

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 819 900**

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/EP2016/000408**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.09.2016 WO16142054**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.03.2016 E 16708606 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2020 EP 3268603**

54 Título: **Unidad de regulación para regular el paso de una pala de rotor y turbina eólica con una unidad de regulación de este tipo**

30 Prioridad:

11.03.2015 DE 202015001902 U

02.04.2015 DE 102015004349

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

19.04.2021

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 2 819 900 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 regulación para regular el paso de una pala de rotor y turbina eólica con una unidad de regulación de este tipo

La presente invención se refiere en general a turbinas eólicas con palas de rotor regulables, cuyo ángulo de paso puede regularse. A este respecto, la invención se refiere en particular a una unidad de regulación para regular el ángulo de paso 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 al otro, al menos un actuador de regulación para girar ambos anillos de cojinete uno con respecto al otro así como una unidad de suministro para el suministro de energía del actuador de regulación, estando dispuestos el al menos un actuador de regulación y la unidad de suministro en una parte de portador de elemento de elemento de accionamiento de regulación preferiblemente con forma de placa o disco que está conectada de manera resistente al giro directa o indirectamente con uno de los anillos de cojinete.

En las turbinas eólicas modernas puede regularse el ángulo de ataque de las palas de rotor para poder adaptar las relaciones de flujo en las palas de rotor y el momento de giro generado por las palas de rotor a distintas condiciones de funcionamiento tales como el apagado de la turbina y, en particular, a distintas fuerzas y relaciones de viento. Con este propósito, las palas de rotor están alojadas de manera giratoria habitualmente por medio de cojinetes de rodillos grandes o también cojinetes de deslizamiento alrededor de su eje longitudinal en el buje de rotor, de tal modo que las palas de rotor pueden girarse alrededor de sus ejes longitudinales de pala con respecto al buje de rotor y, por consiguiente, puede modificarse el ángulo de ataque de las palas de rotor. A este respecto, la unidad de regulación para regular dicho ángulo de ataque o de paso de una pala de rotor comprende habitualmente un elemento de elemento de accionamiento de regulación que está dispuesto en la región del cojinete giratorio entre el buje de rotor y la pala de rotor y gira ambos anillos de cojinete del cojinete giratorio uno con respecto a otro por medio de al menos un actuador de regulación que trabaja de manera preferiblemente lineal, ya sea por medio de la actuación directa sobre los anillos de cojinete o indirectamente sobre componentes conectados con los mismos tales como, por ejemplo, el buje de rotor o la propia pala de rotor o partes de estructura conectadas con los mismos tales como, por ejemplo, las placas de rigidización que refuerzan los anillos de cojinete.

Por el documento WO 2012/069062 A1 se conoce una turbina eólica en la que la unidad de regulación para regular el paso de las palas de rotor para cada pala de rotor comprende un par de cilindros hidráulicos, así como una unidad de suministro correspondiente con acumuladores de presión y válvulas de control que están montados en una placa de portador que cierra el anillo interior del cojinete giratorio y está fijada de manera resistente al giro con el anillo interior de manera conjunta en el buje de rotor. A este respecto, la unidad de suministro mencionada está sujeta con los acumuladores de presión y las válvulas de control en el lado interior, es decir, el lado dirigido hacia el buje de rotor de dicha placa de portador, mientras que el par de cilindros hidráulicos está dispuesto en el lado exterior de la placa de portador y soportado en el mismo, por un lado, en la placa de portador y, por otro lado, soportado en una parte de estructura conectada con el anillo exterior del cojinete giratorio, de tal modo que por medio de la retracción y el despliegue de los cilindros hidráulicos el anillo exterior gira con respecto al anillo interior y, por consiguiente, puede regularse el ángulo de paso de la pala de rotor.

Se conocen sistemas de regulación de paso similares para las palas de rotor de turbinas eólicas 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.

Un elemento de accionamiento de regulación de este tipo se caracteriza por su modo constructivo compacto, dado que por medio de la distribución del actuador de regulación y la unidad de suministro en diferentes lados de la placa de portador puede conseguirse una disposición en el espacio interior encerrado por los anillos de cojinete. Además, el elemento de accionamiento de regulación puede combinarse junto con el cojinete giratorio para dar un conjunto premontado que no debe ensamblarse primero en altura en el buje de rotor y ya puede comprobarse de antemano en cuanto a su capacidad funcional.

Sin embargo, de la distribución de la unidad de suministro y los actuadores de regulación en lados de placa de portador opuestos se desprende la problemática de que la placa de portador debe presentar rebajes pasantes relativamente grandes para las líneas de suministro, con lo que se compromete la resistencia de la placa de portador y, por consiguiente, su efecto de refuerzo para el anillo de cojinete. Esta problemática se agudiza aún porque los actuadores de regulación en el caso de la regulación de paso se giran con respecto a la placa de portador y, por consiguiente, con respecto a la unidad de regulación, de tal modo que las aberturas pasantes para las líneas de suministro deben ser lo suficientemente grandes como para poder compensar el desplazamiento de giro. Por otro lado, puede producirse de este modo una problemática de colisión, en particular cuando en el caso de grandes palas de rotor y, por consiguiente, grandes fuerzas que deben dominarse están previstos varios actuadores de regulación para regular una pala de rotor. Además, por medio de flexiones continuas de un lado a otro de las líneas y los cables se producen fenómenos de fatiga o líneas y cables excesivamente largos, cuando se da a los mismos un radio de flexión de manera suficiente para combatir esta problemática de fatiga.

Partiendo de esto, la presente invención se basa en el objetivo de lograr una turbina eólica mejorada y una unidad de regulación mejorada para regular en particular el ángulo de paso de una pala de rotor que evite las desventajas

del estado de la técnica y perfeccionen esta última de manera ventajosa. En particular, debe lograrse una unidad de regulación compacta y de construcción reducida, que debilite lo menos posible la estructura de cojinete giratorio y su refuerzo y evite en la medida de lo posible la problemática de colisión que se produce al girar las partes de cojinete.

Según la invención, dicho objetivo se alcanza por medio de una turbina eólica según la reivindicación 10, así como una unidad de regulación según la reivindicación 1. Las configuraciones preferidas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

Por tanto, se propone que no sólo el al menos un actuador de regulación sino también la unidad de suministro estén alojados de manera giratoria con respecto a la parte de portador en la que está soportado el actuador de regulación, de tal modo que al regular el paso de la pala de rotor y, por consiguiente, al girar los anillos de cojinete uno con respecto al otro, tanto el al menos un actuador de regulación como su unidad de suministro pueden girarse o hacerse pivotar con respecto a la parte de portador de elemento de accionamiento de regulación. Según la invención, al menos una parte de la unidad de suministro está alojada de manera giratoria junto con el actuador de regulación en la parte de portador, de tal manera que la unidad de suministro o su parte alojada de manera giratoria y el actuador de regulación pueden girarse y/o hacerse pivotar de manera conjunta sin giro relativo entre sí con respecto a la parte de portador. Debido a la ausencia de movimientos relativos entre el actuador de regulación y la unidad de suministro, las conexiones entre el actuador de regulación y la unidad de suministro pueden simplificarse claramente y pueden evitarse problemas de fatiga debido a las líneas y los cables que se flexionan de un lado a otro.

A este respecto, el cojinete giratorio de la unidad de suministro puede combinarse en particular con el soporte o cojinete giratorio del al menos un actuador de regulación, de tal modo que la unidad de suministro y el actuador de regulación pueden girarse de manera conjunta con respecto a la parte de portador, en particular de tal manera que no se produce ningún giro entre la unidad de suministro y el actuador de regulación, sino sólo un giro común con respecto a la parte de portador. Por medio de un cojinete giratorio común para el actuador de regulación y la unidad de suministro puede conseguirse una construcción simple con pocas partes y una disposición que ahorra espacio. Además, debido a la ausencia del desplazamiento de giro entre la unidad de suministro y el actuador de regulación, la conexión de suministro de energía entre la unidad de suministro y el actuador de regulación puede estar configurada de manera especialmente simple.

En un perfeccionamiento de la invención puede estar previsto integrar la conexión que suministra energía desde la unidad de suministro hasta el al menos un actuador de regulación en el cojinete de soporte giratorio mediante el cual está soportado el actuador de regulación en la parte de portador de elemento de accionamiento de regulación y, por consiguiente, uno de los anillos de cojinete, en particular cuando la unidad de suministro y el al menos un actuador de regulación están dispuestos en lados opuestos de la parte de portador preferiblemente con forma de placa. De manera ventajosa, la unidad de suministro está conectada con el elemento de accionamiento de regulación mediante al menos un canal de medio de presión que se conduce a través del cojinete de soporte. A este respecto, el cojinete de soporte posee una función doble y forma, por un lado, el punto de acoplamiento mediante articulación giratorio para el actuador de regulación y, por otro lado, el conducto de energía que suministra energía al actuador de regulación desde la unidad de suministro. De este modo, puede prescindirse de rebajes pasantes independientes para conducir cables y tubos flexibles en la parte de portador y, por consiguiente, evitarse un debilitamiento correspondiente de la parte de portador.

