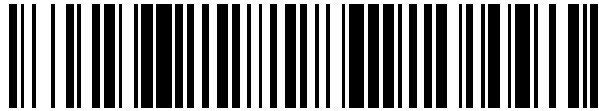


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 714 098**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

F03D 80/70 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.12.2014 E 14198672 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2018 EP 2886858**

54 Título: **Aerogenerador con sistema de cambio de paso de pala**

30 Prioridad:

19.12.2013 ES 201331871

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

27.05.2019

73 Titular/es:

**NORDEX ENERGY SPAIN, S.A.U. (100.0%)
Polígono Industrial Barasoain, Parcela 2
31395 Barasoain (Navarra) , ES**

72 Inventor/es:

**FERNÁNDEZ FALCES, SARA;
DE LOS RÍOS LEIVA, GONZALO;
GURBINDO SEMINARIO, JAVIER;
ARLABÁN GABEIRAS, TERESA;
ARISTEGUI LANTERO, JOSE LUIS;
GASTON LUJAMBIO, ANDER;
GARCÍA SAYÉS, JOSÉ MIGUEL y
NÚÑEZ POLO, MIGUEL**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 714 098 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).

DESCRIPCION

Aerogenerador con sistema de cambio de paso de pala

5 **OBJETO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere a un aerogenerador con sistema de cambio de paso de pala dotado de un ángulo entre la dirección longitudinal de la pala y el eje de giro del rodamiento del sistema de cambio de paso de pala, aumentando así la separación entre la pala y la torre y reduciendo las cargas en el actuador sistema de cambio de paso de pala o pitch.

El objeto de la presente invención es dotar a un aerogenerador de un sistema de cambio de paso de pala en el que se disminuye el número de componentes del sistema, con la consiguiente reducción del número de uniones entre componentes, que conlleva una disminución de las tareas de montaje y operaciones de pretensionado de pernos de unión.

15 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

El sistema de cambio de paso de pala en aerogeneradores consta de un rodamiento sobre el que se amarra la pala. Este rodamiento está unido por una parte, i.e. la parte fija o estacionaria al buje, mientras que su parte móvil está unida por un lado a la pala y por otro lado, el ubicado hacia el interior del buje, unido a una placa de accionamiento. Dicha pala a su vez dispone de una conexión con un actuador hidráulico o eléctrico unido al buje para dotar de giro a la pala. En caso de actuador hidráulico, éste mueve la placa de accionamiento por medio de un sistema eje-rótula.

La placa de accionamiento tiene dos funciones: por una parte rigidiza al buje, es decir, tiene una función estructural y por otra parte actúa como eslabón de la cadena cinemática del sistema de paso de pala.

El rodamiento tiene las dimensiones de la raíz de pala y generalmente es un rodamiento en el que las superficies de contacto con la pala y con la placa de accionamiento son perpendiculares al eje de giro del rodamiento del sistema de cambio de paso de pala de manera que la dirección longitudinal de la pala es coincidente con el eje del rodamiento, donde dicha placa de accionamiento tiene a su vez el flanco de unión al rodamiento perpendicular a la dirección longitudinal de la pala.

Sin embargo, se ha demostrado beneficioso para los esfuerzos que ha de soportar el aerogenerador, que el eje de giro del rodamiento del sistema de cambio de paso de pala y la dirección longitudinal de la pala no sean coincidentes sino que exista un ángulo entre ellos de manera que la punta se aleje de la torre y tal que, cuando los esfuerzos son máximos, en la zona del codo de la curva de potencia, la pala al flectar coloque el centro de gravedad cercano al eje de giro del rodamiento. De esta forma dichos esfuerzos sobre pala y aerogenerador se ven considerablemente reducidos. Este ángulo se denomina ángulo de preconing.

Este aspecto geométrico es muy importante ya que permite aligerar los diseños de pala y del resto de componentes de aerogenerador. Para lograr el ángulo de preconing existen dos alternativas posibles: disponer las superficies de la pista móvil de rodamiento no paralelas al eje del mismo, mediante mecanizado, tal y como se divulga en la solicitud de patente europea EP2336553A1 o mecanizar la raíz de la pala con el ángulo demandado.

Mecanizar la raíz de la pala con el ángulo demandado resulta impracticable dada la precisión requerida para dicho ángulo así que generalmente se opta por mecanizar el rodamiento, lo que incrementa la cantidad de material requerido para la fabricación del mismo, debido a que el material de partida necesario es mayor que el material de que consta finalmente el rodamiento, donde la diferencia se pierde en el proceso de mecanizado.

