

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 857 560**

51 Int. Cl.:

F03D 7/02 (2006.01)

F03D 13/00 (2006.01)

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: **22.09.2014** **PCT/EP2014/070154**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2015** **WO15090655**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.09.2014** **E 14771345 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.12.2020** **EP 3084210**

54 Título: **Disposición de actuador de paso y procedimiento de instalación de una disposición de actuador de paso**

30 Prioridad:

20.12.2013 DK 201300717

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.09.2021

73 Titular/es:

FRITZ SCHUR ENERGY A/S (100.0%)
Esplanaden 40
1263 Copenhagen K, DK

72 Inventor/es:

RASMUSSEN, PETER WINDFELD

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 857 560 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

Disposición de actuador de paso y procedimiento de instalación de una disposición de actuador de paso

La presente invención se refiere en un aspecto a una disposición de actuador de paso que comprende un anillo fijo y un disco móvil donde el anillo fijo y el disco móvil están interconectados por al menos un miembro de accionamiento. En un aspecto más, la invención se refiere a un procedimiento de instalación de una disposición de actuador de paso. En incluso en un aspecto más, la invención se refiere a un procedimiento de instalación de una turbina eólica.

Antecedentes de la invención

Una turbina eólica presenta un rotor para convertir la energía eólica en un movimiento rotatorio alrededor de un eje de rotor. La energía del movimiento rotatorio puede convertirse en energía útil mediante un convertidor, comúnmente un generador eléctrico para producir energía eléctrica suministrada a una red. Comúnmente, el convertidor y equipamiento adicional está dispuesto en una llamada góndola en la parte superior de una torre. El rotor presenta un cubo montado en el eje de rotor y al menos un álabe que está montado en ese cubo. El cubo comprende una carcasa de cubo que es comúnmente accesible desde el interior para realizar trabajos de mantenimiento y reparación. Las turbinas eólicas modernas están comúnmente provistas de un sistema de paso que permite que los álabes roten alrededor de un eje de álabe con respecto al cubo. El eje de álabe se extiende radialmente hacia afuera con respecto al eje de rotor, y continúa a lo largo de un eje longitudinal del álabe. Las raíces del uno o más álabes están montadas en una brida de unión de la carcasa de cubo vía el sistema de paso. Puesto que la presente invención está relacionada con el accionamiento del movimiento de paso rotatorio alrededor del eje de álabe, el término «fijo» tal como se usa en la presente solicitud se refiere a fijo con respecto al cubo. Por consiguiente, el término «móvil» se refiere a móvil con respecto al cubo. En particular, el término «móvil» cuando se usa en el contexto de un movimiento de cabeceo se refiere a un movimiento rotatorio con respecto al cubo alrededor del eje de álabe respectivo. Un sistema de paso típico comprende un cojinete de paso con una porción fija configurada para el acoplamiento del cojinete de paso al cubo, y con una porción móvil configurada para el acoplamiento del álabe al cojinete de paso. Además, el sistema de paso comprende comúnmente un actuador para accionar el movimiento de cabeceo. En la técnica se conocen diversos medios de actuador, tales como eléctricos, hidráulicos, o incluso electromagnéticos. Los sistemas de accionamiento requieren usualmente dispositivos auxiliares adicionales, que están distribuidos comúnmente a lo largo del cubo y de la góndola. Para asegurar el funcionamiento adecuado y seguro de la turbina eólica, han de realizarse trabajos de mantenimiento y reparación en el sistema de paso.

La publicación internacional WO 2012069062 A1 describe un sistema de paso. El sistema de paso comprende un cojinete de paso que incluye anillos de cojinete interior y exterior. El anillo interior es vía un primer miembro de acoplamiento montado en el cubo y el anillo de cojinete exterior vía un segundo miembro de acoplamiento al álabe. El montaje del álabe requiere acceso a medios de sujeción en el exterior del cubo. Un sistema de accionamiento de cilindro hidráulico está dispuesto en el lado de álabe del primer miembro de acoplamiento que está orientado en dirección opuesta al cubo. El acceso a estos cilindros hidráulicos es difícil, y el mantenimiento, reparación o sustitución de los mismos constituye una operación muy complicada.