En un perfeccionamiento ventajoso de la invención, la conexión entre la unidad de suministro y el actuador de regulación puede estar configurada totalmente sin tubos flexibles ni cables. La conexión de suministro de energía y una conexión de control, dado el caso, también necesaria entre la unidad de suministro y el actuador de regulación pueden estar integradas en dicho lugar de soporte giratorio y conducirse exclusivamente a través de dicho cojinete de soporte. Una parte de estructura de cojinete tal como, por ejemplo, un pasador de cojinete puede presentar al menos un taladro de suministro de energía para el suministro de energía del actuador de regulación. Mediante la eliminación de conexiones de tubos flexibles y cables independientes que deben guiarse a través de rebajes pasantes independientes en el cojinete de soporte, puede no sólo evitarse un debilitamiento de la parte de portador, sino también eliminarse la problemática mencionada al principio en el giro de los anillos de cojinete uno con respecto al otro y el pivotado que aparece de los actuadores de regulación, dado que no hay ningún cable o tubo flexible abombado en partes de estructura de cojinete. Dado el caso, el al menos un actuador de regulación puede presentar en su lado exterior absolutamente tubos o líneas de medio de presión, por ejemplo, con forma de tubos hidráulicos exteriores, preferiblemente, sin embargo, no está presente ningún tubo flexible o cable que se guíen a través de la parte de portador que porta el elemento de accionamiento de regulación.

Según la invención, está previsto un muñón de cojinete que atraviesa la parte de portador en el que, por un lado, se soporta el actuador de regulación y al que, por otro lado, está sujeta la unidad de suministro, pudiendo presentar dicho muñón de cojinete al menos un canal de medio de presión para conectar la unidad de suministro con el actuador de regulación de manera que se suministra energía. A este respecto, dicho muñón de cojinete está alojado de manera giratoria en la parte de portador, por ejemplo, por medio de un cojinete de rodillos adecuado y/o al menos un cojinete de deslizamiento adecuado. Los componentes de la unidad de suministro tal como la bomba, el motor eléctrico y el acumulador de presión pueden combinarse para dar un conjunto premontado que se monta como una unidad en el muñón de cojinete.

Dado el caso, un muñón de cojinete de este tipo también puede estar configurado como un manguito o de otra manera como parte de estructura de cojinete, en el que puede estar soportado, por un lado, el actuador de regulación y, por otro lado, la unidad de suministro.

En particular, una capacidad de giro común de este tipo del actuador de regulación y la unidad de suministro con respecto a la parte de portador de elemento de accionamiento de regulación puede ser ventajosa entonces cuando sólo está previsto un único actuador de regulación para regular el paso de la pala de rotor o para girar los anillos de cojinete uno con respecto al otro, o cuando están previstas unidades de suministro independientes en cada caso para varios actuadores de regulación para regular el paso de una pala de rotor. Por ejemplo, la última configuración puede estar realizada porque a cada actuador de regulación está asociada una unidad de suministro, por ejemplo, en forma de un acumulador de presión y/o una bomba que puede accionarse, que puede sujetarse de la manera mencionada anteriormente en cada caso al muñón de cojinete o la parte de estructura de cojinete en el que también está soportado el actuador de regulación correspondiente.

A este respecto, cada unidad de suministro puede estar alojada de manera giratoria conjuntamente en cada caso con "su" actuador de regulación. De manera alternativa, dado el caso también puede estar alojada de manera giratoria con respecto a la parte de portador sólo una unidad de suministro junto con un actuador de regulación asociado, mientras que la otra unidad de suministro puede estar alojada de manera rígida o resistente al giro en la parte de portador. A este respecto, para poder realizar, sin embargo, un suministro de energía en la parte de portador a través del cojinete de soporte giratorio del actuador de regulación giratorio hacia su unidad de suministro de energía, dicho cojinete de soporte giratorio puede presentar un conducto giratorio para conducir el medio de presión. A este respecto, un conducto giratorio de este tipo puede integrarse en el cojinete de soporte.

Sin embargo, en un perfeccionamiento alternativo adicional de la invención, también puede estar prevista una unidad de suministro común para varios actuadores de regulación, en el que, en este caso, la unidad de suministro puede estar alojada de manera giratoria junto con uno de los actuadores de regulación. A este respecto, uno de los cojinetes de soporte puede estar dotado de un mencionado conducto de energía de este tipo, en el que por medio de un distribuidor adecuado en el lado de actuador de la parte de portador puede efectuarse una distribución del medio de presión conducido a través del conducto giratorio en los distintos actuadores de regulación, pudiendo estar prevista, en este caso, una distribución con forma de estrella en los actuadores de regulación o también una distribución en serie por medio de una conexión en cadena de los actuadores de regulación.

A este respecto, los actuadores de regulación pueden conectarse en paralelo hidráulicamente, disponerse o también alimentarse en serie en el sentido de una disposición maestro/esclavo desde la unidad de suministro.

Si están previstos al menos dos actuadores de regulación de la manera mencionada, los mismos pueden estar dispuestos en sentidos opuestos uno con respecto al otro de tal manera que para girar ambos anillos de cojinete uno con respecto al otro uno de los actuadores de regulación puede desplegarse y otro de los actuadores de regulación puede retraerse. De este modo, puede evitarse un volumen oscilante y configurarse un acumulador de presión claramente más pequeño.

No obstante, de manera alternativa o adicional también pueden estar previstos al menos dos actuadores de regulación que están dispuestos de manera que trabajan en el mismo sentido uno con respecto al otro de tal manera que para girar ambos anillos de cojinete uno con respecto al otro, ambos actuadores de regulación pueden desplegarse al mismo tiempo y/o ambos actuadores de regulación puede retraerse al mismo tiempo.

Dicha parte de portador de elemento de accionamiento de regulación, en la que se soporta el al menos un actuador de regulación o se soportan los varios actuadores de regulación y está alojada la unidad de suministro, en un perfeccionamiento de la invención puede estar configurada esencialmente con forma de placa o disco y/o poseer una extensión esencialmente transversal con respecto al eje de giro del cojinete giratorio y/o extenderse a modo de tapa sobre uno de los anillos de cojinete. En particular, dicha parte de portador puede extenderse por el centro de cojinete y/o estar conectada con varias secciones de anillo de cojinete, en particular también opuestas, en la que en el caso de una configuración de parte de portador con forma de arandela o disco puede estar prevista una conexión circundante o múltiple en el anillo de cojinete. A este respecto, la parte de portador puede poseer una estructura de placa plana, cerrada al menos de manera aproximada y/o cerrar esencialmente por completo o al menos en su mayor parte el anillo de cojinete, pero también estar configurada como celosía o estructura de rejilla o también sólo componerse de riostras. De manera ventajosa, dicha parte de portador forma un elemento de rigidización, que rigidiza contra torsiones un anillo de cojinete y/o un rebaje de cojinete del buje de rotor, pudiendo estar sujeta dicha parte de portador ventajosamente de manera rígida a uno de los anillos de cojinete y/o el rebaje de cojinete del buje de rotor, por ejemplo, por medio de varios pasadores roscados.

El al menos un actuador de regulación que se soporta en dicha parte de portador puede soportarse, por otro lado, directa o indirectamente en el otro anillo de cojinete que puede girarse con respecto al anillo de cojinete al que está sujeta dicha parte de portador, de tal modo que por medio de la retracción y el despliegue o por medio de la activación del actuador de regulación ambos anillos de cojinete pueden girarse uno con respecto al otro. El acoplamiento mediante articulación del actuador de regulación a dicho anillo de cojinete puede efectuarse de manera ventajosa por medio de un cojinete de soporte giratorio adicional que soporta de manera giratoria el

actuador de regulación en el anillo de cojinete. Dicho cojinete de soporte puede colocarse directamente en el anillo de cojinete o estar conectado en una parte intermedia conectada con el anillo de cojinete, por ejemplo, en forma de un reborde de cojinete o una ménsula de sujeción.