A su vez, es ventajoso disponer de una misma plataforma, es decir, de los mismos elementos estructurales del aerogenerador, a saber, torre y elementos de la góndola, con el mismo dimensionamiento, de manera que dicha plataforma pueda ser válida para su uso con diferentes dimensiones de palas para distintas clases de emplazamiento, optimizando de esta manera el coste de fabricación.

Sin embargo, las cargas pueden variar de un aerogenerador a otro dependiendo del rotor que utilice, de manera que es difícil mantener la misma plataforma. Una forma de hacerlo sería imponer para cada rotor el ángulo de preconing adecuado. Resulta por tanto de gran interés el emplear métodos y técnicas que permitan adaptar la distancia entre la pala y la torre de una plataforma a otra de manera sencilla.

Los sistemas de aerogeneradores con sistemas de actuación de paso de pala conocidos en el estado de la técnica comprenden un rodamiento, una placa de accionamiento, un eje o eje-rótula y un actuador lineal hidráulico, donde la pala se dispone en contacto con un primer flanco de la pista móvil del rodamiento, y la placa de accionamiento, también denominada placa pitch, se dispone en contacto con un segundo flanco de la pista móvil del rodamiento

enfrentada hacia el interior del buje. A dicha placa de accionamiento se une el actuador que va unido solidariamente al buje mediante un eje-rótula. La pista fija del rodamiento se encuentra unida al buje de la góndola. La introducción de la rótula es necesaria debido a que el ángulo formado entre el eje longitudinal de la pala y el eje de giro de la pista fija del rodamiento hacen que el actuador tenga que maniobrar girando con una órbita cónica en lugar de cilíndrica. Si esta órbita fuera perfectamente cilíndrica no se precisaría de dicha rótula.

Además, la placa de accionamiento y el eje o eje-rótula se fabrican por separado y se ensamblan posteriormente, generalmente empleando pernos de unión entre los mismos.

La solicitud de patente europea EP2336553A1 dota de un ángulo de preconing al sistema de cambio de paso de pala mediante un mecanizado en el rodamiento de manera que la cara del mismo en contacto con la pala no sea perpendicular al eje de giro del rodamiento del sistema de cambio de paso de pala.

US2013/216394A1 divulga un aerogenerador con sistema de cambio de paso de pala.

Sin embargo, al contar los aerogeneradores con palas de grandes dimensiones, superando incluso los 40 metros, un pequeño error bien de mecanizado o bien de montaje se traduce en un elevado error en punta de pala. Es la cota entre punta de pala y torre la que dimensiona en muchos casos la estructura de la pala; por tanto el mecanizado del rodamiento soporte debe de ser muy preciso y la tolerancia muy restringida. Esto encarece de sobremanera este rodamiento que debe de mecanizarse y ensamblarse con el resto de componentes de forma adecuada para garantizar dicho ángulo, y además se incrementa mucho el material de desecho con respecto a un rodamiento recto.

Todos estos problemas quedan solventados con el aerogenerador con sistema de cambio de paso de pala de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un aerogenerador con sistema de cambio de paso de pala según la reivindicación 1.

La placa de accionamiento comprende una cara posterior dispuesta en contacto con la pala y una cara anterior dispuesta en contacto con una cara posterior de la pista móvil del rodamiento, donde la cara posterior de la placa de accionamiento es perpendicular a la dirección longitudinal de la pala y la cara anterior de la placa de accionamiento es perpendicular a eje del rodamiento.

Las caras de la placa de accionamiento forman un ángulo distinto de 0° , preferentemente un ángulo mayor de 0° y menor o igual a 5° . Este ángulo es el ángulo de preconing, ángulo existente entre el eje de giro del rodamiento del sistema de cambio de paso de pala y la dirección longitudinal de la pala.

De esta manera, se traslada la complejidad del sistema de cambio de paso de pala a un único componente, la placa de accionamiento, que adopta el ángulo de preconing necesario para el diseño adecuado del aerogenerador.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 muestra una vista esquemática de una solución presente en el estado de la técnica donde el rodamiento se encuentra dispuesto entre la pala y la placa de accionamiento y donde la pala está dotada del ángulo de preconing entre el eje de giro del rodamiento y la dirección longitudinal de la pala.

La Figura 2 muestra una vista esquemática de otra solución presente en el estado de la técnica donde el ángulo de preconing es de 0° .

La Figura 3 muestra una vista esquemática de un primer ejemplo de la solución objeto de la invención donde el ángulo de preconing es distinto de 0° .

La Figura 4 muestra una vista esquemática de un segundo ejemplo de la solución objeto de la invención donde el ángulo de preconing es distinto de 0° .

