

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 818 140**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

F03D 80/70 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.03.2016 PCT/EP2016/000409**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.09.2016 WO16142055**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.03.2016 E 16708607 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020 EP 3268604**

54 Título: **Unidad de ajuste para el ajuste de inclinación de una pala de rotor y turbina eólica con una unidad de ajuste de este tipo**

30 Prioridad:

11.03.2015 DE 202015001902 U

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

09.04.2021

73 Titular/es:

**LIEBHERR-COMPONENTS BIBERACH GMBH
(100.0%)**

**Hans-Liebherr-Strasse 45
88400 Biberach an der Riß, DE**

72 Inventor/es:

**GAILE, ANTON;
FESENMAYR, JAN;
CERSOWSKY, STEFAN y
SCHULZE, THOMAS**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 818 140 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

Unidad de ajuste para el ajuste de inclinación de una pala de rotor y turbina eólica con una unidad de ajuste de este tipo

5 La presente invención se refiere en general a turbinas eólicas con palas de rotor ajustables, cuyo ángulo de inclinación es ajustable. La invención se refiere a este respecto en particular a una unidad de ajuste para el ajuste del ángulo de inclinación de una pala de rotor de turbina eólica, con un cojinete giratorio que comprende al menos dos anillos de cojinete coaxiales que pueden girar uno con respecto a otro, al menos un actuador de ajuste para girar los dos anillos de cojinete uno con respecto a otro, así como una unidad de suministro para el suministro de energía del actuador de ajuste, en la que el al menos un actuador de ajuste y la unidad de suministro están dispuestos en lados opuestos de una parte de soporte de accionamiento de ajuste preferentemente en forma de placa o en forma de plato, que está conectada directa o indirectamente de manera resistente al giro con uno de los anillos de cojinete y presenta un cojinete de apoyo giratorio para soportar de manera giratoria el actuador de ajuste en la parte de soporte.

15 En las turbinas eólicas modernas, las palas de rotor pueden ajustarse en su ángulo de ataque para poder adaptar las relaciones de flujo de entrada en las palas de rotor y momento de giro generado por las palas de rotor en distintas condiciones de funcionamiento, como apagar la instalación y, en particular, distintas resistencias y condiciones del viento. Para ello, las palas de rotor están montadas habitualmente por medio de coronas giratorias o también cojinetes lisos de manera giratoria alrededor de su eje longitudinal en el cubo de rotor, de modo que las palas de rotor pueden girarse alrededor de sus ejes longitudinales de pala con respecto al cubo de rotor y con ello modificarse el ángulo de ataque de las palas de rotor. La unidad de ajuste para el ajuste del ángulo de ataque o de inclinación mencionado de una pala de rotor comprende a este respecto habitualmente un accionamiento de ajuste que está dispuesto en la zona del cojinete giratorio entre el cubo de rotor y la pala de rotor y que gira los dos anillos de cojinete del cojinete giratorio uno con respecto a otro por medio de al menos un actuador de ajuste preferentemente que trabaja de manera lineal, ya sea agarre directo en los anillos de cojinete o indirectamente en componentes conectados con los mismos, tal como, por ejemplo, el cubo de rotor o la pala de rotor en sí, o partes estructurales conectadas con los mismos, tal como, por ejemplo, las placas de refuerzo que endurecen los anillos de cojinete.

30 Por el documento WO 2012/069062 A1 se conoce una turbina eólica en la que la unidad de ajuste para el ajuste de inclinación de las palas de rotor para cada pala de rotor comprende un par de cilindros hidráulicos así como una unidad de suministro asociada con acumuladores de presión y válvulas de control que están montados en una placa de soporte que cierra el anillo interior del cojinete giratorio y está fijada de manera resistente al giro junto con el anillo interior en el cubo de rotor. A este respecto, la unidad de suministro mencionada está fijada con acumuladores de presión y válvulas de control en el lado interior, es decir, el lado dirigido al cubo de rotor de la placa de soporte mencionada, mientras que el par de cilindros hidráulicos está dispuesto en el lado exterior de la placa de soporte y allí, por un lado, está apoyado en la placa de soporte y, por otro lado, está apoyado en una parte estructural conectada con el anillo exterior del cojinete giratorio, de modo que mediante entrada y salida de los cilindros hidráulicos, el anillo exterior puede girarse con respecto al anillo interior y con ello puede ajustarse el ángulo de inclinación de la pala de rotor.

45 Sistemas de ajuste de inclinación similares para las palas de rotor de turbinas eólicas se conocen por los documentos EP 2458209 A2, AU 2009/337882 A1, US 2012/063901 A1, WO 2008/068373 A1, DK 2013 00717 A, US 2010/232964 A1 o WO 2014/009011 A2.

50 Un accionamiento de ajuste de este tipo se caracteriza por su modo constructivo compacto, dado que se puede lograr una disposición en el espacio interior encerrado por los anillos de cojinete dividiendo el actuador de ajuste y la unidad de suministro en diferentes lados de la placa de soporte. Además, el accionamiento de ajuste junto con el cojinete giratorio puede reunirse para formar un módulo premontable que no tiene que montarse a una altura ventilada en el cubo de rotor y que con respecto a su funcionalidad se puede verificar de antemano.

55 No obstante, debido a la división de unidad de suministro y actuadores en lados de placa de soporte opuestos, resulta el problema de que la placa de soporte tiene que presentar cavidades de paso relativamente grandes para las líneas de suministro, mediante lo cual la resistencia de la placa de soporte y, con ello, su efecto de rigidez para el anillo de cojinete se ven afectados. Este problema se ve exacerbado por el hecho de que los actuadores de ajuste giran durante el ajuste de inclinación con respecto a la placa de soporte y, con ello, la unidad de ajuste, de modo que las aberturas de paso para las líneas de suministro tienen que ser lo suficientemente grandes como para poder compensar el desplazamiento giratorio. Por otro lado, esto puede conducir a un problema de colisión, en particular cuando, en el caso de palas de rotor más grandes y, por lo tanto, fuerzas más grandes que dominar, están previstos varios actuadores de ajuste para ajustar una pala de rotor.

65 Partiendo de esto, la presente invención se basa en el objetivo de crear una turbina eólica mejorada y una unidad de ajuste mejorada para el ajuste en particular del ángulo de inclinación de una pala de rotor, que eviten las desventajas del estado de la técnica y perfeccionen esta última de manera ventajosa. En particular, se creará una unidad de ajuste compacta y de pequeño tamaño que debilite la estructura de cojinete giratorio y su rigidez lo menos posible y evite los problemas de colisión que resultan al girar las partes de cojinete.

De acuerdo con la invención, este objetivo se consigue mediante una turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 10 así como una unidad de ajuste de acuerdo con la reivindicación 1. Configuraciones preferidas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

5 Por lo tanto, se propone integrar la conexión de suministro de energía desde la unidad de suministro hasta el al menos un actuador de ajuste en el cojinete de apoyo giratorio, por medio del que el actuador de ajuste está apoyado en la parte de soporte del accionamiento de ajuste y, con ello, uno de los anillos de cojinete. De acuerdo con la invención, la unidad de suministro está conectada con el accionamiento de ajuste mediante al menos un canal de medio de presión que está guiado a través del cojinete de apoyo. Es decir, el cojinete de apoyo tiene una doble función y forma, por un lado, el punto de articulación giratorio para el actuador de ajuste y, por otro lado, el paso de energía que suministra energía al actuador de ajuste desde la unidad de suministro. De este modo puede prescindirse de huecos de paso separados para el paso de cable y manguera en la parte de soporte, y con ello evitarse un debilitamiento correspondiente de la parte de soporte.