Preferiblemente, el acoplamiento mediante articulación en este sentido directo o también indirecto del al menos un actuador de regulación en dicho otro anillo de cojinete puede efectuarse por medio de una parte de soporte que (a diferencia de la parte de portador mencionada anteriormente en la que está previsto el otro punto de acoplamiento mediante articulación del actuador de regulación) deja libre el centro de cojinete y está conectada con dicho anillo de cojinete sólo en la región del acoplamiento mediante articulación del actuador de regulación, es decir, no está conectada en particular con secciones de anillo de cojinete opuestas o distintas. En dicha parte de soporte de un lado que puede estar configurada como reborde de cojinete o ménsula de sujeción, pero también como sección de anillo de cojinete integral, puede estar previsto un cojinete de soporte giratorio o articulado para soportar el actuador de regulación. Por medio del acoplamiento mediante articulación de un lado, que deja libre el centro de cojinete, del actuador de regulación al dicho otro anillo de cojinete puede conseguirse, por un lado, una buena accesibilidad al al menos un actuador de regulación, pero también, por otro lado, una aplicación de fuerza favorable, directa en el anillo de cojinete. Además, se consigue lograr para el actuador de regulación un recorrido de regulación lo más largo posible que garantiza un amplio intervalo de regulación sin problemas de colisión.

No obstante, en un perfeccionamiento alternativo también puede estar previsto que esté conectada de manera resistente al giro con dicho anillo de cojinete adicional una parte de portador adicional en la que se engancha dicho actuador de regulación. Esta parte de portador adicional puede estar configurada con forma de placa o disco de la manera mencionada anteriormente o poseer otra estructura y/o formar una parte de rigidización que puede estar sujeta a modo de tapa a dicho anillo de cojinete o también puede estar sujeta con la pala de rotor en la región de su rebaje de cojinete.

Sin embargo, la sujeción mencionada anteriormente del actuador de regulación permite directa o indirectamente en el anillo de cojinete una ubicación favorable en cuanto al espacio del al menos un actuador de regulación y otorga al mismo un recorrido de regulación suficiente. Además, puede conseguirse una transmisión de fuerza directa con modo constructivo más ligero.

En un perfeccionamiento de la invención, puede estar conectado el anillo exterior del cojinete giratorio con el buje de rotor y el anillo interior con la pala de rotor. Básicamente, también sería concebible una disposición invertida de los anillos de cojinete. Sin embargo, una conexión del anillo interior con la pala de rotor facilita su montaje en el buje de rotor o el cojinete de paso colocado en el mismo.

La parte de portador, en la que están alojados el al menos un actuador de regulación y su unidad de suministro, puede estar conectada de manera ventajosa con el anillo exterior y/o con el buje de rotor, en particular de manera resistente al giro, soportándose el al menos un actuador de regulación en este caso entonces con su segundo punto de acoplamiento mediante articulación en el anillo interior del cojinete giratorio. Sin embargo, en un perfeccionamiento alternativo de la invención dicha parte de portador también puede estar conectada de manera resistente al giro con el anillo interior, soportándose el al menos un actuador de giro en este caso entonces en el anillo exterior.

En un perfeccionamiento de la invención, el cojinete de soporte para soportar el al menos un actuador de regulación puede presentar de manera alternativa o adicional a dicho conducto de suministro de energía también un conducto de señal, especialmente en forma de una línea de señal que conecta un sistema de medición de recorrido de regulación o de ángulo de regulación previsto en los actuadores de regulación con la unidad de suministro o un bloque funcional de control conectado con la misma en el otro lado de la parte de portador. En este sentido, el cojinete de soporte puede presentar una funcionalidad triple, que además del acoplamiento mediante articulación giratorio para el actuador de regulación y del conducto de energía prevé también aún una transmisión de señal.

En particular, dicho sistema de medición de recorrido para detectar los movimientos de regulación del al menos un actuador de regulación y/o los movimientos de giro producidos por el mismo puede comprender un sensor de ángulo integrado en el cojinete de soporte y/o un sensor de medición de recorrido lineal integrado en el actuador de regulación, en el que una línea de señal se conduce a través del cojinete de soporte desde el sensor de ángulo y/o el sensor de medición de recorrido hasta el dispositivo de control dispuesto en la unidad de suministro, por ejemplo, por medio de contactos de escobilla o una línea de señal adecuada.

A continuación, la invención se describe con más detalle mediante ejemplos de realización preferidos y los dibujos correspondientes. En los dibujos muestran:

la figura 1: una representación esquemática en perspectiva de una turbina eólica con palas de rotor de paso regulable según una realización ventajosa de la invención,

la figura 2: una representación en perspectiva esquemática del cojinete giratorio y del elemento de accionamiento de regulación integrado en el mismo para girar ambos anillos de cojinete uno con respecto al otro,

- la figura 3: una vista en planta del cojinete giratorio y los actuadores de regulación asociados de la figura 2,
- la figura 4: una vista en planta de la unidad de suministro del elemento de accionamiento de regulación, que está dispuesta en el lado opuesto a los actuadores de regulación de la parte de portador con forma de placa,
- 5 la figura 5: una vista en planta de un cojinete giratorio y los actuadores de regulación dispuestos en el mismo similares a la figura 2, en el que los actuadores de regulación están dispuestos de manera que trabajan en sentidos opuestos uno con respecto al otro,
- la figura 6: una vista en planta de un cojinete giratorio similar a la figura 3 y la figura 5, en el que el elemento de accionamiento de regulación en esta realización sólo comprende un actuador de regulación y la
- 10 la figura 7: una vista en sección esquemática de un muñón de cojinete alojado de manera giratoria para soportar el actuador de regulación de la figura 6 en la parte de portador, en el que la vista en sección muestra los canales hidráulicos para el suministro de medio de presión del actuador de regulación a través del muñón de cojinete, y
- 15 la figura 8: una vista en sección esquemática de un muñón de cojinete y del conducto giratorio hidráulico integrado en el mismo, con los canales hidráulicos configurados en el mismo, que permite que la unidad de suministro gire con respecto al actuador de regulación.
- 20 Tal como muestra la figura 1, el rotor 3 de la turbina eólica 1 puede estar alojado de manera giratoria alrededor de un eje de rotor horizontal en una góndola 24 que puede disponerse en una torre 2 y girarse alrededor de un eje vertical para poder orientar el rotor 3 en la dirección del viento. En dicha góndola 24 pueden estar ubicados de manera en sí conocida, los grupos de control, el generador y grupos auxiliares y de transformación de energía adicionales.
- 25 El buje de rotor 4 alojado de manera giratoria alrededor del eje de rotor horizontal en la góndola 24 porta varias palas de rotor 5, que están alojadas de manera giratoria en el buje de rotor 4 alrededor de los ejes longitudinales de pala de rotor, de tal modo que el ángulo de ataque de las palas de rotor 5 puede adaptarse a las condiciones de funcionamiento, en particular la fuerza del viento y el estado de encendido de la turbina eólica. Con este propósito, las palas de rotor 5 están alojadas, en cada caso, por medio de un denominado cojinete de paso en forma de un cojinete giratorio 6 en el buje de rotor 4, véase la figura 1.
- 30 A este respecto, dichos cojinetes de paso o giratorios 6 comprenden, en cada caso, al menos dos anillos de cojinete 7 y 8 coaxiales, que pueden girar uno con respecto al otro, cuyo eje de giro se extiende aproximadamente en paralelo con respecto al eje longitudinal de pala de rotor correspondiente y/o radialmente con respecto al eje de giro de rotor. A este respecto, dicho cojinete giratorio 6 puede estar configurado básicamente de distinta manera, en particular en forma de un cojinete de rodillos, en el que dichos anillos de cojinete 7 y 8 pueden estar soportados
- 35 mediante cuerpos de rodillos adecuados, por ejemplo, en forma de varias filas de cojinetes axiales y radiales. A este respecto, el anillo de cojinete exterior 8 puede estar sujeto de manera rígida al buje de rotor 4 y el anillo de cojinete interior 7, que puede girar con respecto al mismo, puede portar la pala de rotor 5 respectiva o estar conectado de manera rígida con dicha pala de rotor 5, pudiendo presentar también, sin embargo, una disposición invertida, es decir, el anillo interior 7 puede estar sujeto al buje 4 y el anillo exterior 8 puede estar sujeto a la pala de rotor 5.
- 40 Para poder regular de la manera deseada el ángulo de paso de la pala de rotor 5 respectiva, a los anillos de cojinete 7 y 8 está asociada una unidad de regulación 10 que puede estar dispuesta de manera ventajosa esencialmente por completo en el espacio interior encerrado por los anillos de cojinete 7 y 8 y ambos anillos de cojinete 7 y 8 pueden girar uno con respecto al otro.
- 45 A este respecto, dicha unidad de regulación 10 puede estar configurada de manera electrohidráulica, en la que puede suministrarse un medio de presión a al menos un actuador de regulación 11 preferiblemente lineal desde una unidad de suministro 12 para activar el actuador de regulación 11. A este respecto, dicha unidad de suministro 12 puede comprender una bomba 14 que puede accionarse por un motor eléctrico 15, para presurizar un medio de presión adecuado tal como, por ejemplo, aceite hidráulico. A este respecto, el medio de presión presurizado podría darse directamente mediante medios de control de flujo adecuados tales como válvulas en el al menos un actuador
- 50 de regulación 11. No obstante, de manera ventajosa, 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 pueden llenarse o cargarse por la bomba 14. Entonces, desde el al menos un acumulador de presión 13 puede presurizarse el actuador de regulación 11.
- 55 La presurización del al menos un actuador de regulación 11 se controla de manera ventajosa mediante un dispositivo de control que comprende dispositivos de control de flujo adecuados, por ejemplo, una o varias válvulas 17, que pueden combinarse de manera ventajosa en un bloque de válvulas 16, al que puede estar unida la bomba 14 y/o el al menos un acumulador de presión 13.