La Figura 5 muestra vista en perspectiva de la solución objeto de la invención para un ejemplo de realización en el que el eje de la placa de accionamiento del sistema de cambio de paso de pala se encuentra integrado en la placa de accionamiento.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCIÓN

A la vista de las figuras se describe a continuación un modo de realización preferente del aerogenerador con sistema de cambio de paso de pala objeto de la presente invención.

En una realización preferida, el aerogenerador comprende:

- 5
- al menos una pala (1),
 - un rodamiento (2) con una pista fija (3) unida a un buje (4) del aerogenerador y una pista móvil (5),
 - una placa de accionamiento (6) accionable mediante un actuador (7), estando dicho actuador (7) unido al buje (4) por un primer extremo de dicho actuador (7), y unido a la placa de accionamiento (6) por un
- 10 donde la placa de accionamiento (6) se encuentra dispuesta entre la pala (1) y la pista móvil (5) del rodamiento (2).

El actuador (7) es preferentemente un actuador hidráulico con una camisa fija unida al buje (4) y un pistón móvil unido al eje (8) o eje-rótula.

15 Además, la placa de accionamiento (6) comprende una cara posterior (12) dispuesta en contacto con la pala (1) que forma un determinado ángulo con una cara anterior (15) de la placa de accionamiento (6) dispuesta en contacto con una cara posterior (16) de la pista móvil (5) del rodamiento (2). Este ángulo es el ángulo de preconning, ángulo existente entre el eje de giro del rodamiento (2) del sistema de cambio de paso de pala y la dirección longitudinal de la pala (1). Este ángulo puede ser cualquier ángulo desde 0° hasta valores adecuados para cada aerogenerador,

20 pero un ángulo de 0° no se reivindica. Preferentemente, el ángulo de preconning está comprendido entre 1° y 5°.

El aerogenerador comprende además unos medios de fijación (9, 10) que unen la pala (1), la placa de accionamiento (6) y la pista móvil (5) del rodamiento (2), donde dichos medios de fijación (9, 10) comprenden unos

25 pernos (9) dispuestos en unos orificios (14) que atraviesan la pista móvil (5) del rodamiento (2), la placa de accionamiento (6) y la raíz de la pala (1), pernos (9) que se disponen paralelos a la dirección longitudinal de la pala (1), repartiéndose los esfuerzos de manera óptima en la raíz de la pala (1), en la placa de accionamiento (6) y en el rodamiento (2).

Los medios de fijación (9, 10) comprenden además unas tuercas (10) que permiten llevar a cabo la fijación del conjunto pala (1), placa de accionamiento (9) y pista móvil (5) del rodamiento (2) a través de los pernos (9)

30 dispuestos en los orificios (14) que atraviesan la pista móvil (5) del rodamiento (2), la placa de accionamiento (6) y la raíz de la pala (1).

En una primera variante, una cara anterior (11) de la pista móvil (5) del rodamiento (2) situada hacia el interior del buje (4) es perpendicular al eje longitudinal de la pala (1), de manera que los pernos (9) se siguen disponiendo

35 paralelos a la dirección longitudinal de la pala (1) y las tuercas (10) de fijación asientan en la cara anterior (11) de la pista móvil (5) del rodamiento (2), y donde además, la cara anterior (11) de la pista móvil (5) del rodamiento (2) es paralela a la cara posterior (12) de la placa de accionamiento (6), tal y como se observa en las Figuras 2 y 3.

Esto es ventajoso tanto en el caso de un ángulo de preconning de 0° empleando un rodamiento (2) cilíndrico recto, i.e. que comprende una pista móvil (5) y una pista fija (3) con geometría cilíndrica recta, es decir un rodamiento (2)

40 convencional, tal y como se muestra en la Figura 2, donde esta realización no forma parte de la invención, como en el caso de un ángulo de preconning entre 1° y 5°. En este segundo caso, y tal y como se muestra en la Figura 3, la cara anterior (11) de la pista móvil (5) del rodamiento (2) ya forma un ángulo recto con los pernos (9), por lo que no requiere de un mecanizado adicional para cada tuerca que permita seguir disponiendo los pernos (9) paralelos a la

45 dirección longitudinal de la pala (1) y lograr un adecuado asentamiento de las tuercas (10).