15 En un perfeccionamiento ventajoso de la invención, la conexión entre la unidad de suministro y el actuador de ajuste puede realizarse completamente sin manguera y sin cable. La conexión de suministro de energía y una conexión de control dado el caso también necesaria entre unidad de suministro y actuador de ajuste pueden estar integradas en la posición de soporte giratoria mencionada y atravesadas exclusivamente por el cojinete de apoyo mencionado. Una parte de estructura de soporte, tal como, por ejemplo, un gorrón, puede presentar al menos un taladro de suministro de energía para el suministro de energía del actuador de ajuste. Al eliminar las conexiones separadas de manguera y cable, que tendrían que guiarse más allá del cojinete de apoyo a través de huecos de paso separados, no solo se puede evitar un debilitamiento de la parte de soporte, sino también el problema de colisión mencionado al principio cuando los anillos de cojinete se giran uno con respecto a otro y el giro de los actuadores de ajuste que se produce, dado que no hay cables o mangueras abultadas en las partes de estructura de cojinete. El al menos un actuador de ajuste puede presentar dado el caso tubos o líneas de medio de presión en su exterior, por ejemplo en forma de tubos hidráulicos externos, pero preferentemente no hay mangueras o cables que se guíen sobre la parte de soporte que lleva el accionamiento de ajuste.

30 En una realización no reivindicada, no solo el al menos un actuador de ajuste, sino también la unidad de suministro puede estar soportada de manera giratoria con respecto a la parte de soporte en la que el actuador de ajuste está soportado de manera giratoria, de modo que con un ajuste de inclinación de la pala de rotor y, por lo tanto, con un giro de los anillos de cojinete uno respecto al otro, tanto el al menos un actuador de ajuste como su unidad de suministro pueden girar o pivotar con respecto a la parte de soporte del accionamiento de ajuste. El montaje giratorio de la unidad de suministro puede reunirse en este sentido en particular con el apoyo giratorio o el cojinete del al menos un actuador de ajuste, de modo que la unidad de suministro y el actuador de ajuste puedan girar juntos con respecto a la parte de soporte, en particular de tal manera que no haya giro entre la unidad de suministro y el actuador de ajuste, sino solo un giro común con respecto a la parte de soporte. Debido a que no existe un desplazamiento giratorio entre unidad de suministro y actuador de ajuste, la conexión de suministro de energía entre unidad de suministro y actuador de ajuste puede ser particularmente simple.

45 Por ejemplo, puede estar previsto un gorrón que atraviesa la parte de soporte, en el que, por un lado, el actuador de ajuste se apoya y al que, por otro lado, está fijada la unidad de suministro, pudiendo comprender el gorrón mencionado al menos un canal de medio de presión para conectar la unidad de suministro con el actuador de ajuste de una manera que se suministra de energía. El gorrón mencionado puede estar montado en este sentido de manera giratoria en la parte de soporte, por ejemplo por medio de un cojinete de rodamiento adecuado y/o al menos un cojinete liso adecuado. Los componentes de la unidad de suministro, tales como bomba, motor eléctrico y acumulador de presión, pueden reunirse para formar un módulo premontado que se monta como unidad en el gorrón.

50 Un gorrón de este tipo puede, dado el caso, también estar diseñado como manguito o de otra manera como una parte de estructura de cojinete, sobre la cual, por un lado, el actuador de ajuste y, por otro lado, la unidad de suministro pueden estar apoyados.

55 Una capacidad de giro conjunta de este tipo de actuador de ajuste y unidad de suministro en relación con la parte de soporte de actuador de ajuste puede ser en particular ventajosa cuando solo está previsto un único actuador de ajuste para el ajuste de inclinación de la pala del rotor o para girar los anillos de cojinete uno con respecto a otro, o cuando para varios actuadores de ajuste para el ajuste de inclinación de una pala de rotor están previstas en cada caso unidades de suministro. La última configuración puede realizarse, por ejemplo, por que a cada actuador de ajuste está asociada una unidad de suministro, por ejemplo en forma de un acumulador de presión y/o de una bomba accionable, que puede sujetarse de la manera antes mencionada en el gorrón o la parte de estructura de cojinete, en la que también está apoyado el actuador de ajuste correspondiente.

65 Sin embargo, en un perfeccionamiento alternativo de la invención, también se estar prevista una unidad de suministro común para varios actuadores de ajuste, pudiendo estar previsto en este caso ventajosamente un apoyo resistente al giro de la unidad de suministro en la parte de soporte. No obstante, para poder realizar un suministro de energía a través de los cojinetes de soporte giratorios de los actuadores de ajuste en la parte de soporte, los cojinetes de soporte

giratorios mencionados presentan pasos giratorios para que atreviese el medio de presión. Un paso giratorio de este tipo puede integrarse a este respecto en cada cojinete de apoyo, de modo para cada actuador de ajuste está previsto un paso giratorio separado para el suministro de energía. En un perfeccionamiento alternativo de la invención, dado el caso, también solo uno de los cojinetes de apoyo puede estar provisto de un paso giratorio de este tipo, pudiendo tener lugar mediante un distribuidor adecuado en el lado del actuador de la parte de soporte una distribución del medio de presión que pasa a través del paso giratorio en los distintos actuadores de ajuste, pudiendo estar prevista en este caso una distribución en forma de estrella en los actuadores de ajuste o también una distribución en serie conectando los actuadores de ajuste en serie.

10 Los actuadores de ajuste pueden disponerse a este respecto conectados en paralelo hidráulicamente o también pueden alimentarse en serie en el sentido de una disposición maestro-esclavo desde la unidad de suministro.

15 Si, de la manera mencionada, están previstos al menos dos actuadores de ajuste, estos pueden disponerse en sentidos opuestos entre sí de tal manera que para el giro de los dos anillos de cojinete uno con respecto a otro uno de los actuadores de ajuste puede salir y otro de los actuadores de ajuste puede entrar. Con ello puede evitarse un volumen de péndulo y puede configurarse claramente más pequeño un acumulador de presión.

20 En cambio, como alternativa o adicionalmente, también pueden estar previstos al menos dos actuadores de ajuste, que están dispuestos para trabajar en el mismo sentido entre sí de tal manera que ambos actuadores de ajuste pueden salir al mismo tiempo y/o ambos actuadores de ajuste pueden entrar al mismo tiempo para rotar los dos anillos de apoyo uno con respecto a otro.

25 La parte de soporte de accionamiento de ajuste mencionada, en la que se apoya el al menos un actuador de ajuste o los varios actuadores de ajuste y la unidad de suministro está montada, en un perfeccionamiento de la invención puede estar diseñada esencialmente forma de placa o forma de plato y/o tener una extensión esencialmente transversal al eje de giro del cojinete giratorio y/o extenderse sobre uno de los anillos de cojinete a modo de cubierta. En particular, la parte de soporte mencionada puede extenderse sobre un centro de cojinete y/o estar conectada con varias secciones de anillo de cojinete, en particular también opuestas, pudiendo estar prevista una conexión circunferencial o múltiple al anillo de cojinete en el caso de una configuración en forma de disco o de plato. La parte de soporte puede tener a este respecto una estructura de placa plana, al menos aproximadamente cerrada y/o cerrar el anillo de soporte esencialmente por completo o al menos predominantemente, pero también puede estar diseñada como estructura de celosía o estructura de rejilla o también componerse solo de puntales. Ventajosamente, la parte de soporte mencionada forma un elemento de refuerzo que endurece un anillo de cojinete y/o una entalladura de cojinete del cubo de rotor contra la torsión, en el que la parte de soporte mencionada puede estar fijada de manera ventajosa rígidamente a uno de los anillos de cojinete y/o la entalladura de cojinete del cubo de rotor, por ejemplo mediante varios pernos roscados.

