
31621 Sarriguren (Navarra), ES**

72 Inventor/es:

**MODREGO JIMENEZ, RAÚL**

**ES 2 730 574 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Método y dispositivo de sustitución de pala en aerogeneradores.

### 5 Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un método y un dispositivo para el montaje y desmontaje de las palas en aerogeneradores, del tipo que emplean cabrestantes sin necesidad de usar una grúa convencional.

10

### Antecedentes de la invención

15

El desarrollo de nuevos aerogeneradores ha dado como resultado el aumento del tamaño y de la potencia de los mismos. Los grandes aerogeneradores permiten instalar más potencia en un mismo emplazamiento y reducen el impacto visual que presenta un parque formado por varios aerogeneradores.

20

Los aerogeneradores constan de una torre fija que eleva sobre el suelo una góndola que porta un generador eléctrico conectado a un rotor por medios mecánicos. El rotor está conformado por un buje que une al menos una pala, atornillada a unos espárragos de unos rodamientos del buje, que se encarga de transformar la energía cinética del viento en movimiento de rotación del rotor.

25

El aumento de potencia generada está directamente relacionado con el aumento de las dimensiones del rotor del aerogenerador, y en consecuencia el aumento de la longitud de las palas del aerogenerador. Las palas representan el elemento más crítico del aerogenerador y por esta causa son elementos sujetos a inspecciones preventivas y correctivas para las cuales suele ser necesario desmontar las palas del buje y descenderlas al suelo para posteriormente izarlas y volver a montarlas en el buje una vez realizadas las tareas de mantenimiento.

30

35

Para ello, los operarios de mantenimiento utilizan grúas de grandes dimensiones que permiten manipular rotores de gran tamaño y peso. Este tipo de grúas tiene varios inconvenientes, por un lado son muy costosas, por lo que el coste de instalación de un parque de aerogeneradores o el coste de las tareas de mantenimiento se ve notablemente incrementado por su uso, y por otro lado, dado que los aerogeneradores suelen ubicarse en emplazamientos de difícil acceso, el traslado de estas grúas hasta el punto requerido se hace prácticamente imposible y suele precisar de la habilitación de accesos, lo cual resulta complicado y costoso.

40

En este sentido se conocen diferentes soluciones del Estado de la Técnica que describen diferentes equipos para el montaje y desmontaje de las palas de un aerogenerador.

45

La Patente WO2011/095167 describe un equipo de montaje/desmontaje que dispone un cabrestante en el interior del buje del aerogenerador y engancha la pala mediante un gancho a unas pletinas atornilladas a los pernos de unión al rodamiento de pala. El equipo dispone de un elemento provisto de un rodillo que se coloca entre el gancho y el cabrestante y que permite descender la pala en posición vertical y posteriormente rotarla a posición horizontal cuando está próxima al suelo. Sin embargo, este sistema presenta el inconveniente de que se requiere de gran espacio para colocar un cabrestante que soporte los elevados pesos de las palas actuales, así como sistemas de retenida y anti-giro más fiables que el descrito anteriormente.

50

La patente W02009/128708 describe un equipo provisto de dos elementos, uno colocado en el buje del aerogenerador, que sujeta la pala desde los rodamientos, y otro colocado en el interior de la pala y que cooperan entre sí para elevar o descender una pala usando unos medios de posicionamiento y unos medios de elevación. El descenso de la pala, asegurada mediante un

cabrestante, se realiza en posición vertical (la punta apuntando al suelo) mediante la activación de un actuador ubicado en uno de los medios que balancea la pala hacia un alineamiento predeterminado con respecto a la torre. Se utiliza un cabrestante para garantizar el descenso vertical de la pala.

5 La patente US2010/0253086 describe un sistema que incorpora unas poleas por el exterior del buje, en los espacios existentes entre las palas, las cuales se utilizan para guiar un cable que se conecta con una grúa de servicio ubicada en la góndola del aerogenerador o un cabrestante (W) instalado en tierra.

10 La pala se sujeta para su descenso o izado mediante una polea localizada en el interior del buje.

15 La patente WO2011/064659 describe un sistema de poleas de pala que incluye al menos una polea que es desmontable conectada a la parte del conector de la pala de una pala de rotor que debe ser montada al buje o descendida del buje.

20 La patente WO2012/065613 describe un método que involucra desmontar una pala de un aerogenerador de un buje de un aerogenerador montado en una góndola situada en una torre, dicho buje estando dispuesto para tener un número de palas conectadas, donde la pala a ser desmontada comprende una pluralidad de tomillos de fijación siendo dispuestos para enganchar y sujetar la pala al buje.