La unidad de suministro 12 puede formar de manera ventajosa un sistema hidráulico autosuficiente que genera por sí mismo la presión hidráulica que se proporciona. La unidad de suministro 12 necesita únicamente una conexión de suministro de corriente para suministrar corriente eléctrica al motor eléctrico 15 para accionar la bomba 14. También pueden estar integrados en la unidad de suministro 12 los bloques funcionales de control necesarios, en particular los actuadores de válvula, que pueden estar configurados de manera electromagnética, y/o bloques funcionales de control electrónicos tales como tableros de circuitos impresos.

Tal 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 regulación 11, por otro lado, están dispuestos en diferentes lados de una parte de portador 9 que puede estar configurada con forma de placa o disco y puede extenderse esencialmente de manera transversal con respecto al eje de giro del cojinete giratorio 6. A este respecto, de manera ventajosa, dicha parte de portador 9 puede estar conectada de manera rígida con el anillo de cojinete que está sujeto de manera fija al buje de rotor 4, y formar un elemento de rigidización para reforzar este anillo de cojinete. A este respecto, dicha parte de portador 9 puede formar, por ejemplo, un tipo de tapa o pared que puede cerrar el anillo de cojinete 8 esencialmente por completo, pudiendo estar previsto en la parte de portador 9 un orificio pasante de mantenimiento, para acceder desde el buje de rotor 4 al interior de la pala de rotor 5, pudiendo cerrarse dicho orificio pasante de mantenimiento, dado el caso, también por medio de una tapa o una compuerta.

De manera ventajosa, a este respecto, el al menos un actuador de regulación 11 está dispuesto en el lado de pala de rotor de la parte de portador 9 y la unidad de suministro 12 está dispuesta en el lado de buje de la parte de portador 9, poseyendo la unidad de suministro 12 y el al menos un actuador de regulación 11 una configuración de cuerpo en general plana, alargada y pudiendo estar dispuestos con su eje de extensión longitudinal esencialmente de manera transversal con respecto al eje de giro del cojinete giratorio 6 y/o en paralelo con respecto a la extensión de la parte de portador 9, véanse las figuras 2 a 6.

A este respecto, tal como muestran las figuras 2 y 3, según una realización de la invención pueden estar previstos dos actuadores de regulación 11 en forma de unidades de cilindro, que están dispuestas de manera excéntrica con respecto al eje de giro del cojinete giratorio 6, para poder provocar el movimiento de giro. A este respecto, los actuadores de regulación 11 poseen, por un lado, un punto de acoplamiento mediante articulación 25 en la parte de portador 9 y, por otro lado, un punto de acoplamiento mediante articulación 26 en el anillo de cojinete 7 conectado con la pala de rotor 5, pudiendo estar formados dichos puntos de acoplamiento mediante articulación 25 y 26 por cojinetes de soporte que pueden hacerse pivotar o articulados, por medio de los cuales los actuadores de regulación 11 están soportados directa o indirectamente en la parte de portador 9 y el anillo de cojinete 7.

Tal como muestra la figura 3, a este respecto, los actuadores de regulación 11 están soportados, en cada caso, mediante un cojinete de soporte 18 en la parte de portador 9, en el que dicho cojinete de soporte 18 está configurado de manera articulada y/o está configurado de manera giratoria y presenta al menos un eje de giro de cojinete en paralelo con respecto al eje de giro del cojinete giratorio 6.

El otro punto de acoplamiento mediante articulación 26 en el anillo de cojinete 7 se forma de manera ventajosa igualmente por un cojinete de soporte que puede estar configurado correspondientemente de manera articulada y/o de manera giratoria con al menos un eje de giro en paralelo con respecto al eje de giro de cojinete giratorio. A este respecto, el acoplamiento mediante articulación en el anillo de cojinete 7 puede estar realizado mediante una ménsula de acoplamiento mediante articulación 28 que está conectada de manera rígida con el anillo de cojinete 7.

Si los actuadores de regulación 11 lineales están configurados como unidades de cilindro, el cilindro está soportado de manera ventajosa en el cojinete de soporte 18 que está previsto en la parte de portador 9, para poder guiar el suministro hidráulico, que se guía a través del cojinete de soporte 18, directamente al cilindro. En principio, también podría concebirse una disposición invertida de los actuadores de regulación 11, en la que, en este caso, puede estar prevista una alimentación de fluido a presión mediante el vástago de pistón.

Los diversos actuadores de regulación 11 pueden estar dispuestos de manera que trabajan en el mismo sentido uno con respecto al otro, de tal manera que para girar ambos anillos de cojinete 7 y 8 uno con respecto al otro, ambos actuadores de regulación 11 pueden desplegarse al mismo tiempo y/o ambos actuadores de regulación 11 pueden retraerse al mismo tiempo, tal como muestra la figura 3. No obstante, tal como muestra la figura 5, también pueden estar previstos al menos dos actuadores de regulación 11 que están dispuestos en sentidos opuestos uno con respecto al otro de tal manera que para girar ambos anillos de cojinete 7 y 8 uno con respecto al otro uno de los actuadores de regulación puede desplegarse y otro de los actuadores de regulación puede retraerse.

No obstante, tal como muestra la figura 6, en principio también puede ser suficiente sólo un actuador de regulación, en particular, cuando sólo gira palas de rotor más pequeñas o, en general, sólo van a dominarse o aplicarse fuerzas de regulación o momentos de giro menores.

Si según las figuras 2 y 3 o la figura 5 están previstos varios actuadores de regulación 11, la unidad de suministro 12 puede estar conectada de manera giratoria a la parte de portador 9 junto con uno de los actuadores de regulación. Si la unidad de regulación 10 posee sólo un actuador de regulación 11 para girar los anillos de cojinete 7 y 8 uno con respecto al otro, tal como muestra la figura 6, el actuador de regulación 11 puede soportarse directa o directa o

indirectamente de manera excéntrica en cada caso de una manera en sí análoga, por un lado, en la parte de portador 9 y, por otro lado, en el anillo de cojinete 7 y presentar puntos de acoplamiento mediante articulación 25 y 26 correspondientes que están configurados de manera articulada o giratoria.

A este respecto, un muñón de cojinete 19 que soporta el actuador de regulación 11, que se conduce a través de la parte de portador 9, puede estar alojado de manera giratoria en la parte de portador 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 rodillos 30 y soportan de manera giratoria el muñón de cojinete 19 en la parte de portador 9, véase la figura 7.

A este respecto, el cojinete de soporte 18 para soportar el actuador de regulación 11 en la parte de portador 9 posee igualmente un conducto de energía integrado en forma de canales de medio de presión. A este respecto, tal como muestra la figura 7 en comparación con la figura 8, puede prescindirse de un conducto giratorio y la unidad de suministro 12 puede estar unida directamente con el muñón de cojinete 19 de manera que existe una conexión de energía, en particular, de manera que existe una conexión hidráulica.

A este respecto, de manera ventajosa, la unidad de regulación 10 puede estar sujeta de manera resistente al giro en el muñón de cojinete 19 alojado a su vez de manera giratoria, de tal modo que la unidad de suministro 12 puede girarse con respecto a la parte de portador 9 junto con el muñón de cojinete 19 y, por consiguiente, junto con el actuador de regulación 11. De este modo, entre la unidad de suministro 12 y el actuador de regulación 11 no se produce ningún movimiento angular o giro, de tal modo que la unidad de suministro 12 puede estar dispuesta de manera resistente al giro o de manera rígida en el muñón de cojinete 19. A este respecto, el bloque de válvulas 16 puede unirse directamente con los canales hidráulicos 22 en el muñón de cojinete 19.

Con este propósito, la unidad de suministro 12 puede combinarse con sus distintos componentes tales como el acumulador de presión 13 y/o la bomba 14 y/o el motor eléctrico 15 para dar un conjunto premontado que puede montarse como una unidad en el muñón de cojinete 19, por ejemplo, por medio de un portador de montaje 31 que puede estar configurado como una placa, véase la figura 4, y, por un lado, porta dichos componentes de la unidad de suministro 12 y, por otro lado, puede sujetarse al muñón de cojinete 19.