40 El al menos un actuador de ajuste, que está apoyado en dicha parte de soporte, puede, por otro lado, apoyarse directa o indirectamente en el otro anillo de cojinete, que puede girarse con respecto al anillo de cojinete al que está fijada la parte de soporte mencionada, de modo que pueden girarse los dos anillos de cojinete uno con respecto a otro entrando y saliendo o accionando el actuador de ajuste. La articulación del actuador de ajuste en el anillo de cojinete mencionado puede tener lugar ventajosamente por medio de un cojinete de apoyo giratorio adicional que soporta de manera giratoria el actuador de ajuste en el anillo de cojinete. El cojinete de apoyo mencionado puede unirse directamente al anillo de cojinete o estar conectado a una parte intermedia conectada con el anillo de cojinete, por ejemplo en forma de una brida de cojinete o de una consola de fijación.

50 Preferentemente, la articulación directa o también indirecta en este sentido del al menos un actuador de ajuste en el otro anillo de cojinete mencionado puede tener lugar por medio de una parte de apoyo que, a diferencia de la parte de soporte mencionada anteriormente en la que está previsto el otro punto de articulación del actuador de ajuste, deja libre el centro de cojinete y solo con el anillo de cojinete mencionado conectado en la zona de la articulación del actuador de ajuste, es decir, en particular, no está conectado con secciones de anillo de cojinete opuestas o distintas. En la parte de apoyo de un lado mencionada, que puede estar configurada como brida de cojinete o consola de fijación, pero también como una sección de anillo de cojinete integral puede estar previsto un cojinete de apoyo giratorio o articulado para soportar el actuador de ajuste. Mediante una articulación de un lado, que deja libre el centro de cojinete, del actuador de ajuste en el otro anillo de cojinete, por un lado, puede conseguirse una buena accesibilidad al al menos un actuador de ajuste, pero, por otro lado, también puede conseguirse una introducción de fuerza directa y favorable en el anillo de cojinete. Además, para el actuador de ajuste se crea el recorrido de desplazamiento más largo posible, que garantiza un amplio intervalo de ajuste sin problemas de colisión.

60 En cambio, en un perfeccionamiento alternativo, también puede estar previsto que una parte de soporte adicional, sobre la cual actúa el actuador de ajuste, esté conectada de manera resistente al giro con el anillo de cojinete adicional mencionado. Esta parte de soporte adicional puede estar configurada en forma de placa o de plato de la manera mencionada anteriormente o tener otra estructura y/o formar una parte de refuerzo que puede estar fijada a modo de cubierta al anillo de cojinete mencionado o también fijada a la pala de rotor en la zona de su entalladura de cojinete.

65 Sin embargo, la fijación mencionada anteriormente del actuador de ajuste directa o indirectamente al anillo de cojinete,

permite que el al menos un actuador de ajuste se acomode de una manera que ahorra espacio y le proporciona un recorrido de accionamiento adecuado. Además, puede conseguirse una transmisión de fuerza directa con un modo constructivo ligero.

5 En un perfeccionamiento adicional de la invención, el anillo exterior del cojinete giratorio puede estar conectado con el cubo de rotor y el anillo interior con la pala del rotor. En principio, sería concebible también una disposición invertida de los anillos de cojinete. No obstante, una conexión del anillo interior con la pala del rotor facilita su montaje en el cubo de rotor o el cojinete de paso unido al mismo.

10 La parte de soporte, en la que están montados el al menos un actuador de ajuste y su unidad de suministro, puede estar conectada ventajosamente con el anillo exterior y/o con el cubo de rotor, en particular de una manera resistente al giro, apoyándose el al menos un actuador de ajuste en este caso entonces con su segundo punto de articulación en el anillo interior del cojinete giratorio. Sin embargo, en un perfeccionamiento alternativo de la invención, también la parte de soporte mencionada puede estar conectada de manera resistente al giro con el anillo interior, apoyándose el al menos un actuador de giro en este caso en el anillo exterior.

15 En un perfeccionamiento de la invención, el cojinete de apoyo para soportar el al menos un actuador de ajuste puede presentar como alternativa o además del paso de suministro de energía mencionado también un paso de señal, en particular en forma de una línea de señal, que conecta un sistema de medición de recorrido de ajuste y/o de ángulo de ajuste previsto en los actuadores de ajuste con la unidad de suministro o un módulo de control conectado con la misma en el otro lado de la parte de soporte. En este sentido, el cojinete de apoyo puede presentar una triple funcionalidad que, además de la articulación giratoria para el actuador de ajuste y el paso de energía, también proporciona transmisión de señales.

20 En particular, el sistema de medición de recorrido mencionado para detectar movimientos de ajuste del al menos un actuador de ajuste y/o movimientos de giro generados por el mismo puede comprender un sensor angular integrado en el cojinete de apoyo y/o un sensor de medición de recorrido lineal integrado en el actuador de ajuste, en donde una línea de señal desde el sensor angular y/o el sensor de medición de recorrido hasta el dispositivo de control dispuesto en la unidad de suministro se guía a través del cojinete de apoyo, por ejemplo por medio de contactos deslizantes o una línea de señal adecuada.

25 La invención se explica en detalle a continuación por medio de ejemplos de realización preferidos y dibujos correspondientes. En los dibujos muestran:

35 la Figura 1: una representación esquemática en perspectiva de una turbina eólica con palas de rotor de inclinación ajustable de acuerdo con una realización ventajosa de la invención,

la Figura 2: una representación esquemática en perspectiva del cojinete giratorio y del accionamiento de ajuste integrado en el mismo para rotar los dos anillos de cojinete uno respecto a otro,

40 la Figura 3: una vista superior del cojinete giratorio y los actuadores de ajuste asociados de la figura 2,

la Figura 4: una vista superior de la unidad de suministro del accionamiento de ajuste, que está dispuesta en el lado opuesto a los actuadores de ajuste de la parte de soporte en forma de placa,

45 la Figura 5: una vista superior de un cojinete giratorio y los actuadores de ajuste dispuestos en el mismo de manera similar a la Figura 2, estando dispuestos los actuadores de ajuste de manera que trabajan en sentido opuesto entre sí,

50 la Figura 6: una vista superior de un cojinete giratorio similar a la Figura 3 y la Figura 5, comprendiendo el accionamiento de ajuste en esta realización solo un actuador de ajuste y estando montada la unidad de suministro junto con el actuador de ajuste de manera giratoria en la parte de soporte en forma de placa,

55 la Figura 7: una vista en corte esquemática de un gorrón montado de manera giratoria para soportar el actuador de ajuste de la Figura 6 en la parte de soporte, mostrando la vista en corte los canales hidráulicos para el suministro de medio de presión del actuador de ajuste a través del gorrón, y

60 la Figura 8: una vista en corte esquemática de un gorrón y el paso giratorio hidráulico integrado en el mismo con los canales hidráulicos formados en el mismo, que permite que la unidad de suministro gire con respecto al actuador de ajuste.

65 Como se muestra en la figura 1, el rotor 3 de la turbina eólica 1 puede estar montado de manera giratoria alrededor de un eje de rotor horizontal sobre una góndola 24 que puede disponerse en una torre 2 y girarse alrededor de un eje vertical para poder alinear el rotor 3 con la dirección del viento. En la góndola 24 mencionada pueden estar instaladas de manera en sí conocida las unidades de control, el generador y las unidades de convertidor de energía y auxiliares

adicionales.

5 El cubo de rotor 4 montado de manera giratoria en la góndola 24 alrededor del eje del rotor horizontal, porta varias palas de rotor 5, que están montadas de manera giratoria en el cubo de rotor 4 alrededor del eje longitudinal de pala de rotor, de modo que el ángulo de ataque de las palas de rotor 5 puede adaptarse a las condiciones de funcionamiento, en particular la resistencia al viento y el estado de encendido de la turbina eólica. Para ello, las palas de rotor 5 están montadas en cada caso en el cubo de rotor 4 por medio de un denominado cojinete de inclinación en forma de cojinete giratorio 6, véase la Figura 1.