El documento EP 2 565 441 A1 se refiere a un sistema de bloqueo de paso para un rotor de turbina eólica con álabes unidos a un cubo mediante un cojinete para permitir el ajuste de un paso de álabe. El sistema de bloqueo de paso según el documento EP 2 565 441 A1 comprende un segmento dentado asociado a un primer anillo del cojinete que puede llevarse a una aplicación de bloqueo con un elemento dentado fijado a un segundo anillo del cojinete para impedir la rotación del álabe con respecto al cubo.

Por lo tanto, constituye un objeto de la presente invención proporcionar una disposición de actuador de paso que mejore las condiciones de trabajo para la instalación de la turbina eólica, y para el trabajo de mantenimiento en la turbina eólica instalada.

Compendio de la invención

Según un aspecto, el objeto de la presente invención se logra mediante una disposición de actuador de paso según la reivindicación independiente de aparato 1, en la que se exponen realizaciones particulares en las reivindicaciones dependientes que se refieren a ella. Según un aspecto más, el objeto de la presente invención se logra mediante la reivindicación independiente de procedimiento 15, en la que se exponen realizaciones particulares en las reivindicaciones dependientes que se refieren a ella.

Una disposición de actuador de paso del tipo definido en el preámbulo de la reivindicación 1 comprende, además del al menos un miembro de accionamiento, varios dispositivos mecánicos y eléctricos que están montados en el anillo fijo. De este modo resulta fácil que un técnico de mantenimiento tenga acceso a todos los componentes relativos a la disposición de actuador de paso. Tal como se afirma anteriormente, el sistema

de accionamiento de un actuador de paso requiere usualmente dispositivos auxiliares adicionales, que están distribuidos comúnmente a lo largo del cubo y de la góndola. Por ejemplo, los dispositivos auxiliares que proporcionan funciones de soporte, control y seguridad pueden incluir interfaces hidráulicas y eléctricas, cajas de control, cajas convertidoras de potencia, dispositivos de procesamiento de señales, bloques de control hidráulicos, dispositivos de seguridad, acumuladores de energía hidráulica, y líneas de conexión hidráulicas y eléctricas. Mediante la agrupación de funciones auxiliares para el funcionamiento del actuador de paso para hacer pasar un álabe, tales como soporte, interfaz, control y seguridad, en dispositivos auxiliares montados en el anillo fijo, la disposición de actuador de paso se convierte en un módulo autónomo que se puede fabricar, transportar, probar e instalar como un conjunto completo que forma un módulo. Por tanto, se simplifica la instalación de la turbina eólica. Además, se mejoran la fiabilidad y la facilidad de mantenimiento de la turbina eólica. Más preferiblemente, la disposición de actuador de paso se proporciona como un conjunto completo que forma un módulo. Para una pluralidad de álabes, el funcionamiento de los actuadores de paso respectivos puede controlarse comúnmente desde dispositivos dispuestos en el cubo. Asimismo, pueden proporcionarse además potencia hidráulica y/o eléctrica y señales de control desde dispositivos centralizados en la góndola/torre de manera conocida.

Preferiblemente, la disposición de actuador de paso se proporciona como un módulo de funcionamiento autónomo, en el que la disposición de actuador de paso presenta interfaces de señal y potencia respectivas para controlar su funcionamiento. La función completa del módulo puede así probarse fácilmente con anterioridad al envío una vez completada la fabricación, y después de la entrega en el sitio antes de la instalación de la turbina eólica, simplemente mediante el suministro de potencia hidráulica y/o eléctrica, así como de señales de prueba/control a la disposición de actuador de paso. La disposición de actuador de paso instalada puede conectarse por interfaz con el sistema de control de la turbina eólica vía las interfaces de señal de control y/o vigilancia respectivas, y las interfaces de suministro de potencia hidráulica y/o eléctrica que proporcionan potencia al al menos un miembro de accionamiento así como a los dispositivos auxiliares de la disposición de actuador de paso.