Sin embargo, es particularmente ventajoso el empleo de rodamientos cilíndricos rectos y de ángulos de preconning entre 1° y 5°. En este caso, la cara anterior (11) de la pista móvil (5) del rodamiento (2) no es perpendicular al eje

50 longitudinal de la pala (1), por lo que los pernos (9), siendo paralelos a la dirección longitudinal de la pala (1), no son perpendiculares a la cara anterior (11) de la pista móvil (5) del rodamiento (2) y las tuercas (10) de fijación no asientan correctamente sobre dicha cara anterior (11), ya que la cara anterior (11) de la pista móvil (5) del rodamiento (2) forma un ángulo distinto de 0° con la cara posterior (12) de la placa de accionamiento (6),

Para solventarlo, en una segunda variante, la cara anterior (11) de la pista móvil (5) del rodamiento (2) situada hacia el interior del buje (4) comprende unos mecanizados (13) paralelos a la cara posterior (12) de la placa de accionamiento (6) situada en contacto con la pala (1), de manera que los pernos (9) se siguen disponiendo paralelos

55 a la dirección longitudinal de la pala (1) y las tuercas (10) de fijación asientan correctamente en dichos mecanizados (13), tal y como se observa en la Figura 4, donde el rodamiento (2) es cilíndrico recto.

En cualquiera de las dos variantes anteriores, o bien el tramo de los orificios (14) que atraviesa la pista móvil (5) del rodamiento (2) forma un ángulo con el eje del rodamiento (2) igual al ángulo de preconning, es decir, el ángulo formado entre la cara posterior (12) y la cara anterior (15) de la placa de accionamiento (6), como se muestra en la

60 Figura 4, o bien el tramo de los orificios (14) que atraviesa la pista móvil (5) del rodamiento (2) es paralelo al eje del

rodamiento (2) y presenta un diámetro que define un alojamiento donde los pernos (9) quedan dispuestos paralelos a la dirección longitudinal de la pala (1), como se muestra en el detalle de la Figura 3.

5 El eje (8) o eje-rótula que une el actuador (7) con la placa de accionamiento (6) se encuentra al menos parcialmente y de manera preferente totalmente integrado en dicha placa de accionamiento (6) en otro ejemplo de realización, en forma de protuberancia, formando una única pieza. La función de dicha protuberancia es acercar la superficie de la placa en un extremo de la protuberancia lo más posible al punto de unión del actuador (7). Como consecuencia de ello, el eje (8) o eje rótula de ser necesario, será más corto y, como consecuencia de la reducción del brazo de palanca que ha de soportar, también de menor sección que sin protuberancia. De esta manera se reducen de manera total o parcial las dimensiones de dicho eje (8) o eje rótula que hace de unión entre la placa de accionamiento (6) y el actuador (7), pudiendo emplearse elementos más sencillos y baratos para dicha unión. Se reducen también las uniones atornilladas entre el eje (8) y la placa de accionamiento (6) que además requerirían de un mecanizado de las superficies en contacto de ambos (6, 8) lo que incrementaría el tiempo y el coste del proceso de fabricación.

15 En este caso, el actuador (7) se encuentra unido al buje (4) por un primer extremo de dicho actuador (7), y unido a la protuberancia de la placa de accionamiento (6) por un segundo extremo de dicho actuador (7). Dicha protuberancia se encuentra situada de manera excéntrica a la placa de accionamiento, de manera que la fuerza de accionamiento requerida para girar la pala sea lo menor posible.

20 Si el eje (8) o eje-rótula que une el actuador (7) con la placa de accionamiento (6) se encuentra parcialmente integrado en la placa de accionamiento (6), se reducen las dimensiones (sección) del eje (8) o eje rótula, pues al reducir la longitud del mismo, marcada por la distancia entre la placa de accionamiento (6) y el punto de aplicación de la fuerza del actuador (7), el momento creado en la sección de unión con la placa de accionamiento (6) disminuye por la reducción del brazo de palanca.

25 En el caso de la integración parcial, el eje (8) o eje-rótula puede ser un pin cilíndrico unido por interferencia térmica a la placa de accionamiento (6) y mecanizado para permitir que exista juego (un giro alrededor del eje) entre una muñequilla del actuador (7) y dicho eje (8), juego necesario para hacer posible el giro del rodamiento (2) mediante un actuador (7) lineal. De esta manera sólo hay pernos (9) de unión en el amarre de la placa de accionamiento (6) al rodamiento (2) y a la pala (1).

Preferentemente, la unión de pin cilíndrico y protuberancia (17) es adyacente a la muñequilla del actuador (7)

35 Si el eje (8) o eje-rótula que une el actuador (7) con la placa de accionamiento (6) se encuentra totalmente integrado en la placa de accionamiento (6) parte de la protuberancia incorpora un mecanizado que permite el juego descrito anteriormente.