10 Los cojinetes de inclinación o giratorios 6 mencionados comprenden a este respecto en cada caso al menos dos anillos de cojinete coaxiales giratorios uno con respecto a otro 7 y 8, cuyo eje de giro se extiende aproximadamente en paralelo al eje longitudinal de pala de rotor respectivo y/o radialmente al eje de giro de rotor. El cojinete giratorio 6 mencionado puede estar configurado, en este sentido, de manera fundamentalmente diferente, en particular en forma de un cojinete de rodamiento, en el que los anillos de cojinete 7 y 8 mencionados pueden estar soportados por cuerpos de rodamiento adecuados, por ejemplo, en forma de varias filas de cojinetes axiales y radiales. A este respecto, el 15 anillo de cojinete exterior 8 puede estar fijado rígidamente al cubo de rotor 4 y el anillo de cojinete interno giratorio 7 puede portar la pala de rotor respectiva 5 o puede estar conectado rígidamente con la pala de rotor 5 mencionada, pudiendo sin embargo en una disposición contraria, es decir, el anillo interior 7 podría estar fijado al cubo 4 y el anillo exterior 8 podría estar fijado a la pala de rotor 5.

20 Para poder ajustar el ángulo de inclinación de la pala de rotor respectiva 5 de la manera deseada, está asociada una unidad de ajuste 10 a los anillos de cojinete 7 y 8, que ventajosamente puede estar dispuesta esencialmente por completo en el espacio interior encerrado por los anillos de cojinete 7 y 8 y los dos anillos de cojinete 7 y 8 pueden girarse uno con respecto a otro.

25 La unidad de ajuste 10 mencionada puede estar diseñada en este sentido electrohidráulicamente, pudiendo suministrarse al menos un actuador de ajuste preferentemente lineal 11 con medio de presión desde una unidad de suministro 12 para accionar el actuador de ajuste 11. La unidad de suministro 12 mencionada puede comprender en este sentido una bomba 14 que puede ser accionada por un motor eléctrico 15 para presurizar un medio de presión adecuado tal como aceite hidráulico. El medio de presión presurizado podría aplicarse a este respecto directamente al al menos un actuador de ajuste 11 a través de medios de control de flujo adecuados tales como válvulas. Ventajosamente, la unidad de suministro 12 también puede comprender al menos un acumulador de presión 13, en particular también al menos un acumulador de baja presión y al menos un acumulador de alta presión, que la bomba 14 puede llenar o cargar. El actuador de ajuste 11 puede ser presurizado desde el al menos un acumulador de presión 13.

30 La presurización del al menos un actuador de ajuste 11 se controla ventajosamente a través de un equipo de control que comprende equipos de control de flujo adecuados, por ejemplo una o varias válvulas 17, que pueden reunirse ventajosamente en un bloque de válvula 16 al que pueden estar conectados la bomba 14 y/o el al menos un acumulador de presión 13. La unidad de suministro 12 puede formar ventajosamente un sistema hidráulicamente autártico que genera la presión hidráulica que debe proporcionarse. La unidad de suministro 12 necesita únicamente una conexión de suministro de corriente para suministrar al motor eléctrico 15 corriente eléctrica para accionar la bomba 14. También los módulos de control necesarios, en particular los actuadores de válvula, que pueden estar configurados electromagnéticamente, y/o módulos de control electrónicos, tales como las placas de circuito, también 45 pueden integrarse en la unidad de suministro 12.

50 Como muestra una comparación de las Figuras 2 y 3 con la Figura 4, la unidad de suministro 12, por un lado, y el al menos un actuador de ajuste 11, por otro lado, están dispuestos en diferentes lados de una parte de soporte 9, que está configurada en forma de placa o plato y se extiende esencialmente en transversal al eje de giro del cojinete giratorio 6. La parte de soporte 9 mencionada puede estar a este respecto ventajosamente conectada rígidamente con el anillo de soporte, que está unido fijamente al cubo de rotor 4, y formar un elemento de refuerzo para endurecer este anillo de cojinete. La parte de soporte 9 mencionada puede a este respecto, por ejemplo, formar una especie de tapa o pared que puede cerrar esencialmente por completo el anillo de cojinete 8, pudiendo estar previsto un orificio de paso de mantenimiento en la parte de cojinete 9 para llegar al interior de la pala del rotor 5 desde el cubo de rotor 4, 55 pudiendo cerrarse el orificio de paso de mantenimiento mencionado también mediante una tapa o puerta.

60 Ventajosamente, a este respecto, el al menos un actuador de ajuste 11 está dispuesto en el lado de pala de rotor de la parte de soporte 9 y la unidad de suministro 12 en el lado de cubo de la parte de soporte 9, teniendo la unidad de suministro 12 y el al menos un actuador de ajuste 11 una configuración de cuerpo alargado, en conjunto plano, y pudiendo estar dispuestos con su eje de extensión longitudinal esencialmente transversal al eje de giro del cojinete giratorio 6 y/o en paralelo a la extensión de la parte de soporte 9, véanse las Figuras 2 a 6.

65 Como muestran las figuras 2 y 3, a este respecto, según una realización de la invención, pueden estar previstos dos actuadores de ajuste 11 en forma de unidades de cilindro, que están dispuestos excéntricamente con respecto al eje de giro del cojinete giratorio 6 para poder provocar el movimiento de giro. Los actuadores de ajuste 11 tienen, a este respecto, por un lado, un punto de articulación 25 en la parte de soporte 9 y, por otro lado, un punto de articulación 26

en el anillo de cojinete 7 conectado con la pala de rotor 5, pudiendo estar formados los puntos de bisagra 25 y 26 mencionados mediante cojinetes de soporte pivotantes o articulados, por medio de los que los actuadores de ajuste 11 están apoyados directa o indirectamente en la parte de soporte 9 y el anillo de cojinete 7.

5 Como muestra la Figura 3, los actuadores de ajuste 11 están soportados a este respecto en cada caso por un cojinete de apoyo 18 en la parte de soporte 9, estando configurado el cojinete de apoyo 18 mencionado de manera articulada y/o de manera giratoria y presentando al menos un eje de giro de cojinete en paralelo al eje de giro del cojinete giratorio 6.

10 El otro punto de articulación 26 en el anillo de cojinete 7 se forma ventajosamente asimismo por un cojinete de apoyo que puede estar configurado de manera correspondientemente de manera articulada y/o giratoria con al menos un eje de giro en paralelo al eje de giro de cojinete giratorio. La articulación en el anillo de soporte 7 puede realizarse en este sentido mediante una consola de articulación 28 que está conectada rígidamente con el anillo de soporte 7.

15 Si los actuadores de ajuste lineales 11 están configurados como unidades de cilindro, el cilindro está apoyado ventajosamente en el cojinete de apoyo 18, que está previsto en la parte de soporte 9, para poder conducir el suministro hidráulico, que está guiado a través del cojinete de apoyo 18, directamente al cilindro. En principio, en cambio, sería también concebible una disposición invertida de los actuadores de ajuste 11, pudiendo estar previsto en este caso una alimentación de fluido de presión a través del vástago de pistón.

20 Los varios actuadores de ajuste 11 pueden estar dispuestos para trabajar en el mismo sentido entre sí de tal manera que para girar los dos anillos de apoyo 7 y 8 uno con respecto a otro, ambos actuadores de ajuste 11 pueden salir al mismo tiempo y/o ambos actuadores de ajuste 11 pueden entrar al mismo tiempo, tal como se muestra en la Figura 3. Como muestra la Figura 5, pueden estar previstos también al menos dos actuadores de ajuste 11 que están dispuestos en sentido opuesto entre sí de tal manera que para girar los dos anillos de apoyo 7 y 8 uno con respecto a otro, uno de los actuadores de ajuste puede salir y otro de los actuadores de ajuste puede entrar. Como muestra la Figura 6, en cambio, en principio también solo un actuador de ajuste puede ser suficiente, en particular cuando solo gira palas de rotor más pequeñas o, en general, solo se pueden dominar o aplicar fuerzas o momentos de giro más pequeños.