De manera alternativa, también sería posible alojar de manera giratoria sólo una unidad de suministro junto con el actuador de regulación correspondiente, y sujetar de manera rígida una unidad de suministro adicional o componentes adicionales de la unidad de suministro a la parte de portador. Para compensar el desplazamiento angular que se produce a este respecto con los movimientos de regulación entre la unidad de regulación 10 y el actuador de regulación 11, el cojinete de soporte 18 correspondiente o el suministro de energía integrado en el mismo puede estar configurado como conducto giratorio 29, tal como muestra la figura 8.

A este respecto, un muñón de cojinete 19 que soporta el actuador de regulación 11, que se conduce a través de la parte de portador 9, puede estar alojado de manera giratoria en la parte de portador 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 rodillos 30 y soportan de manera giratoria el muñón de cojinete 19 en la parte de portador 9, véase la figura 8. A este respecto, una parte giratoria, por ejemplo, en forma de un émbolo 21, puede estar enganchada de manera giratoria con el muñón de cojinete 19 y estar dispuesta coaxialmente con respecto a dicho muñón de cojinete 19 o su eje de giro de cojinete 27. Por ejemplo, puede estar previsto un émbolo 21 esencialmente cilíndrico, albergado en un taladro de muñón en el interior del muñón de cojinete 19, que en el lado frontal sobresale del muñón de cojinete 19 hacia el lado de buje y puede girarse con respecto al muñón de cojinete 19, de tal modo que el émbolo 21 puede estar conectado con la unidad de suministro 12, en particular con su bloque de válvulas 16. A este respecto, dicha unidad de suministro 12 puede estar alojada de manera rígida o de manera resistente al giro en la parte de portador 9. A través del conducto giratorio 29 el muñón de cojinete 19 puede girar con respecto a la unidad de suministro 12 montada de manera resistente al giro y, no obstante, conducir fluido hidráulico a los actuadores de regulación 11.

Tal como muestra la figura 8, los canales hidráulicos 23 previstos en la parte giratoria o el émbolo 21 se comunican, independientemente de la posición de giro, con los canales hidráulicos 22 en el muñón de cojinete 19, de tal modo que puede suministrarse el medio de presión a los actuadores de regulación 11 a través del cojinete de soporte 18.

Para poder controlar de manera exacta los movimientos de regulación del al menos un actuador de regulación 11, en la unidad de regulación 10 puede estar integrado un sistema de medición de recorrido 32 adecuado, por medio del cual puede detectarse el movimiento de regulación producido por el actuador de regulación 11 y/o el movimiento de giro relacionado con el mismo de los anillos de cojinete 7 y 8 uno con respecto al otro. De este modo, a modo de un control y/o reglaje de realimentación mediante la correspondiente señal de medición de recorrido puede comprobarse si una señal de regulación enviada al bloque de válvulas 16 ha producido un movimiento de regulación correspondiente o debe reajustarse.

A este respecto, tal como muestra la figura 2, dicho sistema de medición de recorrido 32 puede comprender de manera ventajosa uno o varios sensores que pueden estar integrados en el al menos un actuador de regulación 11 y/o en su cojinete de soporte 18. En particular, puede estar previsto un sensor de medición de recorrido 33 lineal en

5 el actuador de regulación 11, en particular integrado en su unidad de cilindro, para detectar directamente el movimiento de regulación del actuador de regulación 11. De manera alternativa o adicional, en el cojinete de soporte 18 puede estar integrado un sensor de detección de ángulo 34, que detecta un giro del muñón de cojinete 19 y/o del actuador de regulación 11 con respecto a la parte de portador 9, para detectar el giro del actuador de regulación 11 con respecto a la parte de portador 9 relacionado con un movimiento de regulación del actuador de regulación 11, giro que a su vez es una medida para el giro de los anillos de cojinete uno con respecto al otro.

De manera alternativa o adicional, un sensor de ángulo 35 también puede medir directamente el giro de los anillos de cojinete 7 y 8 uno con respecto al otro, para lo cual dicho sensor de ángulo 35 puede estar asociado a ambos anillos de cojinete 7 y 8, por ejemplo, integrado en uno de los anillos de cojinete.

10

REIVINDICACIONES

1. Unidad de regulación, en particular para regular un ángulo de paso de una pala de rotor (5) de turbina eólica, con un cojinete giratorio (6) que comprende al menos dos anillos de cojinete (7, 8) coaxiales, que pueden girar uno con respecto al otro, al menos un actuador de regulación (11) para girar ambos anillos de cojinete uno con respecto al otro, así como una unidad de suministro (12) para el suministro de energía del actuador de regulación (11), estando dispuestos el al menos un actuador de regulación (11) y la unidad de suministro (12) en una parte de portador de elemento (9) de elemento de accionamiento de regulación preferiblemente con forma de placa o disco que está conectada de manera resistente al giro directa o indirectamente con uno de los anillos de cojinete (7, 8) y presenta un cojinete de soporte (18) giratorio común para soportar de manera giratoria el actuador de regulación (11) y la unidad de suministro (12), estando alojados de manera giratoria la unidad de suministro (12) junto con el actuador de regulación (11) en la parte de portador (9) de tal manera que la unidad de suministro (12) y el actuador de regulación (11) pueden girarse y/o hacerse pivotar de manera conjunta sin giro relativo entre sí con respecto a la parte de portador (9), caracterizada porque el cojinete de soporte (18) comprende un muñón de cojinete (19) que atraviesa la parte de portador (9) y está alojado de manera giratoria en la parte de portador (9), en la que están alojados de manera resistente al giro, por un lado, dicho actuador de regulación (11) y, por otro lado, la unidad de suministro (12) en cada caso en secciones de extremo opuestas de dicho muñón de cojinete (19) en el muñón de cojinete (19).
2. Unidad de regulación según la reivindicación anterior, en la que la unidad de suministro (12) está conectada con el actuador de regulación (11) por medio de al menos un canal de medio de presión (22; 23) que se conduce a través del cojinete de soporte (18).
3. Unidad de regulación según la reivindicación anterior, en la que una conexión de suministro de energía y/o de control está configurada sin tubo flexible ni cable entre la unidad de suministro (12) y el actuador de regulación (11) y se conduce exclusivamente a través del cojinete de soporte (18) giratorio para soportar de manera giratoria el actuador de regulación (11) en la parte de portador de elemento (9) de elemento de accionamiento de regulación.
4. Unidad de regulación según una de las dos reivindicaciones anteriores, en la que dicho muñón de cojinete (19) presenta al menos un canal de medio de presión (22) para conectar hidráulicamente la unidad de suministro (12) y el actuador de regulación (11).
5. Unidad de regulación según una de las reivindicaciones anteriores, en la que la unidad de suministro (12) con sus distintos componentes, concretamente un motor eléctrico (15) y/o una bomba (14) y/o un acumulador de presión (13) se combina para dar un conjunto premontado en un portador de montaje (31) y puede montarse como una unidad en el cojinete de soporte (18).
6. Unidad de regulación según una de las reivindicaciones anteriores, en la que un dispositivo de control para controlar los movimientos de regulación del al menos un actuador de regulación (11) presenta un sistema de medición de recorrido (32) para detectar los movimientos de regulación del al menos un actuador de regulación (11) y/o movimientos de giro generados por el mismo, comprendiendo dicho sistema de medición de recorrido (32) un sensor de ángulo (34) integrado en el cojinete de soporte (18) y/o un sensor de medición de recorrido (33) lineal integrado en el actuador de regulación (11), en la que una línea de señal se conduce a través del cojinete de soporte (18) desde el sensor de ángulo (34) y/o el sensor de medición de recorrido (33) hasta el dispositivo de control dispuesto en la unidad de suministro (12).
7. Unidad de regulación según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el al menos un actuador de regulación (11), por un lado, está acoplado mediante articulación a dicha parte de portador (9) que está conectada de manera resistente al giro con uno de los anillos de cojinete (8) y se extiende por el centro de cojinete, y, por otro lado, está acoplado mediante articulación al otro de los anillos de cojinete (7), en la que en dicho otro anillo de cojinete (7) está prevista una parte de soporte (28) que deja libre el centro de cojinete, que está conectada con el anillo de cojinete (7) sólo en la región del acoplamiento mediante articulación del actuador de regulación (11).
8. Unidad de regulación según una de las reivindicaciones anteriores, en la que están previstos al menos dos actuadores de regulación (11) que están dispuestos en sentidos opuestos uno con respecto al otro de tal manera que para girar ambos anillos de cojinete (7, 8) uno con respecto al otro puede desplegarse uno de los actuadores de regulación y puede retraerse otro de los actuadores de regulación.
9. Unidad de regulación según una de las reivindicaciones anteriores, en la que están previstos al menos dos actuadores de regulación (11) que están dispuestos de manera que trabajan en el mismo sentido uno con respecto al otro de tal manera que para girar ambos anillos de cojinete (7, 8) uno con respecto al otro pueden desplegarse al mismo tiempo ambos actuadores de regulación (11) y/o pueden retraerse al mismo tiempo ambos actuadores de regulación (11).
10. Turbina eólica con un rotor (3) que presenta palas de rotor (5) cuyo ángulo de paso puede regularse, en la

que para regular el ángulo de paso de las palas de rotor (5) está prevista una unidad de regulación según 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 de rotor (5) y un anillo exterior (8) del cojinete giratorio (6) está conectado de manera resistente al giro con un buje de rotor, en la que dicha parte de portador (9), en la cual está soportado el al menos un actuador de regulación, está conectada de manera resistente al giro con el anillo exterior (8) del cojinete giratorio (6), y el al menos un actuador de regulación (11), por otro lado, está acoplado mediante articulación al anillo interior (7) del cojinete giratorio (6), en la que en dicho anillo interior (7) está prevista una parte de soporte (28) que deja libre el centro de cojinete y que está conectada con el anillo interior (7) sólo en la región del acoplamiento mediante articulación del actuador de regulación (11).