40 Preferentemente esta pieza única en la que se encuentra al menos parcialmente integrado el eje (8) o eje-rotula en la placa de accionamiento (6) está fabricada por fundición. Dicho proceso de fabricación permite dotar a la misma de geometrías complejas, como por ejemplo el ángulo de preconing o aunar en una misma pieza dos de los elementos del sistema de cambio de paso de pala como son el eje (8) o eje-rótula y la placa de accionamiento (6), tal y como se ha descrito y se muestra en las Figuras 5 y 6

45

REIVINDICACIONES

- 1.- Aerogenerador con sistema de cambio de paso de pala donde el aerogenerador comprende:
- al menos una pala (1),
 - un rodamiento (2) con una pista fija (3) unida a un buje (4) del aerogenerador y una pista móvil (5),
 - una placa de accionamiento (6) accionable mediante un actuador (7) unido al buje (4),
- donde la placa de accionamiento (6) se encuentra dispuesta entre la pala (1) y el rodamiento (2) y comprende una cara posterior (12) dispuesta en contacto con la pala (1) y una cara anterior (15) dispuesta en contacto con una cara posterior (16) de la pista móvil (5) del rodamiento (2), donde la cara posterior (12) de la placa de accionamiento (6) es perpendicular a la dirección longitudinal de la pala (1), y la cara anterior (15) de la placa de accionamiento (6) es perpendicular al eje del rodamiento (2), la cara posterior (12) y la cara anterior (15) de la placa de accionamiento (6) formando un ángulo distinto de 0º, y
- medios de fijación (9, 10) que unen la pala (1), la placa de accionamiento (6) y la pista móvil (5) del rodamiento (2),
- donde el actuador (7) está fijado a la cara anterior (15) de la placa de accionamiento (6), y donde los medios de fijación (9, 10) comprenden unos pernos (9) dispuestos en unos orificios (14) que atraviesan la pista móvil (5) del rodamiento (2), la placa de accionamiento (6) y la raíz de la pala (1), donde los pernos (9) se disponen paralelos a la dirección longitudinal de la pala (1).
- 2.- Aerogenerador con sistema de cambio de paso de pala según reivindicación 1 caracterizado por que los medios de fijación (9, 10) comprenden además unas tuercas (10) que permiten llevar a cabo la fijación del conjunto pala (1), placa de accionamiento (9) y pista móvil (5) del rodamiento (2) a través de los pernos (9) dispuestos en los orificios (14) que atraviesan la pista móvil (5) del rodamiento (2), la placa de accionamiento (6) y la raíz de la pala (1).
- 3.- Aerogenerador con sistema de cambio de paso de pala según reivindicación 2 caracterizado por que el rodamiento (2) comprende una pista móvil (5) y una pista fija (3) con geometría cilíndrica recta, de manera que una cara anterior (11) de la pista móvil (5) del rodamiento (2) de pala situada hacia el interior del buje (4) es perpendicular al eje de giro del rodamiento (2).
- 4.- Aerogenerador con sistema de cambio de paso de pala según reivindicación 3 caracterizado por que la cara anterior (11) de la pista móvil (5) del rodamiento (2) situada hacia el interior del buje (4) comprende unos mecanizados (13) paralelos a la cara posterior (12) de la placa de accionamiento (6) situada en contacto con la pala (1), donde asientan las tuercas (10) de fijación.
- 5.- Aerogenerador con sistema de cambio de paso de pala según reivindicación 2 caracterizado por que la cara posterior (12) de la placa de accionamiento (6) y una cara anterior (11) de la pista móvil (5) del rodamiento (2) situada hacia el interior del buje (4) son paralelas, de manera que la cara anterior (11) de la pista móvil (5) del rodamiento (2) es perpendicular al eje longitudinal de la pala (1).
- 6.- Aerogenerador con sistema de cambio de paso de pala según reivindicación 5 caracterizado por que las tuercas (10) de fijación asientan en la cara anterior (11) de la pista móvil (5) del rodamiento (2).
- 7.- Aerogenerador con sistema de cambio de paso de pala según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 caracterizado por que un tramo de los orificios (14) que atraviesa la pista móvil (5) del rodamiento (2) forma un ángulo con el eje del rodamiento (2) igual al ángulo formado entre la cara posterior (12) y la cara anterior (15) de la placa de accionamiento (6).
- 8.- Aerogenerador con sistema de cambio de paso de pala según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 caracterizado por que un tramo de los orificios (14) que atraviesa la pista móvil (5) del rodamiento (2) es paralelo al eje del rodamiento (2) y presenta un diámetro que define un alojamiento donde los pernos (9) quedan dispuestos paralelos a la dirección longitudinal de la pala (1).
- 9.- Aerogenerador con sistema de cambio de paso de pala según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que comprende un eje (8) o eje-rótula que une el actuador (7) con la placa de accionamiento (6) que se encuentra al menos parcialmente integrado en forma de protuberancia en dicha placa de accionamiento (6), formando una única pieza.
- 10.- Aerogenerador con sistema de cambio de paso de pala según la reivindicación 9 caracterizado por que el actuador (7) se encuentra unido al buje (4) por un primer extremo de dicho actuador (7), y unido a un extremo de la protuberancia de la placa de accionamiento (6) por un segundo extremo del actuador (7).