25 Si de acuerdo con las Figuras 2 y 3 o Figura 5 están previstos varios actuadores de ajuste 11, la unidad de suministro 12, como muestra la Figura 4, puede estar conectada de manera rígida o resistente al giro a la parte de soporte 9. Para compensar la desalineación angular entre unidad de ajuste 10 y actuador de ajuste 11 que se produce durante movimientos de ajuste, el cojinete de apoyo 18 o el suministro de energía integrado en el mismo pueden estar configurados como un paso giratorio 29, tal como se muestra en la Figura 8.

30 En este sentido, un gorrón 19 que soporta el actuador de ajuste 11, que es guiado a través de la parte de soporte 9, puede estar montado de manera giratoria en la parte de soporte 9 alrededor del eje de giro de cojinete 27 mencionado anteriormente, por ejemplo por medio de uno o varios cojinetes giratorios que están configurados como cojinetes de rodamiento 30 y el gorrón 19 en la parte de soporte 9, véase la Figura 8. A este respecto, una parte giratoria, por ejemplo en forma de un empujador 21, puede engancharse de manera giratoria con el gorrón 19 y puede estar dispuesta coaxialmente con respecto al gorrón 19 mencionado o su eje de giro de cojinete 27. Por ejemplo, puede estar previsto un empujador esencialmente cilíndrico 21, alojado en un agujero de gorrón en el interior del gorrón 19, que sobresale en el lado frontal del gorrón 19 hacia el lado de cubo y puede girar con respecto al gorrón 19, de modo que el empujador 21 puede estar unido con la unidad de suministro 12, en particular su bloque de válvula 16. La unidad de suministro 12 mencionada puede estar montada en este sentido rígidamente o de manera resistente al giro en la parte de soporte 9. Debido al paso giratorio 29, el gorrón 19 puede girarse con respecto a la unidad de suministro montada de manera resistente al giro 12 y, no obstante, pasar fluido hidráulico a los actuadores de ajuste 11.

35 Como muestra la Figura 8, los canales hidráulicos 23 previstos en la parte giratoria o el empujador 21 comunican independientemente de la posición de giro con los canales hidráulicos 22 en el gorrón 19, de modo que los actuadores de ajuste 11 pueden ser alimentados con medio de presión a través del cojinete de apoyo 18.

40 Si la unidad de ajuste 10 tiene solo un actuador de ajuste 11 para girar los anillos de cojinete 7 y 8 entre sí, como se muestra en la Figura 6, el actuador de ajuste 11 puede apoyarse de manera análoga en cada caso excéntricamente por un lado en la parte de soporte 9 o, por otro lado, directa o indirectamente en el anillo de cojinete 7 y presentar puntos de articulación 25 y 26 correspondientes, que están configurados de manera articulada y giratoria.

45 El cojinete de apoyo 18 para soportar el actuador de ajuste 11 en la parte de soporte 9 tiene en este sentido asimismo un paso de energía integrado en forma de canales de medio de presión. Como muestra la Figura 7 en comparación con la Figura 8, puede prescindirse en este sentido, sin embargo, de un paso giratorio y la unidad de suministro 12 puede conectarse directamente al gorrón 19 de una manera de conexión de energía, en particular de manera que conecta hidráulicamente.

50 Ventajosamente, la unidad de ajuste 10 puede estar en este sentido fijada de manera giratoria en el gorrón 19 montado a su vez de manera giratoria, de modo que la unidad de suministro 12 puede girar con respecto a la parte de soporte 9 junto con el gorrón 19 y, por lo tanto, junto con el actuador de ajuste 11. De este modo, no se producen movimientos

angulares o torsiones entre la unidad de suministro 12 y el actuador de ajuste 11, de modo que la unidad de suministro 12 puede estar dispuesta en el gorrón 19 de manera resistente al giro o rígidamente. El bloque de válvula 16 puede conectarse a este respecto directamente a los canales hidráulicos 22 en el gorrón 19.

5 Para ello, la unidad de suministro 12 puede reunirse con sus distintos componentes, tales como acumulador de presión 13 y/o bomba 14 y/o motor eléctrico 15 para formar un módulo premontado que puede montarse como unidad en el gorrón 19, por ejemplo, por medio de un soporte de montaje 31 que puede estar diseñado como una placa, véase la Figura 4, y por un lado porta los componentes mencionados de la unidad de suministro 12 y por otro lado puede fijarse al gorrón 19.

10 Para poder controlar exactamente los movimientos de ajuste del al menos un actuador de ajuste 11, en la unidad de ajuste 10 puede estar integrado un sistema de medición de recorrido adecuado 32, por medio del que puede detectarse el movimiento de ajuste generado por el actuador de ajuste 11 y/o el movimiento de giro asociado con ello de los anillos de cojinete 7 y 8 uno con respecto a otro. De esta manera, puede verificarse a modo de control y/o regulación de retroalimentación por medio de la señal de medición de desplazamiento correspondiente si una señal de ajuste
15 dada al bloque de válvula 16 ha generado un movimiento de ajuste correspondiente o tiene que reajustarse.

Como muestra la Figura 2, el sistema de medición de recorrido 32 mencionado puede comprender ventajosamente en este sentido uno o varios sensores que pueden estar integrados en el al menos un actuador de ajuste 11 y/o en su cojinete de apoyo 18. En particular, puede estar previsto un sensor de recorrido lineal 33 en el actuador de ajuste 11, en particular estar integrado en su unidad de cilindro, para detectar directamente el movimiento de ajuste del actuador de ajuste 11. Como alternativa o adicionalmente, en el cojinete de apoyo 18 puede estar integrado un sensor de detección angular 34, que detecta un giro del gorrón 19 y/o del actuador de ajuste 11 con respecto a la parte de soporte 9, para detectar el giro del actuador de ajuste 11 con respecto a la parte de portador 9 asociado con un movimiento de ajuste del actuador de ajuste 11, giro que a su vez es una medida del giro de los anillos de cojinete uno con respecto a otro.
20
25

Como alternativa o adicionalmente, un sensor angular 35 puede medir también directamente el giro de los anillos de cojinete 7 y 8 uno con respecto a otro, para lo que el sensor angular 35 mencionado puede estar asociado a los dos anillos de cojinete 7 y 8, por ejemplo integrado en uno de los anillos de cojinete.
30