Más preferiblemente, los dispositivos auxiliares están montados para ser directamente accesibles desde el interior del cubo. Por tanto, los dispositivos auxiliares se hacen directamente accesibles a un técnico que esté trabajando en el interior del cubo, mejorando por tanto las condiciones de trabajo y la seguridad del personal de mantenimiento.

Con el fin de que el mantenimiento en la disposición de actuador de paso sea más cómodo, un puente está montado en el anillo fijo en el que están montados los diversos dispositivos mecánicos y eléctricos y los diversos dispositivos mecánicos y eléctricos comprenden acumuladores, una caja eléctrica, y conexiones a y desde los acumuladores y la caja eléctrica. De este modo resulta aún más fácil tener acceso a los dispositivos mecánicos y eléctricos.

Con el fin de tener un acceso aún más fácil a los diversos dispositivos mecánicos y eléctricos, el puente es giratorio con relación al anillo fijo. Se prefiere que el puente esté conectado al anillo fijo por una articulación y/o que el puente sea separable del anillo fijo. Más preferiblemente, el puente está montado de manera pivotable y/o separable en el anillo fijo de modo que es independiente de una brida de unión para unir la disposición de actuador de paso a la carcasa del cubo de manera que el puente puede separarse fácilmente del anillo fijo desde el interior del cubo cuando la disposición de actuador de paso está instalada. Más preferiblemente aún, cuando la turbina eólica está en estado de mantenimiento, el puente no tiene una función estructural más allá de soportar los dispositivos auxiliares, facilitándose por tanto que el puente se desprenda, pivote hacia fuera y/o se separe fácilmente. Ventajosamente, el al menos un miembro de accionamiento está montado en el lado de la disposición de actuador de paso que está orientado hacia el interior del cubo cuando la disposición de actuador de paso está instalada en la turbina eólica. Por tanto, el uno o más miembros de accionamiento son accesibles para mantenimiento, reparación y sustitución directamente desde el interior de la carcasa de cubo. Esto constituye una ventaja considerable, ya que los miembros de accionamiento de una disposición de actuador de paso para turbinas eólicas grandes presentan un tamaño y peso considerables que son difíciles de manejar en el espacio confinado del interior del cubo. Los diversos dispositivos mecánicos y eléctricos que incluyen dispositivos para soportar y controlar el funcionamiento de los miembros de accionamiento están agrupados en un puente dispuesto enfrente de los miembros de accionamiento. Las realizaciones anteriormente descritas facilitan la extracción conjunta de los dispositivos auxiliares de su posición de funcionamiento, p. ej. para mantenimiento, reparación o sustitución, o simplemente para mover los dispositivos auxiliares a un lado para tener acceso a los dispositivos de accionamiento de paso dispuestos de manera accesible desde el interior del cubo justo detrás del puente. Por tanto, se mejoran de manera considerable la facilidad de mantenimiento y la seguridad del personal de mantenimiento.

Para asegurar una disposición de actuador de paso más rígida también resulta ventajoso que el disco móvil consista en un disco superior y un disco inferior que están interconectados con un cojinete. Los discos superior e inferior están unidos a la porción del cojinete que está destinada a ser móvil. Aquí, el término «superior» se refiere al lado de la disposición de actuador de paso destinado a estar orientado hacia el álabe,

y el término «inferior» se refiere al lado del actuador de paso que está orientado hacia el cubo.

La porción móvil del cojinete está reforzada mediante la colocación de un disco en cada lado. El disco móvil es para la unión a la raíz de álabe. Mediante una rigidez mejorada del disco móvil, se logra una rigidez mejorada del conjunto de raíz de álabe/actuador de paso. El diseño de sándwich con unos discos superior e inferior que engloban una porción móvil del cojinete permite lograr una rigidez mejorada con un peso total de la disposición de actuador de paso relativamente bajo en comparación con un solo disco de refuerzo lateral. Los discos superior e inferior pueden comprender aberturas para mantenimiento, tales como orificios de inspección, bocas de entrada para acceder al interior del álabe desde el cubo, y similares. Cuando la turbina eólica está en funcionamiento, al menos algunas de las aberturas pueden estar cerradas mediante tapas adecuadas.