25 A la vista de los inconvenientes de las soluciones anteriores, se prevé la necesidad de implementar una solución que garantice el montaje y/o desmontaje de palas a un coste mínimo.

### **Descripción de la invención**

30 Para ello el dispositivo de sustitución de la invención consta de dos elementos, uno superior y otro inferior que cooperan entre sí para elevar y/o descender una pala de un aerogenerador.

35 El elemento superior del dispositivo, que a partir de ahora denominaremos "top", consta de unos elementos de poleas y unos medios de sujeción de pala, mientras que el elemento inferior, que a partir de ahora denominaremos "ground", consta de una estructura que rodea la torre del aerogenerador y que dispone de al menos dos cabrestantes y dos poleas de desvío para conectar unos cables entre el elemento "top" y el elemento "ground" del dispositivo.

40 Es un objeto de la invención que el dispositivo pueda utilizarse en cualquier tipo de parque eólico independientemente del tipo de aerogeneradores instalados, por lo que la estructura del elemento "ground" del dispositivo permite su ajuste a diferentes diámetros de torre.

45 Es un objeto de la invención que el dispositivo pueda utilizarse en cualquier tipo de parque eólico independientemente del tipo de aerogeneradores instalados, por lo que el elemento de sujeción de pala del elemento "top" del dispositivo permite su ajuste a diferentes diámetros de pala.

50 Es un objeto de la invención que el dispositivo pueda utilizarse en cualquier localización en la que se encuentre el parque, independientemente de las condiciones climatológicas, por lo que la invención determina en el elemento "ground" un inclinómetro que controla la inclinación de la pala durante las operaciones de descenso y/o ascenso, así como células de carga que midan el peso soportado por compresión y contrapesos que contrarresten el peso de la pala.

Es un objeto de la invención que el sistema impida que la pala gire sobre si misma o voltee, por lo que el dispositivo puede combinarse con cualquier sistema de retenida y con cualquier sistema anti-giro.

- 5 Es un objeto de la invención un método de elevación y/o descenso de una pala de un aerogenerador utilizando el dispositivo de la invención.

Estos y otros aspectos de la invención se describirán de una forma más detallada con ayuda de los dibujos que se describen a continuación.

10

### **Breve descripción de los dibujos**

Las figuras 1A y 1B muestran el elemento superior del dispositivo de sustitución de la invención.

15

La figura 2 muestra el elemento inferior del dispositivo de sustitución según una realización de la invención.

La figura 3 es una vista en perspectiva de la disposición de los elementos de rodamiento del elemento superior del dispositivo de sustitución según una realización de la invención.

20

Las figuras 4A, 4B y 4C muestran los diferentes tipos de elementos de rodamiento del elemento superior del dispositivo de sustitución de la invención de la figura anterior.

La figura 5 es una vista en perspectiva de la disposición de los medios de sujeción de pala del elemento superior del dispositivo de sustitución según una realización de la invención.

25

Las figuras 6A y 6B son unas vistas en detalle del elemento de sujeción de pala de la figura anterior.

30

Las figuras 7A, 7B y 7C son unas vistas en detalle de los diferentes elementos que componen el elemento inferior del dispositivo de sustitución de pala según una realización de la invención.

La figura 8 es una vista en perspectiva del dispositivo de sustitución aplicado en un aerogenerador.

35

La figura 9 es una vista en detalle de la sujeción de la pala según una realización de la invención.

### **40 Descripción de una realización preferencial**

La presente invención está relacionada con un método y un dispositivo para sustituir las palas de un aerogenerador en tareas de mantenimiento o instalación de parques eólicos.

Los aerogeneradores constan de una torre (8) que eleva una góndola (14) que porta un generador eléctrico conectado a un rotor por medios mecánicos.

45

El rotor está conformado por un buje (15) que une al menos una pala (13) que se atornilla al buje (15) del aerogenerador a través de unos rodamientos (3) que disponen de unos espárragos que se insertan en la raíz (7) de la pala.

50

El dispositivo de sustitución de pala (13) de la presente invención consta de dos elementos (1, 2) que cooperan entre sí para garantizar la correcta elevación/descenso de la pala (13) del aerogenerador; un elemento "top" (1) (ver figuras 1A y 1B) que se coloca en el rodamiento (3)

del buje (15) y en la raíz (7) de la pala (13), y un elemento "ground" (2) (ver figura 2) que queda dispuesto en la base de la torre (8) del aerogenerador.

5 El elemento "top" (1) consta de dos partes (4, 5), una (4) que se fija en el rodamiento (3) del buje (15) (figura 1 A) y otra (5) en forma de brida (figura 1B) que rodea la raíz (7) de la pala (13).