REIVINDICACIONES

1. Unidad de ajuste, en particular para el ajuste de un ángulo de inclinación de una pala de rotor de turbina eólica (5), con un cojinete giratorio (6) que comprende al menos dos anillos de cojinete coaxiales que pueden girar uno con respecto a otro (7,8), al menos un actuador de ajuste (11) para girar los dos anillos de cojinete uno con respecto a otro así como una unidad de suministro (12) para el suministro de energía del actuador de ajuste (11), en la que el al menos un actuador de ajuste (11) y la unidad de suministro (12) están dispuestos en lados opuestos de una parte de soporte de accionamiento de ajuste preferentemente en forma de placa o en forma de plato (9) que está conectada con uno de los anillos de cojinete (7,8) directa o indirectamente de manera resistente al giro y presenta un cojinete de apoyo giratorio (18) para el apoyo giratorio del actuador de ajuste (11), en la que la unidad de suministro (12) está conectada con el actuador de ajuste (11) a través de al menos un canal de medio de presión (22; 23) que atraviesa el cojinete de apoyo (18), **caracterizada por que** el cojinete de apoyo (18) presenta un paso giratorio de medio de presión (29) que comprende dos partes de cojinete que pueden girar una respecto a otra, sobre cuya interfaz discurre un canal de medio de presión (22, 23).
2. Unidad de ajuste según la reivindicación anterior, en la que una conexión de suministro de energía y/o de control entre la unidad de suministro (12) y el actuador de ajuste (11) está diseñada sin tubo flexible y sin cable y está pasa exclusivamente a través del cojinete de apoyo giratorio (18) para el apoyo giratorio del actuador de ajuste (11) en la parte de soporte de accionador de ajuste (9).
3. Unidad de ajuste según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el paso giratorio (29) comprende un gorrón (19) y un empujador (21) montado de manera giratoria sobre el mismo, en la que al menos un canal de medio de presión (23) en el empujador (21) y al menos un canal hidráulico (22) en el gorrón (19) se encuentran en conexión de flujo entre sí.
4. Unidad de ajuste según una de las reivindicaciones anteriores, en la que la unidad de suministro (12) está montada de manera resistente al giro en la parte de soporte (9) y está conectada a través del paso giratorio (29) al gorrón (19) que puede girar con respecto a la misma.
5. Unidad de ajuste según una de las reivindicaciones anteriores, en la que la unidad de suministro (12) con sus distintos componentes, en concreto, un motor eléctrico (15) y/o una bomba (14) y/o un acumulador de presión (13), está reunida en un módulo premontado sobre un soporte de montaje (31) y puede montarse como unidad en la parte de soporte (9) o en el cojinete de apoyo (18).
6. Unidad de ajuste según una de las reivindicaciones anteriores, en la que un dispositivo de control para controlar los movimientos de ajuste del al menos un actuador de ajuste (11) presenta un sistema de medición de desplazamiento (32) para la detección de movimientos de ajuste del al menos un actuador de ajuste (11) y/o movimientos de giro generados por el mismo, en el que el sistema de medición de desplazamiento (32) mencionado comprende un sensor angular (34) integrado en el cojinete de apoyo (18) y/o un sensor de medición de desplazamiento lineal (33) integrado en el actuador de ajuste (11), en la que una línea de señal desde el sensor angular (34) y/o el sensor de medición de desplazamiento (33) hasta el dispositivo de control dispuesto en la unidad de suministro (12) atraviesa el cojinete de apoyo (18).
7. Unidad de ajuste según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el al menos un actuador de ajuste (11) está acoplado de manera articulada, por un lado, en la parte de soporte (9) mencionada, que está conectada de manera resistente al giro con uno de los anillos de cojinete (8) y se extiende sobre un centro de cojinete, y por otro lado, está acoplado de manera articulada en el otro de los anillos de cojinete (7), en la que en el otro anillo de cojinete (7) mencionado está prevista una parte de apoyo (28) que deja libre el centro de cojinete, que está conectada con el anillo de cojinete (7) solo en la zona de la articulación del actuador de ajuste (11).
8. Unidad de ajuste según una de las reivindicaciones anteriores, en la que están previstos al menos dos actuadores de ajuste (11) que están dispuestos en sentido opuesto entre sí de tal manera que para girar los dos anillos de apoyo (7, 8) uno con respecto a otro, uno de los actuadores de ajuste puede salir y otro de los actuadores de ajuste puede entrar.
9. Unidad de ajuste según una de las reivindicaciones anteriores, en la que están previstos al menos dos actuadores de ajuste (11), que están dispuestos de manera que trabajan en el mismo sentido entre sí de tal manera que para girar los dos anillos de apoyo (7, 8) uno con respecto a otro, ambos actuadores de ajuste (11) pueden salir al mismo tiempo y/o ambos actuadores (11) pueden entrar al mismo tiempo.
10. Turbina eólica con un rotor (3) que presenta palas de rotor (5) ajustables en su ángulo de inclinación, en la que para el ajuste del ángulo de inclinación de las palas de rotor (5) está prevista una unidad de ajuste de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.
11. Turbina eólica según la reivindicación anterior, en la que un anillo interior (7) del cojinete giratorio (6) está conectado de manera resistente al giro con una pala del rotor (5) y un anillo exterior (8) del cojinete giratorio (6) está conectado

de manera resistente al giro con un cubo de rotor, en la que la parte de soporte (9) mencionada, en el que está apoyado el al menos un actuador de ajuste, está conectado de manera resistente al giro con el anillo exterior (8) del cojinete giratorio (6), y el al menos un actuador de ajuste (11), por un lado, está acoplado de manera articulada en el anillo interior (7) del cojinete giratorio (6), estando prevista en el anillo interior (7) mencionado una parte de apoyo (28) que deja libre el centro de cojinete, que está conectada con el anillo interior (7) solo en la zona de la articulación del actuador de ajuste (11).