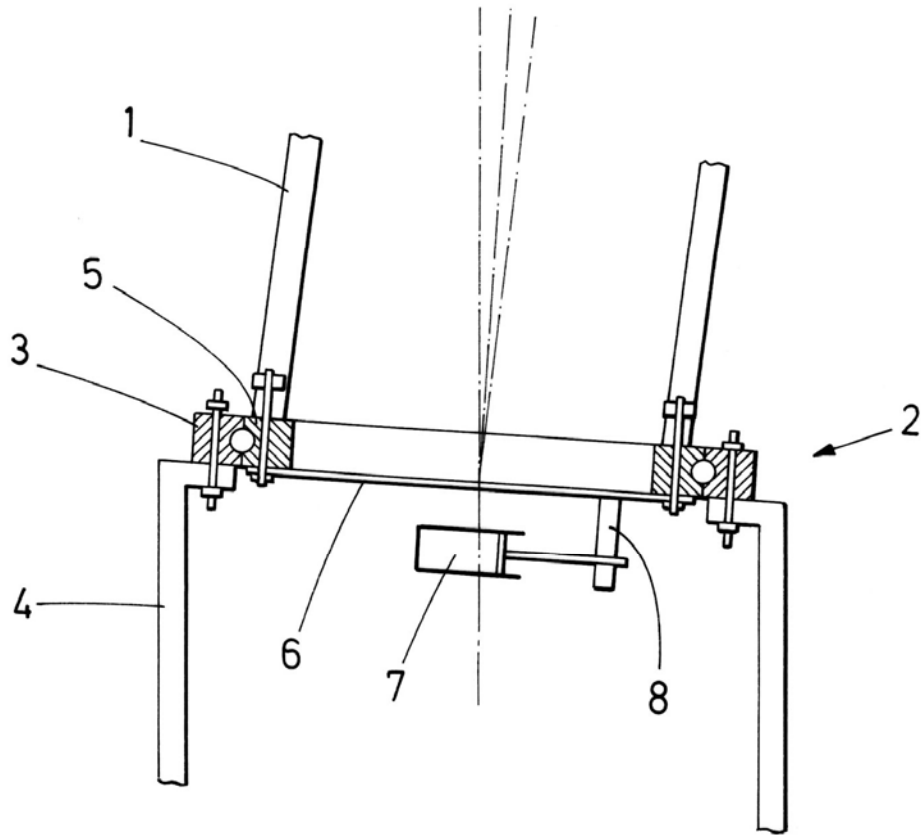


FIG.1