10 La parte (4) del elemento "top" (1) que se fija en el rodamiento (3) de pala (ver figura 3) consta de varias poleas de desvío horizontales (4.2) y verticales (4.1), y varios elementos de fijación (4.3) del cable (6) (ver figuras 4A, 4B y 4C), que se disponen en la pista exterior del rodamiento (3) de pala del buje (15) y cuya función es soportar, conducir y amarrar los cables (6) que suben de los cabrestantes (2.5) del elemento "ground" (2) y enganchan con la brida (5) de pala (13) del elemento "top" (1).

15 Las poleas de desvío vertical (4.1) se emplean para dirigir el cable (6) hacia la brida (5) de la pala (13) y los cabrestantes (2.5) del elemento "ground" (2), mientras que las poleas horizontales (4.2) se emplean para guiar los cables (6) en sentido horizontal alrededor del rodamiento (3) y los elementos de fijación (4.3) para sujetar el extremo final de los cables (6).

20 La brida (5) de pala (13) del elemento "top" (1) (figura 1B) consta de dos segmentos de polea (5.1) y al menos dos segmentos de unión (5.2), atornillados entre sí mediante unos tornillos (5.3) de unión que, en cooperación con unos calces (5.4), permiten ajustar el diámetro de la brida (5) al diámetro de la raíz (7) de pala (13) (ver figuras 6A y 6B). Los segmentos de polea (5.1) constan de una polea (9) y un elemento de refuerzo (10), debiendo posicionarse la polea (9) mirando hacia el rodamiento (3) y enfrentada a la correspondiente polea de desvío (4.1) de la parte (4) de rodamiento del elemento "top" (1), mientras que los segmentos de unión (5.2) son simétricos, por lo que no tienen ninguna posición determinada de colocación. La brida (5) queda constituida al unir los segmentos de polea (5.1) y los segmentos de unión (5.2) de forma que quede un segmento de polea (5.1) en cada uno de los lados de la pala (13), es decir, uno  
25  
30 en el lado más próximo a la torre (8) y otro en el lado exterior.

35 Para que la brida (5) de pala trabaje correctamente debe estar nivelada con respecto al rodamiento (3) de pala. Dado que la raíz (7) de pala suele presentar bastantes irregularidades, los segmentos (5.1, 5.2) de la brida (5) de pala disponen de una serie de orificios (11) para introducir unas varillas (12) (ver figura 5) que apoyan con el extremo opuesto al segmento (5.1, 5.2) en el rodamiento (3) de pala y que permiten regular la brida (5) en términos de altura con respecto al rodamiento (3). Dichas varillas (12) serán retiradas a posteriori, una vez que la brida (5) haya sido totalmente fijada en la raíz (7) de la pala (13).

40 Según una realización de la invención, la parte (4) del elemento "top" (1) que se fija al rodamiento (3) y la parte (5) que constituye la brida de la pala (13) deben de estar perfectamente alineadas entre sí, de forma que el desvío del cable (6) entre las poleas verticales (4.1) y las poleas (9) de la brida (5) esté perfectamente alineado, por lo que los diferentes elementos (4, 5) que constituyen el elemento "top" deben de estar en una posición  
45 concreta y la pala en posición 0°.

50 El elemento "ground" (2) consta de una estructura (2.1) formada por tramos que comprenden unos rodillos fijos (2.2), un rodillo de centraje (2.3), unas poleas de desvío (2.4), unos cabrestantes (2.5), una estructura desmontable (2.1), un contrapeso (2.6), un cuadro eléctrico (2.7) y elementos de control como un inclinómetro (no representado) y unas células de carga (no representado) ubicadas en las poleas de reenvío (2.4) de los contrapesos (2.6) que permiten controlar la tensión del cable (6).