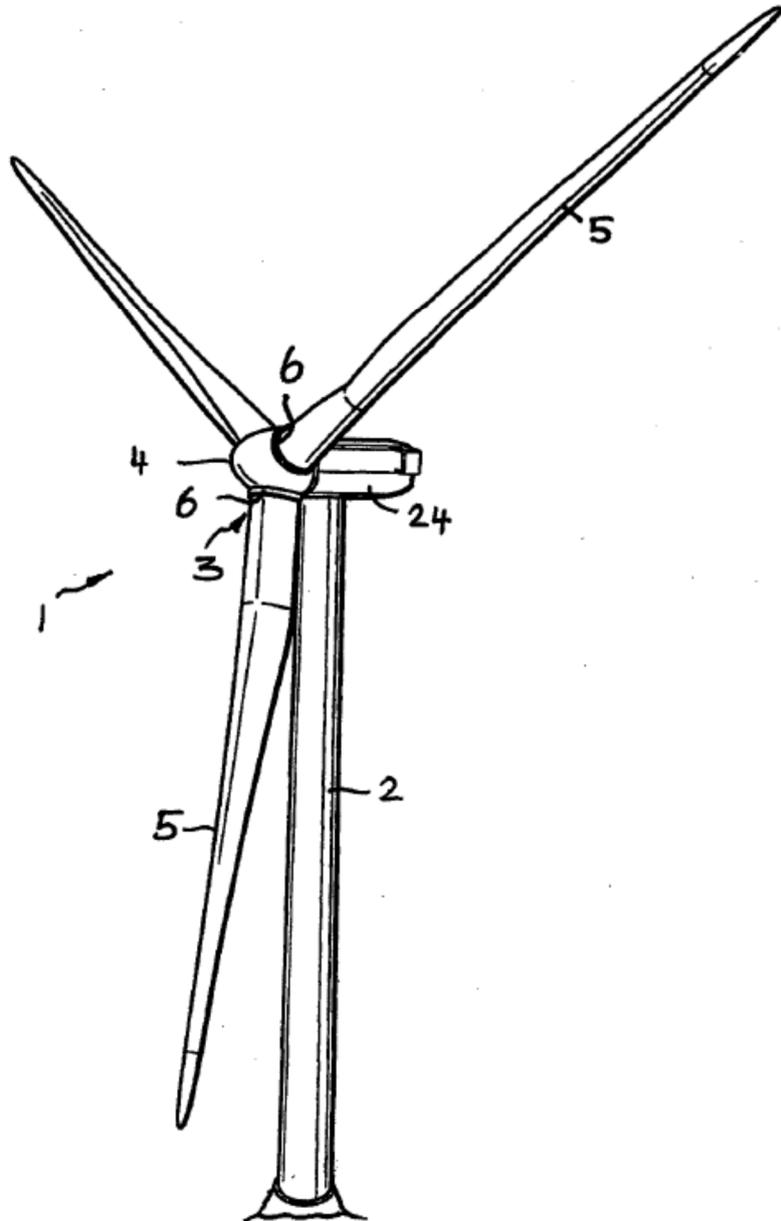


FIG. 1

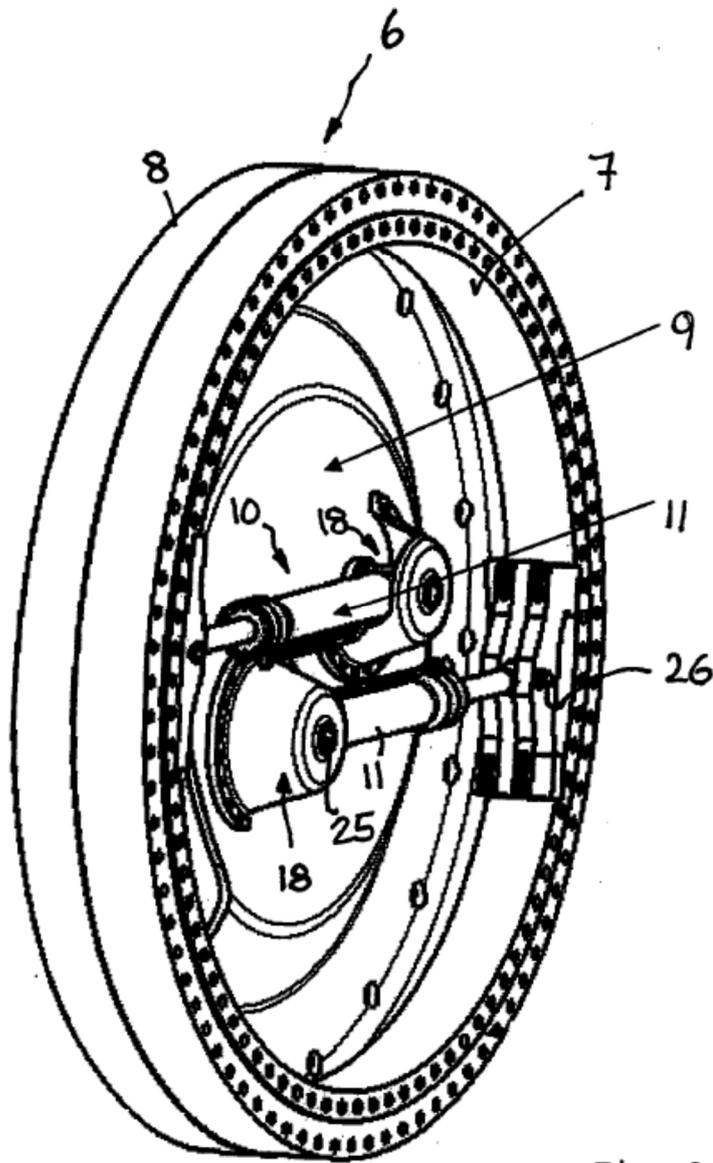


Fig. 2

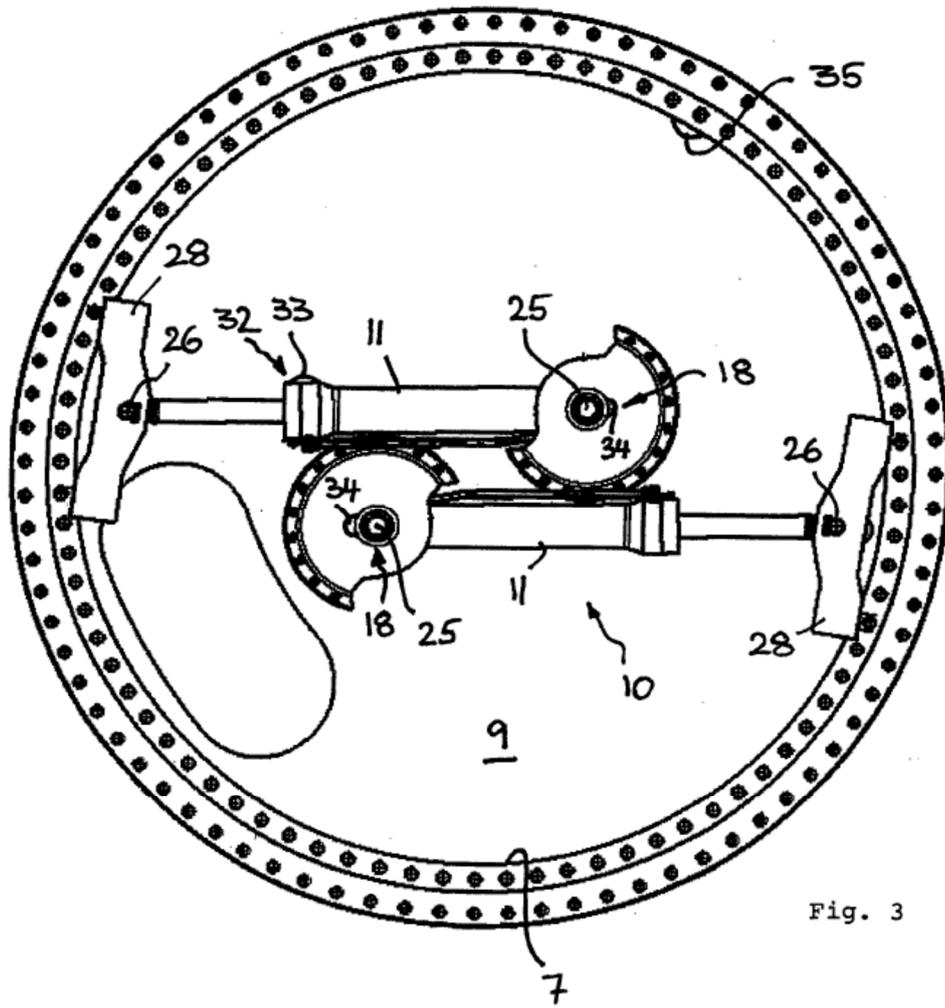


Fig. 3

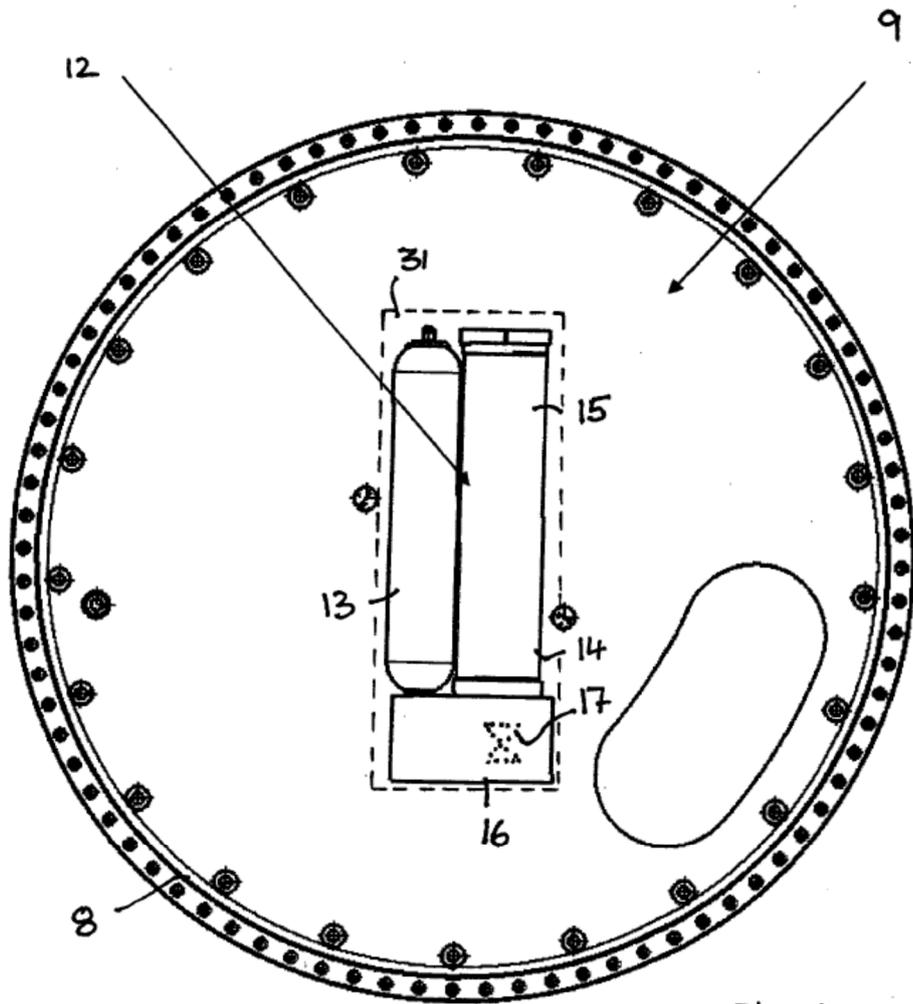


Fig. 4