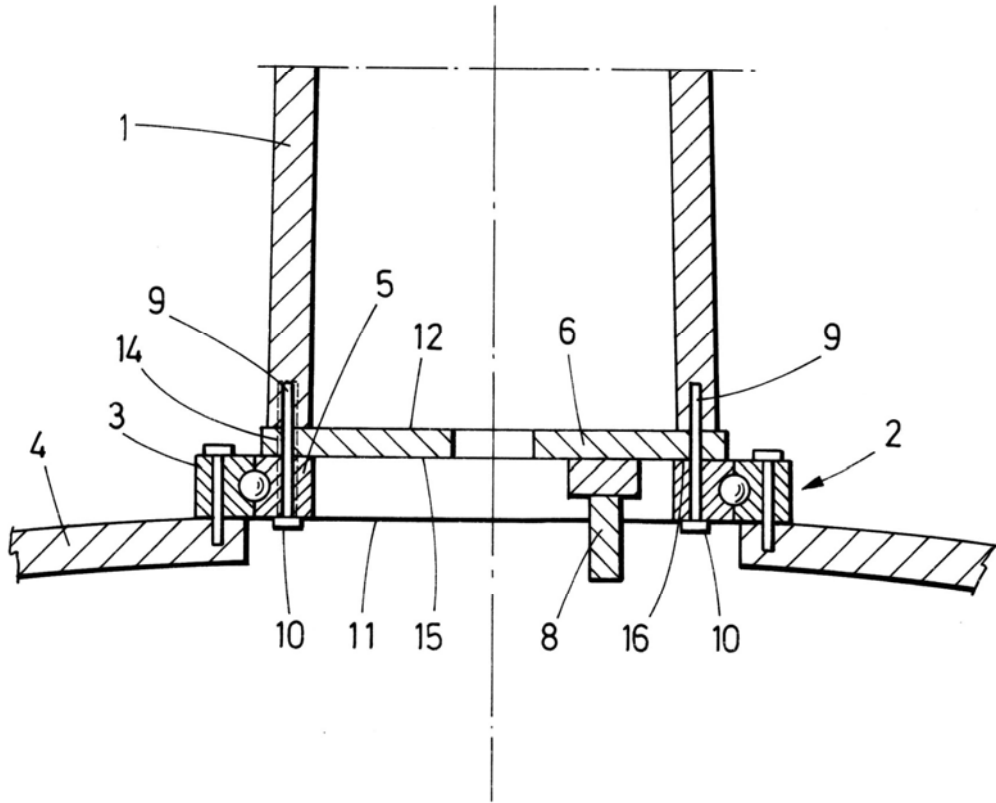
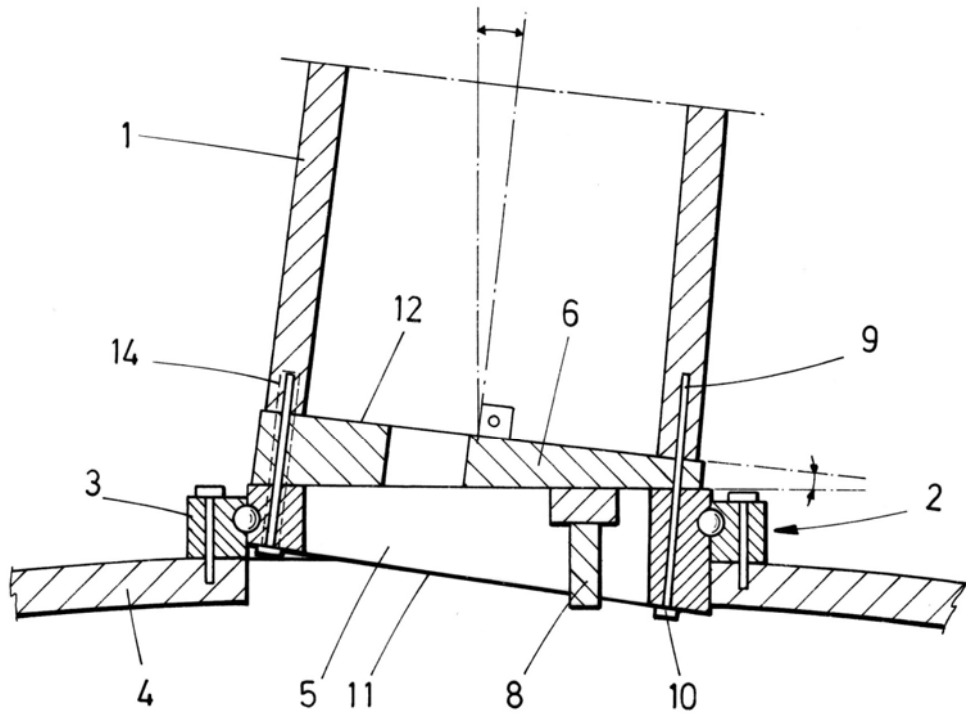