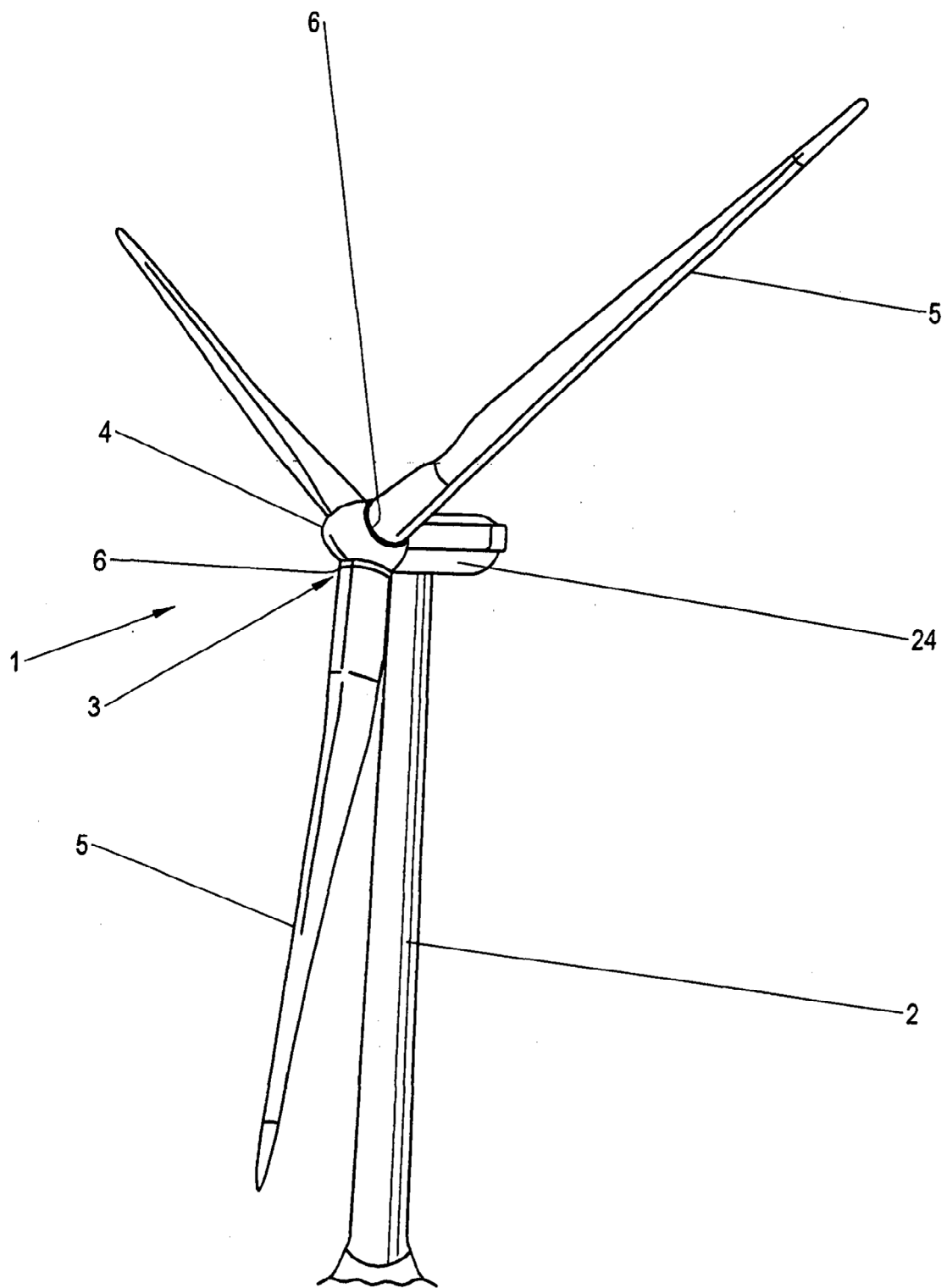


Fig. 1

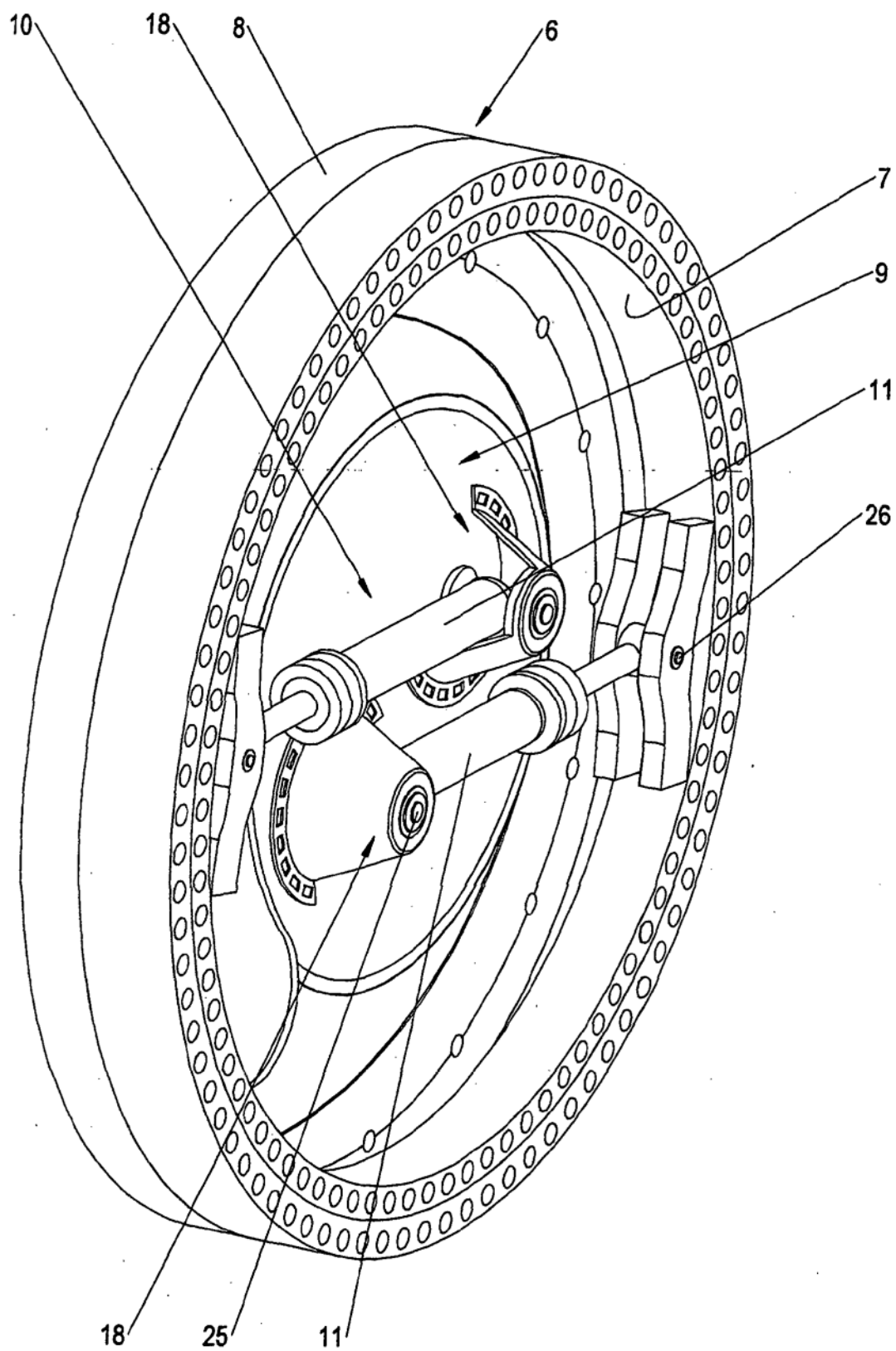


Fig. 2

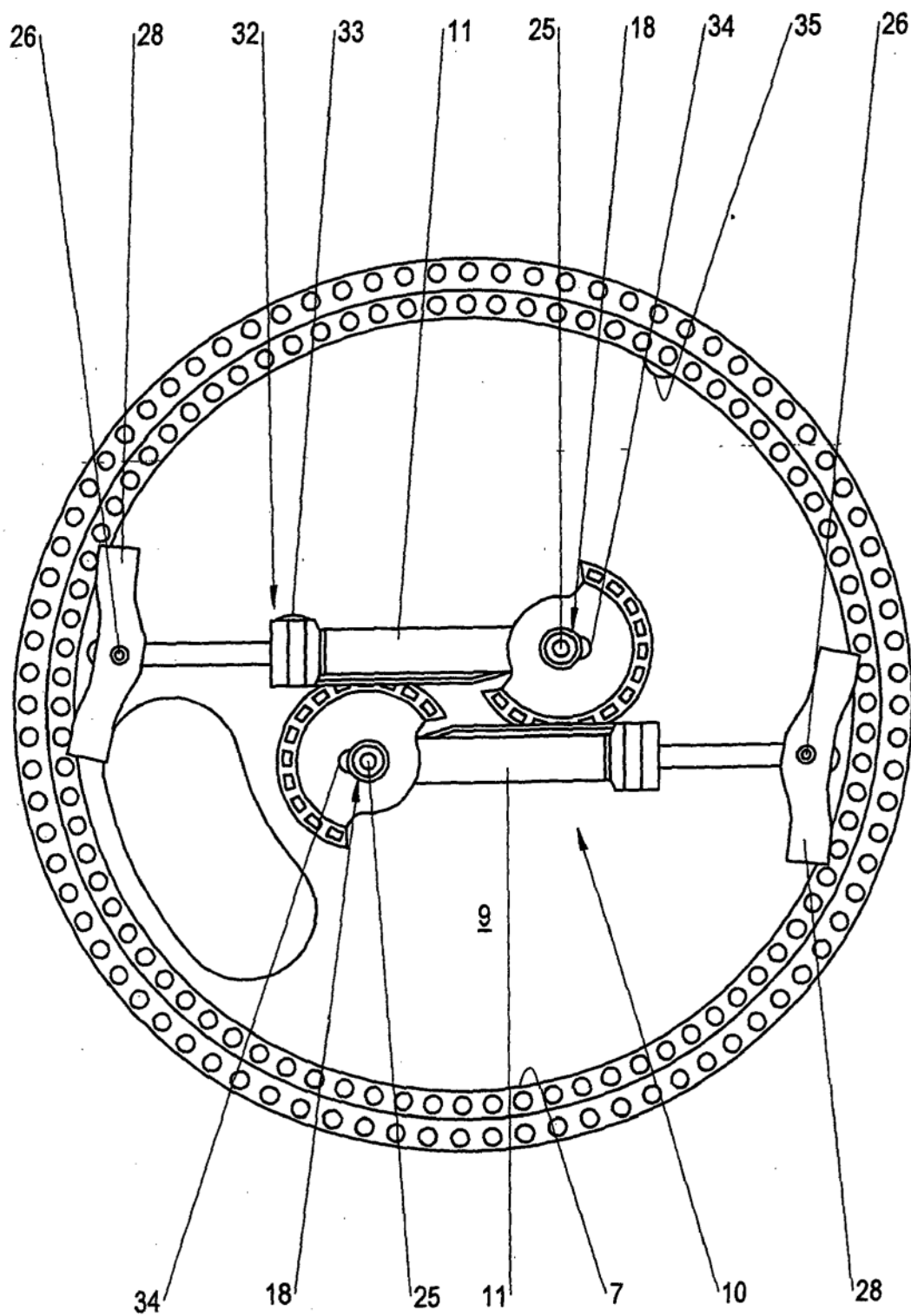