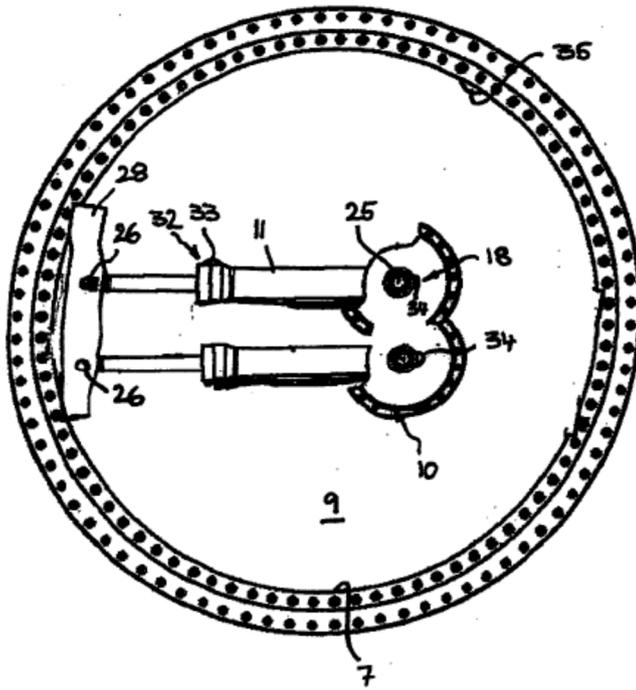


Fig. 5

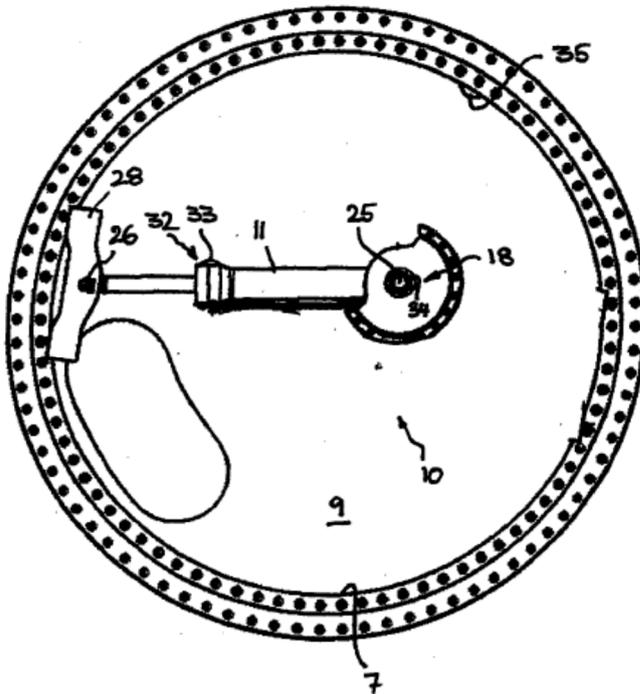


Fig. 6

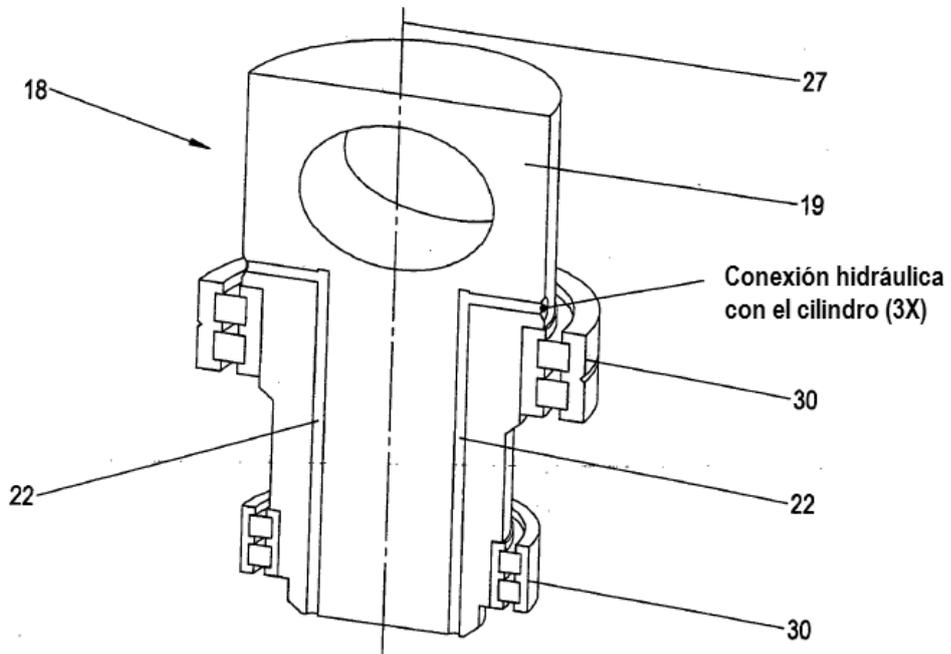


Figura 7

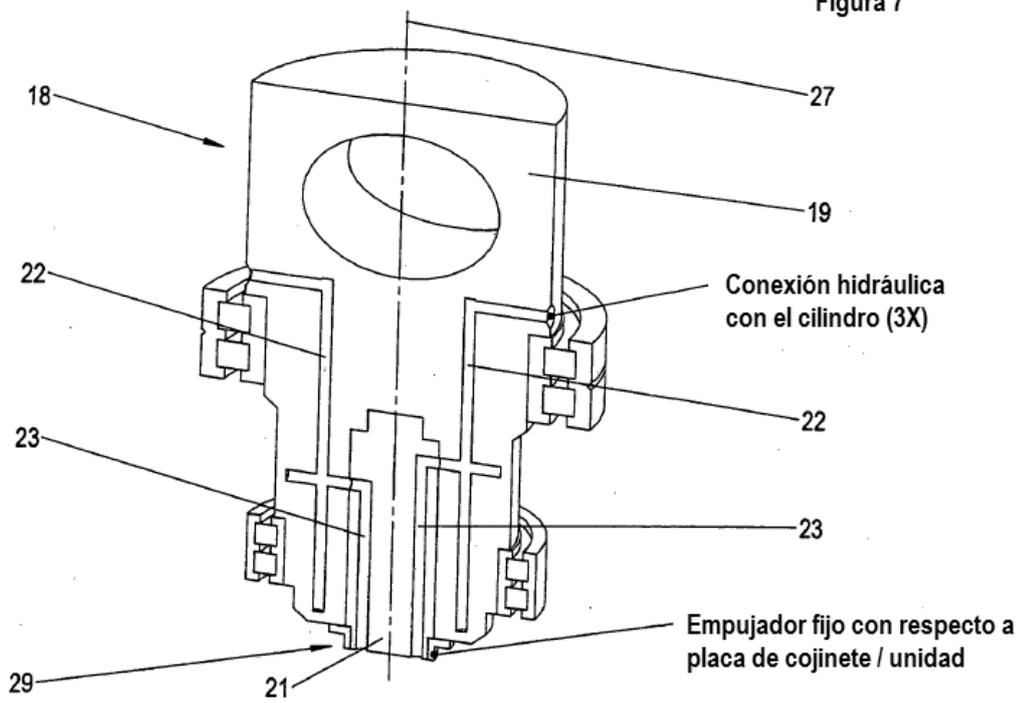


Figura 8