FIG. 2



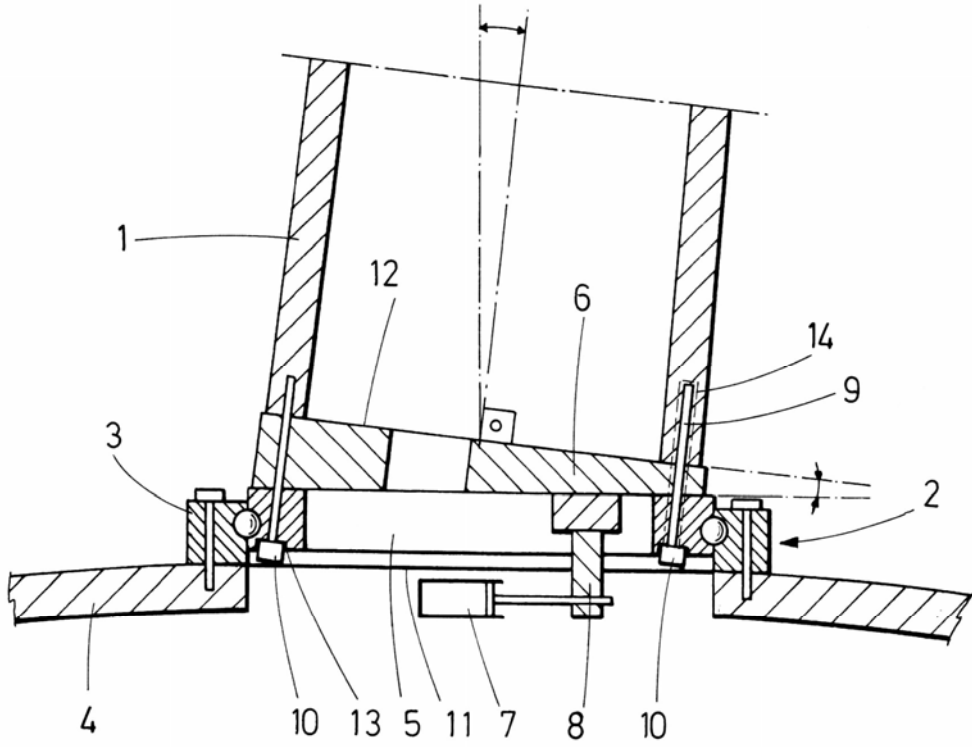


FIG. 4

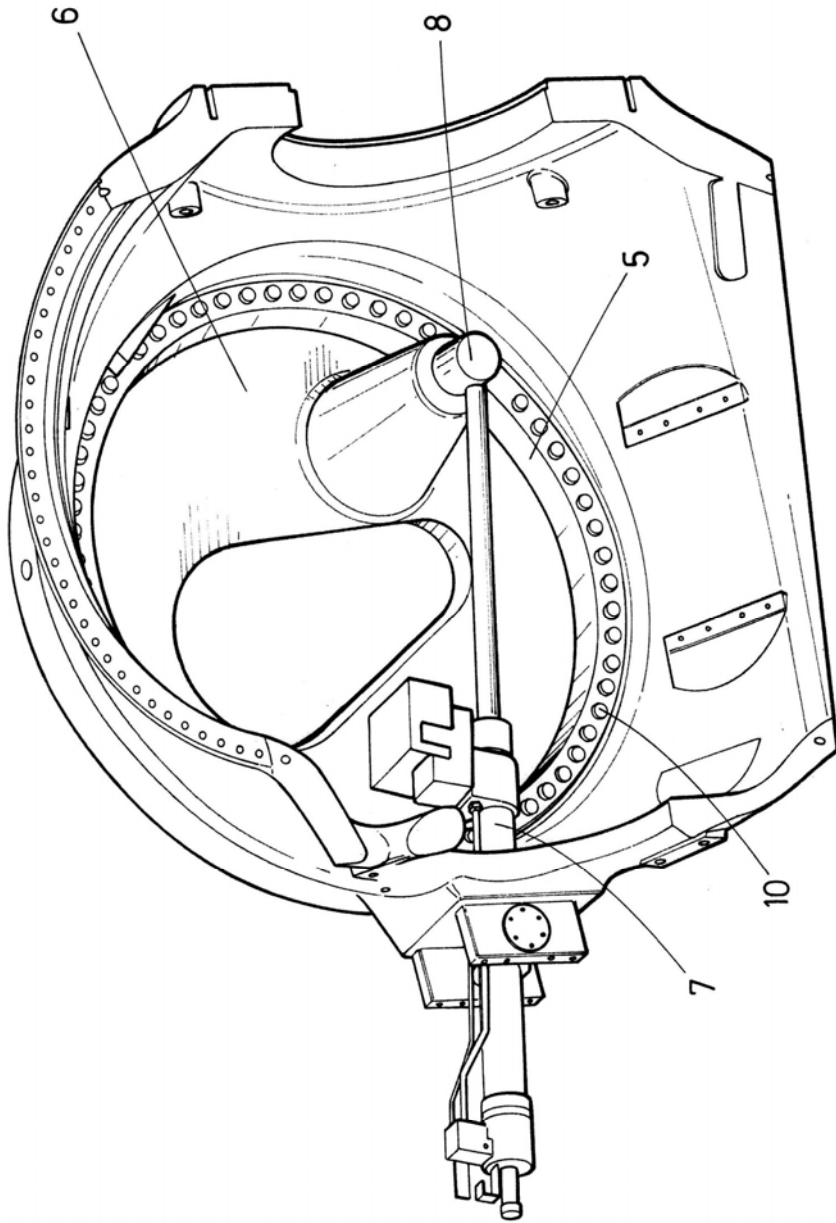


FIG.5