- El tramo principal de la estructura (2.1) soporta los cabrestantes (2.5), el cuadro eléctrico (2.7) y los rodillos fijos (2.2) y se posiciona a testa en la base de la torre (8). Los tramos paralelos de la estructura (2.1) son simétricos y se atornillan al tramo principal de forma perpendicular a este. Los contrapesos (2.6) se colocan en los extremos de los tramos paralelos y entre ellos se coloca un tramo frontal provisto de un rodillo de centraje (2.3) regulable. El tramo frontal, una vez se coloca en el punto más próximo a la torre (8), se atornilla entre los contrapesos (2.6) para finalmente ajustar el rodillo de centraje (2.3) regulable con la torre (8) (ver figuras 7A, 7B, 7C).
- 10 El cuadro eléctrico (2.7) dispone de un pulsador de arranque y uno de emergencia (no representados), una pantalla táctil (no representado) para visualizar el estado de los diferentes elementos que conforman el dispositivo de sustitución de pala (13), así como indicadores de tensión y de movimiento de cable (6) conectados a las células de carga de las poleas (2.4) de los contrapesos (2.6), un selector y unos pilotos de alarmas del funcionamiento de los
- 15 cabrestantes (2.5). De esta forma, el dispositivo permite configurar los límites de trabajo de inclinación de la pala (13) y la tensión en los cables (6).
- El método de sustitución de pala (ver figuras 8 y 9) comprende los siguientes pasos:
- 20
- Colocar en la base de la torre (8) el elemento "ground" (2) del dispositivo de sustitución de pala (13).
  - Colocar la brida (5) del elemento "top" (1) en la raíz (7) de la pala (13) a sustituir/ reparar.
- 25
- Posicionar la pala (13) en vertical hacia arriba o en posición horizontal.
  - Girar el rotor del aerogenerador hasta que la pala (13) quede en posición horizontal hacia abajo.
- 30
- Izar los cables (6) desde el elemento "ground" (2) mediante la grúa auxiliar (no representado) ubicada en la góndola (14) del aerogenerador.
  - Pasar los cables (6) por las poleas (9) de los segmentos de polea (5.1) de la brida (5) del elemento "top" (1) en la raíz (7) de la pala (13) y por las poleas de desvío horizontales (4.2) y verticales (4.1), y asegurarlos a los elementos de fijación (4.3) de la parte (4) del elemento "top" (1) que se fija en el rodamiento (3) de pala.
- 35
- Quitar el amarre de la grúa auxiliar (no representado) ubicada en la góndola (14) del aerogenerador.
- 40
- Guiar un útil de retenida (no representado) por la pala mediante un sistema de retenida convencional (no representado).
  - Desatornillar la pala (13) del rodamiento (3) del buje (15) del aerogenerador.
- 45
- Descender la pala (13) accionando los cabrestantes (2.5) del elemento "ground" (2) del dispositivo de sustitución de pala (13) ayudándose de un sistema de retenida convencional (no representado) y colocarla en posición horizontal en el suelo.
- 50 El izado de la pala (13) se realiza siguiendo los pasos del descenso de la pala en orden inverso.

Aunque la presente invención se ha descrito enteramente en conexión con realizaciones preferidas, es evidente que se pueden introducir aquellas modificaciones dentro de su alcance,

no considerando este como limitado por las anteriores realizaciones, sino por el contenido de las reivindicaciones siguientes.

## REIVINDICACIONES

1.- Dispositivo de sustitución de pala en aerogeneradores, para reemplazar las palas de un aerogenerador en tareas de mantenimiento o instalación de parques eólicos comprendiendo: dos elementos (1, 2) que cooperan entre sí para garantizar la correcta elevación/descenso de la pala (13) del aerogenerador, estando un elemento "top" (1) dispuesto entre el buje (15) y las palas (13) del aerogenerador, y un elemento "ground" (2) dispuesto en la base de la torre (8) del aerogenerador; y el elemento "top" (1) comprendiendo dos partes (4,5) una (4) que se fija en el rodamiento (3) del buje (15) y la otra (5) en la forma de una brida que rodea la raíz (7) de la pala (13); y el elemento "ground" (2) consta de una estructura (2.1) formada por tramos que comprenden una pluralidad de rodillos fijos (2.2), un rodillo de centraje (2.3), una pluralidad de poleas de desvío (2.4), una pluralidad de cabrestantes (2.5), una estructura desmontable (2.1), un contrapeso (2.6), un cuadro eléctrico (2.7) y elementos de control, comprendiendo un inclinómetro y una pluralidad de células de carga ubicadas en las poleas de reenvío (2.4) de los contrapesos (2.6) que permiten controlar la tensión del cable (6); y dicho cuadro eléctrico (2.7) dispone de un pulsador de arranque y uno de emergencia, una pantalla táctil para visualizar el estado de los diferentes elementos que conforman el dispositivo de sustitución de pala (13), así como indicadores de tensión y de movimiento de cable (6) conectados a las células de carga de las poleas (2.4) de los contrapesos (2.6), un selector y una pluralidad de pilotos de alarmas para el funcionamiento de los cabrestantes (2.5).

2.- Dispositivo de sustitución de pala en aerogeneradores, según la reivindicación 1, caracterizado porque la parte (4) del elemento "top" (1) que se fija en el rodamiento (3) de pala consta de varias poleas de desvío horizontales (4.2) y verticales (4.1), y varios elementos de fijación (4.3) del cable (6), que se disponen en la pista exterior del rodamiento (3) de pala del buje (15) y cuya función es soportar, conducir y amarrar los cables (6) que suben de los cabrestantes (2.5) del elemento "ground" (2) y enganchan con la brida (5) de pala (13) del elemento "top" (1).