Fig. 3

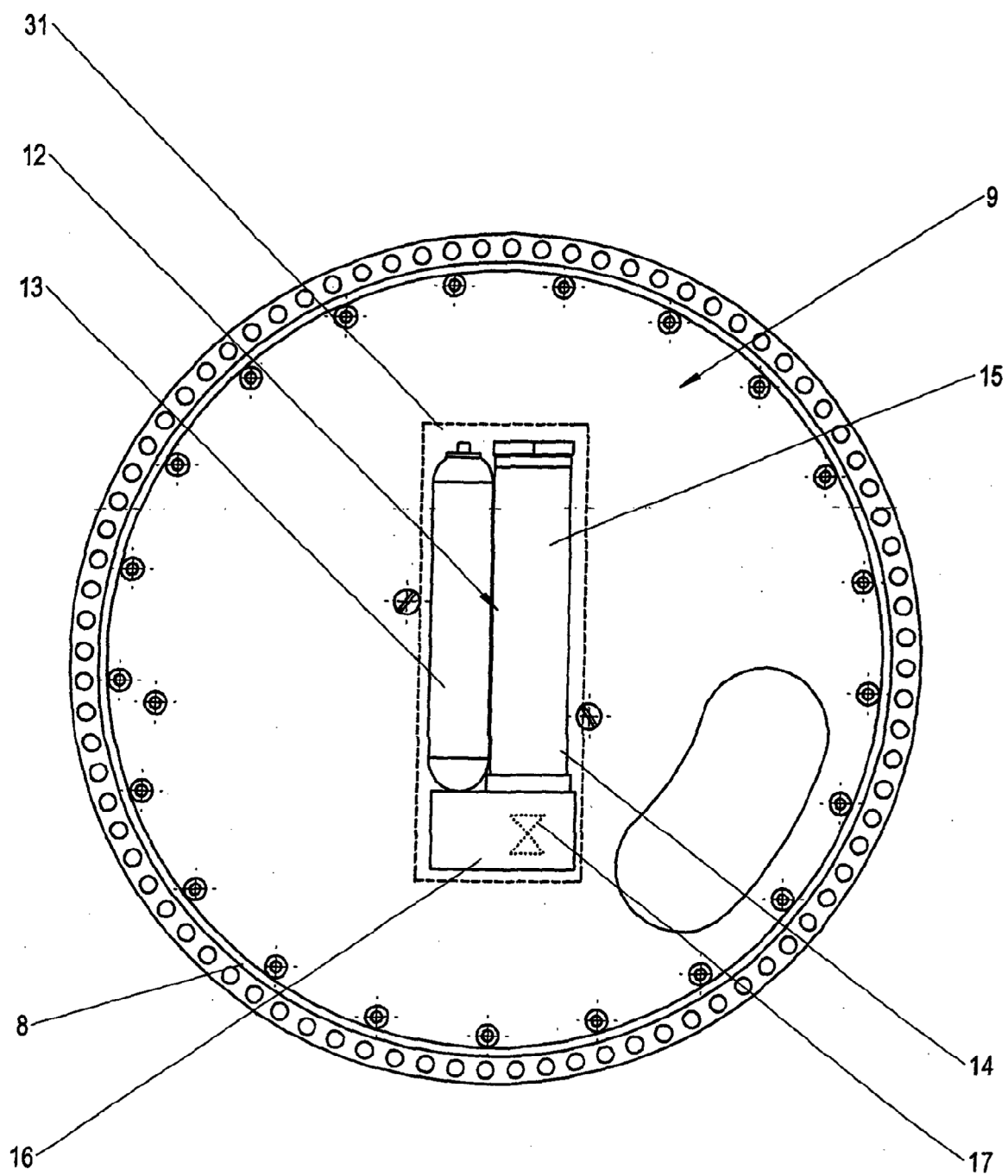


Fig. 4

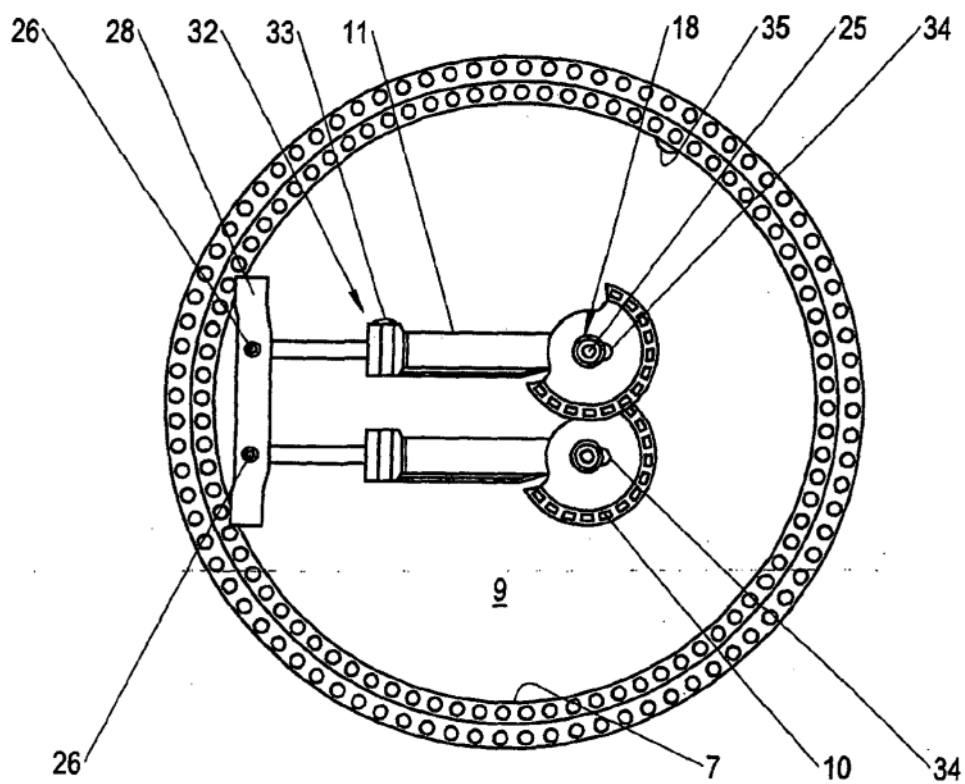


Fig. 5