El cojinete puede ser un cojinete de rodadura. El cojinete puede comprender un anillo de cojinete interno y un anillo de cojinete externo. Preferiblemente, el anillo de cojinete externo es fijo y el anillo de cojinete interno es móvil. Cuando está instalado en una turbina eólica, el anillo externo está preferiblemente unido al cubo y el anillo interno está unido al álabe. Preferiblemente, los discos superior e inferior están montados en la conformación del anillo interno para formar el disco móvil. Los discos superior y/o inferior pueden presentar una abertura central para formar un borde de refuerzo a lo largo de una región periférica de la disposición de actuador de paso que se extiende radialmente hacia dentro y hacia el centro.

Los diversos dispositivos mecánicos y eléctricos son dispositivos auxiliares para el funcionamiento del miembro de accionamiento. Más preferiblemente, todos los dispositivos auxiliares que permiten un funcionamiento autónomo y las pruebas completas de las funciones de la disposición de actuador de paso antes de su instalación en la turbina eólica se proporcionan en la misma disposición de actuador de paso, y en particular en el anillo fijo tal como se describe también anteriormente. La disposición de actuador de paso solo requiere después la unión mecánica de la porción fija, y la conexión a una interfaz de potencia y a una interfaz de señal con el fin de que se haga funcionar, se controle y/o se pruebe.

Además, según algunas realizaciones, los diversos dispositivos mecánicos y eléctricos comprenden uno o más acumuladores, y el uno o más acumuladores están configurados para proporcionar potencia para el funcionamiento de emergencia autosuficiente del actuador de paso independiente de la interfaz con la turbina eólica. Esto permite la realización de una parada de emergencia controlada de la turbina eólica pese a p.ej. un fallo general de alimentación en la turbina eólica, o un fallo de las interfaces de potencia/señal de la disposición de actuador de paso.

Además, según algunas realizaciones, los dispositivos auxiliares comprenden un bloqueo de paso que bloquea el movimiento del disco móvil con respecto al disco fijo en una posición segura. El bloqueo de paso puede comprender un miembro de bloqueo que se aplica tanto a la porción fija como a la porción móvil de la disposición de actuador de paso cuando se lleva a una posición de bloqueo. En una realización, el miembro de bloqueo puede ser un pasador de bloqueo que se aplica a orificios alineados en las porciones fija y móvil de la disposición de actuador de paso, respectivamente.

Además, según algunas realizaciones, la posición segura corresponde a una posición de tope de paso del álabe. La posición de tope de paso corresponde a una inclinación de 90°, donde los álabes están posicionados perpendiculares al plano del rotor. Por tanto, se minimizan las fuerzas que actúan sobre el mecanismo de bloqueo y se impide una puesta en marcha involuntaria del rotor de la turbina eólica.

Además, según algunas realizaciones, el bloqueo de paso se activa mediante un dispositivo de activación. El dispositivo de activación actúa sobre el miembro de bloqueo para llevar el miembro de bloqueo a la posición de bloqueo. El dispositivo de activación se puede hacer funcionar manualmente y/o automáticamente. El dispositivo de activación puede ser un dispositivo puramente mecánico, o un dispositivo alimentado, tal como un dispositivo hidráulico, un dispositivo eléctrico, un dispositivo electromagnético, un dispositivo neumático, o una combinación de los mismos. Por ejemplo, el dispositivo de bloqueo puede ser un dispositivo alimentado para funcionamiento automático, y presentar un modo adicional de activación manual, que puede ser asistido por potencia o puramente mecánico.

Además, según algunas realizaciones, el dispositivo de activación es accionado/alimentado/controlado desde uno o más dispositivos auxiliares colocados en el actuador de paso, en particular colocados en el anillo fijo. Por tanto, la disposición de actuador de paso puede configurarse para un funcionamiento de seguridad/emergencia autosuficiente del bloqueo de paso.

Además, según algunas realizaciones, el bloqueo de paso está configurado para aplicarse automáticamente cuando el actuador de paso está en la posición segura. Por tanto, se logra una seguridad adicionalmente mejorada, ya que el mantenimiento de los álabes en la posición de paso segura no requiere una fuente de potencia activa.