3.- Dispositivo de sustitución de pala en aerogeneradores, según la reivindicación 1, caracterizado porque la brida (5) de pala (13) del elemento "top" (1) consta de dos segmentos de polea (5.1) y al menos dos segmentos de unión (5.2), atornillados entre sí mediante unos tornillos (5.3) de unión que, en cooperación con unos calces (5.4), permiten ajustar el diámetro de la brida (5) al diámetro de la raíz (7) de pala (13).

4.- Dispositivo de sustitución de pala en aerogeneradores, según la reivindicación 3, caracterizado porque los segmentos de polea (5.1) constan de una polea (9) y un elemento de refuerzo (10).

5.- Dispositivo de sustitución de pala en aerogeneradores, según la reivindicación 1, caracterizado porque el tramo principal de la estructura (2.1) soporta los cabrestantes (2.5), el cuadro eléctrico (2.7) y los rodillos fijos (2.2) y se posiciona a testa en la base de la torre (8).

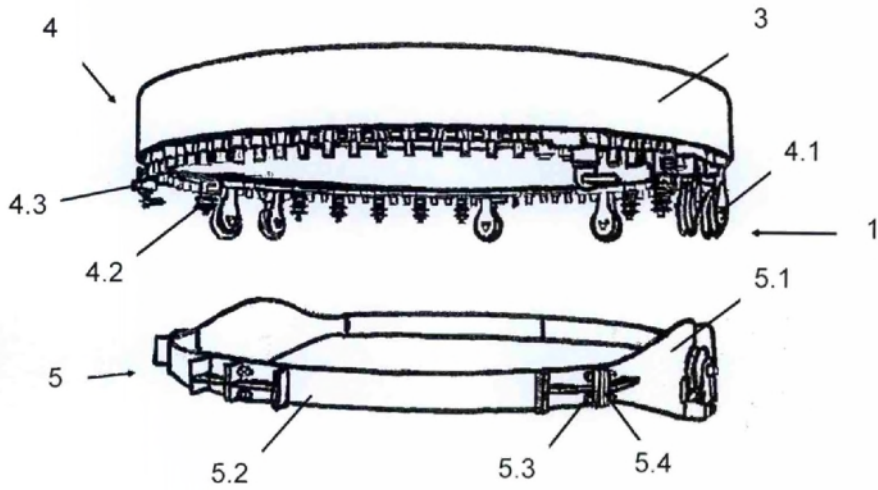
6.- Dispositivo de sustitución de pala en aerogeneradores, según la reivindicación 1, caracterizado porque los tramos paralelos de la estructura (2.1) son simétricos y se atornillan al tramo principal de forma perpendicular a este.

7.- Dispositivo de sustitución de pala en aerogeneradores, según la reivindicación 1, caracterizado porque los contrapesos (2.6) se colocan en los extremos de los tramos paralelos y entre ellos se coloca un tramo frontal provisto de un rodillo de centraje (2.3) regulable.

8.- Método de sustitución de pala de aerogenerador en tareas de mantenimiento o instalación de parques eólicos que utiliza un dispositivo según las reivindicaciones 1-7, y el descenso de la pala (13) comprende los siguientes pasos:



- Colocar el elemento "ground" (2) del dispositivo de sustitución de pala (13) en la base de la torre (8).
- 5 - Colocar la brida (5) del elemento "top" (1) en la raíz (7) de la pala (13) a sustituir/reparar.
- Posicionar la pala (13) en vertical, hacia arriba o en posición horizontal.
- 10 - Girar el rotor del aerogenerador hasta que la pala (13) quede en posición vertical hacia abajo.
- Izar los cables (6) desde el elemento "ground" (2) mediante la grúa auxiliar (no representado) ubicada en la góndola (14) del aerogenerador.
- 15 - Pasar los cables (6) por las poleas (9) de los segmentos de polea (5.1) de la brida (5) del elemento "top" (1) en la raíz (7) de la pala (13) y por las poleas de desvío horizontales (4.2) y verticales (4.1), y asegurarlos a los elementos de fijación (4.3) de la parte (4) del elemento "top" (1) que se fija en el rodamiento (3) de pala.
- 20 - Quitar el amarre de la grúa auxiliar ubicada en la góndola (14) del aerogenerador.
- Guiar un útil de retenida por la pala mediante un sistema de retenida convencional.
- 25 - Desatornillar la pala (13) del rodamiento (3) del buje (15) del aerogenerador.
- Descender la pala (13) accionando los cabrestantes (2.5) del elemento "ground" (2) del dispositivo de sustitución de pala (13), ayudándose de un sistema de retenida convencional y colocarla en posición horizontal en el suelo.
- 30 9.- Método de sustitución de pala de aerogenerador, según la reivindicación 8, caracterizado porque el izado de la pala (13) sigue los pasos de descenso de la pala (13) en orden inverso.