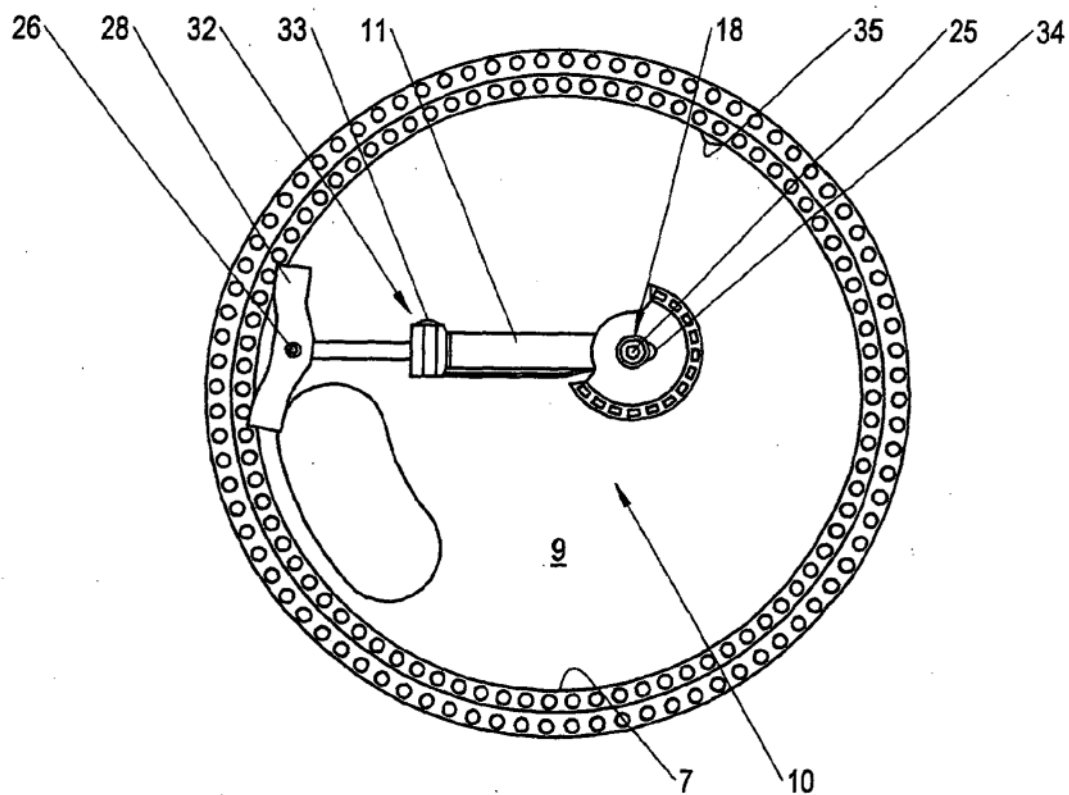


Fig. 6

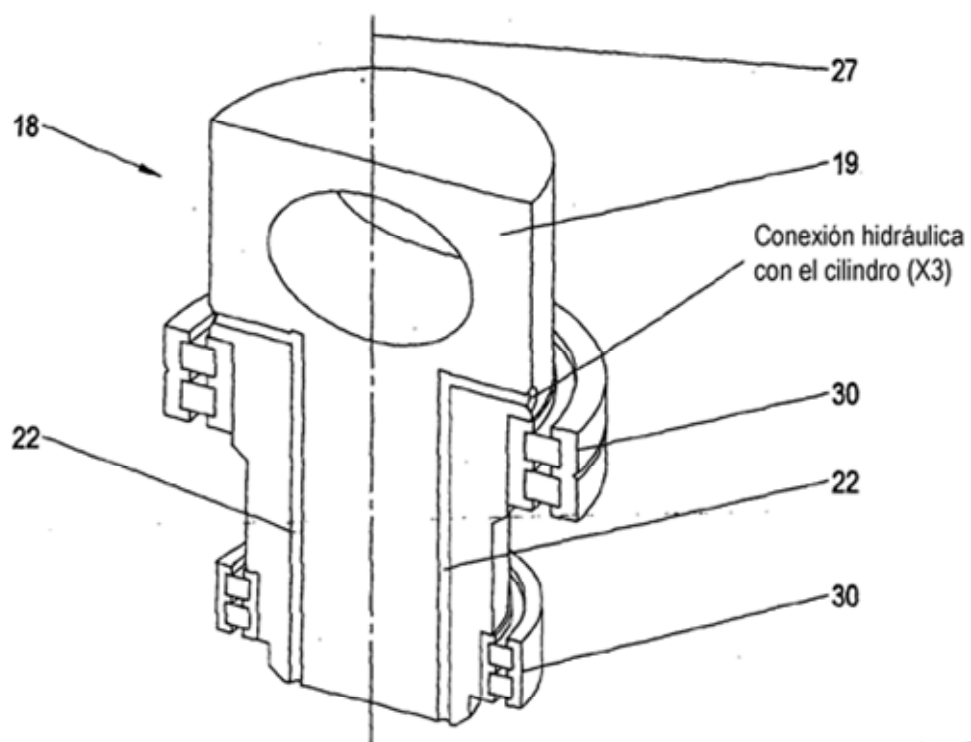


Fig. 7

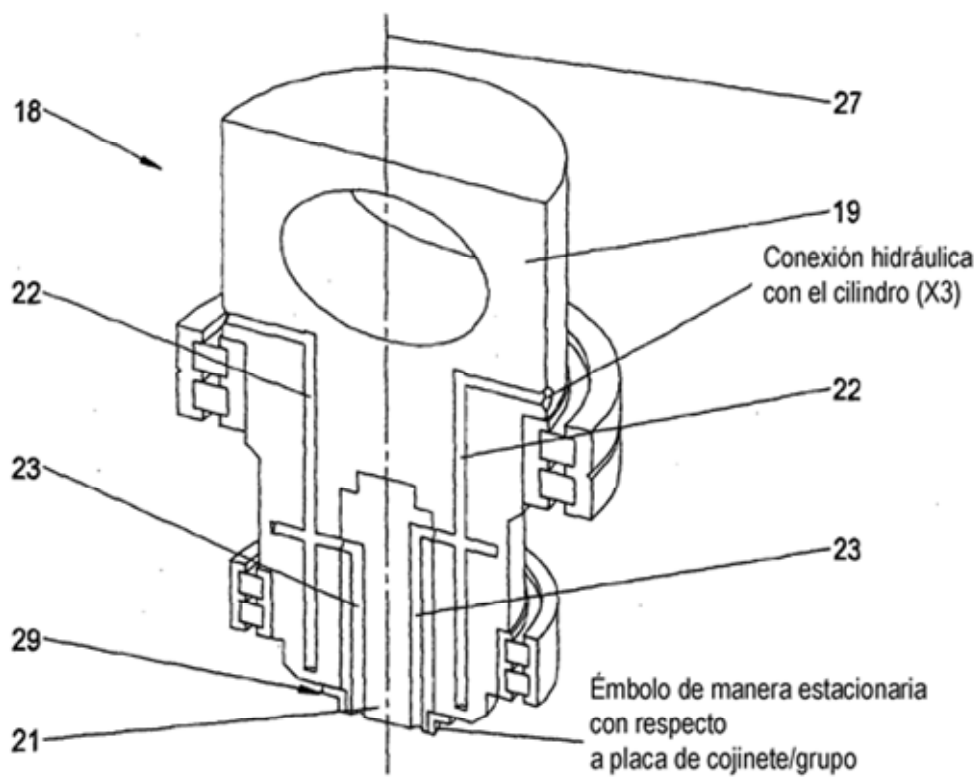


Fig. 8