Además, según algunas realizaciones, el actuador de paso comprende al menos dos miembros de accionamiento cooperativos. Mediante el suministro de una pluralidad de miembros de accionamiento para la misma disposición de actuador de paso, se reduce el tamaño de los miembros de accionamiento individuales. Asimismo, las fuerzas que actúan sobre los puntos de contacto, donde los miembros de accionamiento actúan sobre las porciones fija y móvil del actuador de paso, respectivamente, están distribuidas, reduciendo por tanto la distorsión y la fatiga en los puntos de contacto debidas a la acumulación local de esfuerzo mecánico.

Además, según algunas realizaciones, el al menos un miembro de accionamiento es un cilindro hidráulico. En una realización preferida, el sistema de accionamiento es hidráulico. Los sistemas hidráulicos son susceptibles de y pueden configurarse de modo rentable para absorber las deformaciones y esfuerzos dinámicos que se producen en el funcionamiento de una turbina eólica. Según un aspecto más de la invención, se proporciona un procedimiento para instalar una disposición de actuador de paso en una turbina eólica según la reivindicación 15.

Además, según algunas realizaciones, el procedimiento comprende además la etapa de probar el funcionamiento del módulo antes de unir el módulo al cubo. Mediante el suministro del módulo de actuador de paso como un módulo autónomo, se puede probar la funcionalidad completa del módulo antes de su instalación, p. ej., antes de abandonar la fábrica, y/o en el sitio para su instalación. Preferiblemente, las pruebas se realizan antes de levantar el módulo en su lugar para su unión al cubo, en particular en el sitio de instalación justo antes de levantar el módulo en su lugar para montarlo en el cubo. Un equipo de pruebas adecuado requiere simplemente medios de unión para retener la porción fija de la disposición de actuador de paso, interfaces de suministro de potencia eléctrica y/o hidráulica e interfaces de señal para controlar las operaciones de prueba.

El procedimiento proporciona una logística mejorada para la producción e instalación de una turbina eólica, y en particular una logística, seguridad y coste mejorados de la instalación de la disposición de actuador de paso en la turbina eólica.

A título de ejemplo, un procedimiento de instalación de una turbina eólica incluye proporcionar una torre de turbina eólica sobre un cimiento en un sitio de instalación; proporcionar una góndola con un eje de rotor principal en la parte superior de la torre; proporcionar un cubo unido al eje de rotor principal; proporcionar un actuador de paso como un módulo autónomo; en el sitio de instalación unir el módulo a un cubo de la turbina eólica; conectar por interfaz el módulo con la potencia hidráulica y/o eléctrica de la turbina eólica; conectar por interfaz el módulo con los sistemas de seguridad, control y/o vigilancia de la turbina eólica; unir el al menos un álabe al módulo. Preferiblemente, el procedimiento de instalación de una turbina eólica incluye además probar el módulo de actuador de paso antes de unirlo al cubo, en particular en el sitio de instalación antes de levantar el módulo de actuador de paso en su lugar para su unión al cubo.

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones preferidas de la invención se describirán con más detalle en conexión con los dibujos anejos, que muestran en

la fig. 1, una vista en perspectiva de una parte de un cubo que aloja una disposición de actuador de paso según la invención en una turbina eólica,

la fig. 2, una disposición de actuador de paso para un álabe de rotor según una realización,

la fig. 3, una vista en despiece de la disposición de actuador de paso de la fig. 2 según la invención,

la fig. 4, una vista en despiece de una disposición de actuador de paso según una realización más,

la fig. 5, un alzado de lado de cubo de la disposición de actuador de paso de la fig. 4,

la fig. 6, un alzado lateral de la disposición de actuador de paso de la fig. 4,

la fig. 7, un alzado de lado de cubo de la disposición de actuador de paso de la fig. 4 con los dispositivos auxiliares pivotados hacia fuera del anillo fijo,

la fig. 8, un alzado lateral de la disposición de actuador de paso de la fig. 4 con los dispositivos auxiliares pivotados hacia fuera del anillo fijo,

la fig. 9, un alzado de lado de álabe de la disposición de actuador de paso de la fig. 4,

la fig. 10, un detalle en sección transversal a través del eje de un punto de contacto a lo largo de la línea I-I de

la fig. 9,

la fig. 11, un detalle en sección transversal del bloqueo de paso a lo largo de la línea II-II de la fig. 5,

5 la fig. 12, un alzado de lado de cubo de una disposición de actuador de paso en una posición segura; y en

la fig. 13, un alzado de lado de cubo de una disposición de actuador de paso en una posición de funcionamiento.