Figs. 1A y 1B

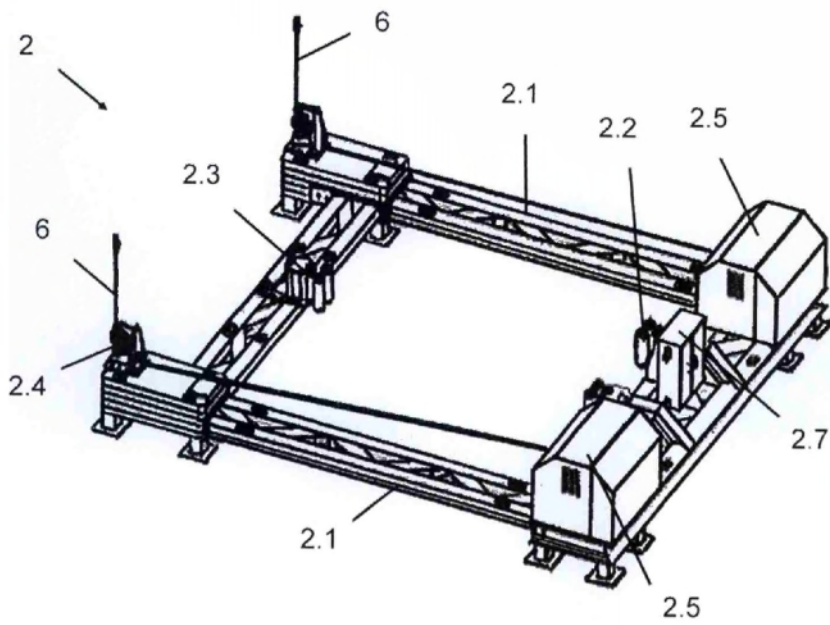


Fig. 2

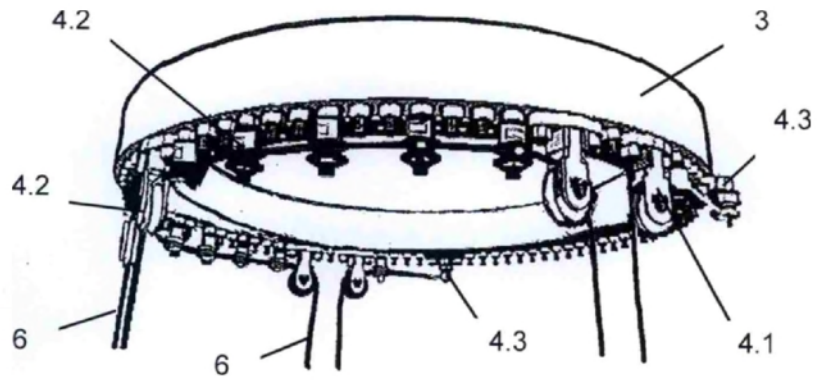


Fig. 3

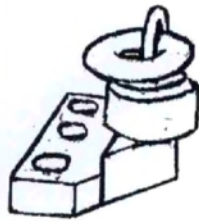


Fig. 4A

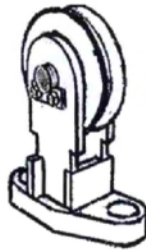


Fig. 4B

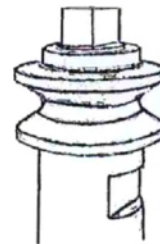


Fig. 4C

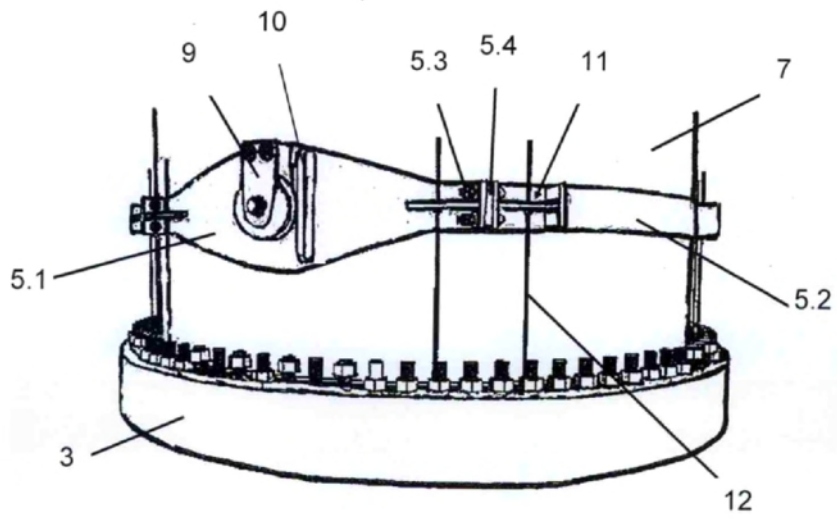


Fig. 5

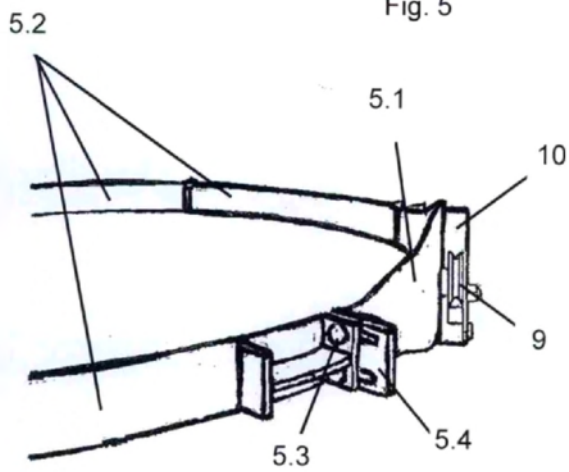
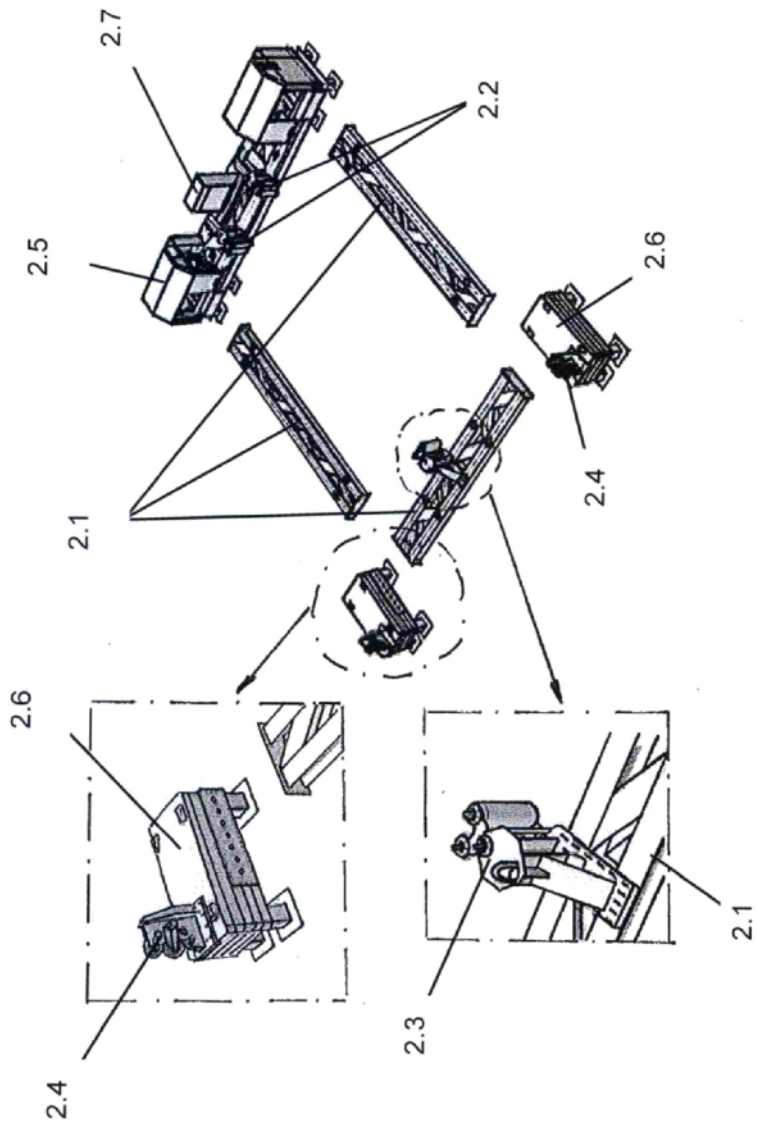


Fig. 6A



Fig. 6B



Figs. 7A, 7B y 7C

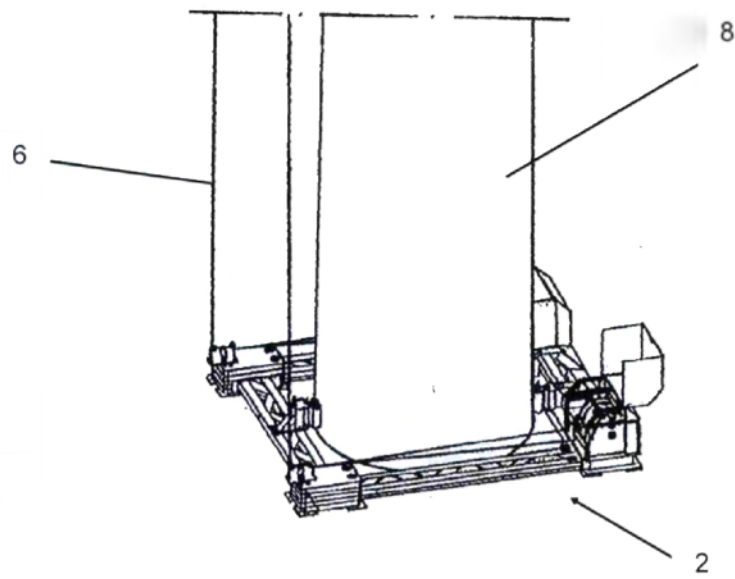
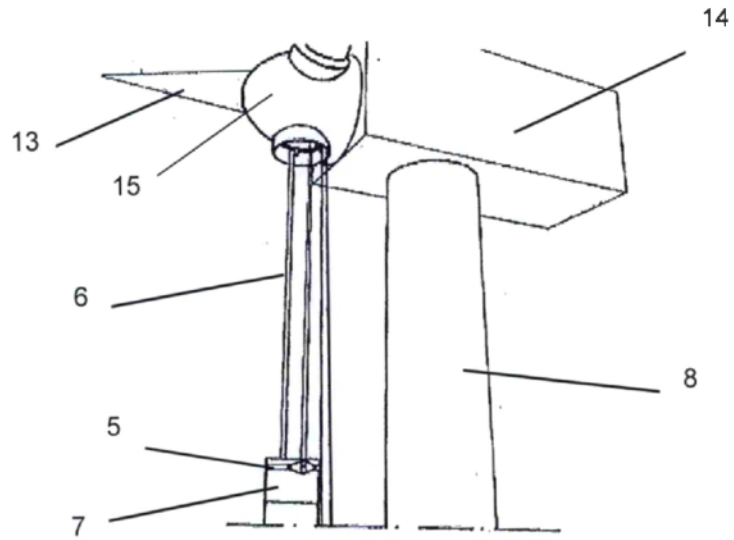


Fig. 8

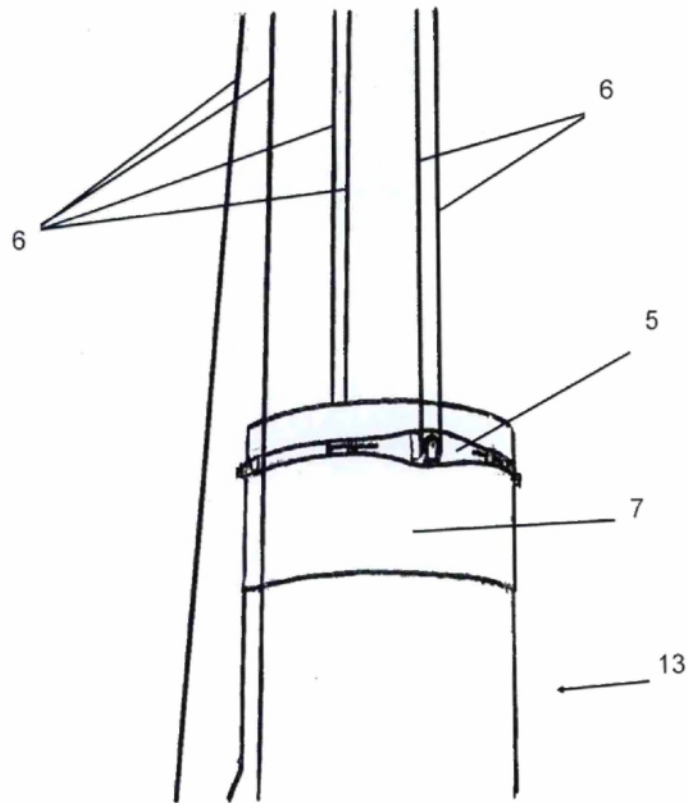


Fig. 9