10 Descripción detallada de las realizaciones preferidas

En las figuras, el número 1 designa un cubo para una turbina eólica. Este cubo 1 está adaptado para conectarse a una góndola (no mostrada) en el extremo designado 9. Un álabe 2 de rotor está conectado en 3b. En 3, 3a se ven partes de conexiones adicionales para álabes de rotor. Cada álabe de rotor presenta una 15 disposición 20 de actuador de paso que comprende al menos un miembro 5 de accionamiento hidráulico, llamado cilindros de paso. Cada cilindro de paso está conectado a un anillo 7 fijo en los puntos 4, 4a de conexión que pueden recibir un extremo 4b, 4c (véase la fig. 2) de los cilindros de paso. El extremo opuesto del cilindro de paso está conectado a un disco 6 móvil mediante partes 18 de conexión que están adaptadas para recibir partes 17 de conexión, como es bien conocido. El número 8 designa un orificio de inspección, que 20 está cubierto normalmente por un cierre. Tal como puede verse, además, un puente 13 está montado en el anillo 7 fijo. El anillo 7 fijo está adaptado para presentar dispositivos mecánicos, neumáticos y eléctricos montados en el mismo tales como acumuladores 10 y partes 11, 12 eléctricas que están agrupados en el puente 13. Asimismo, diversas conexiones para los dispositivos mecánicos y eléctricos están destinadas a ser montadas en el puente 13. De este modo casi todos los componentes necesarios para la función 25 mecánica y eléctrica de la disposición de actuador de paso están agrupados en el puente y son fácilmente accesibles para un técnico con el fin de proporcionar mantenimiento, intercambio de objetos y así sucesivamente. En particular, la infraestructura de nivel de álabe asociada a la disposición de actuador de paso.

En la fig. 3 se muestra la disposición de actuador de paso según la invención en una vista en despiece. Además de las partes que ya se han explicado anteriormente, la fig. 3 muestra un cojinete con un anillo 15 30 externo y un anillo 14 interno. Es posible desmontar el puente 13 completo del anillo 7 fijo. El puente 13 puede estar dispuesto como giratorio mediante el uso de una articulación común unida al anillo 7 fijo (no mostrada en la realización 20).

A continuación, con referencia a las figuras 4 - 11, se describe una realización más de una disposición 30 de actuador de paso. Las partes correspondientes están designadas con números de referencia correspondientes. La disposición 30 de actuador de paso de las figuras 4 - 11 difiere de la realización mostrada en las figuras 1 - 3 en que el puente 13 que soporta dispositivos auxiliares de nivel de álabe está articulado de manera pivotable al anillo 7 fijo con una articulación 132, y sujeto en su lugar mediante soportes 40 131 de montaje en soportes 13A, 13B unidos al anillo 7 fijo. Además, la disposición 30 de actuador de paso de las figuras 4 - 11 está provista de un bloqueo de paso integrado tal como se detalla a continuación.

El movimiento de rotación está limitado por un cojinete que presenta un anillo 14 externo y un anillo 15 45 interno. El cojinete puede ser un cojinete de rodadura.

Un disco móvil está formado por el disco 16 superior y el disco 6 inferior que engloban el anillo 15 interno del cojinete. Además, el disco móvil presenta ejes 17 que pasan desde el lado de álabe a través de aberturas adecuadas a través de los discos 16, 6 superior e inferior como puede verse mejor en el detalle en sección 50 transversal de la fig. 10. Los ejes 17 están embreadados al disco 16 superior (lado de álabe) por medio de elementos 171 de sujeción (aquí pernos), y al disco 6 inferior por medio de elementos 172 de sujeción (aquí pernos). Los ejes 17 resaltan más desde el disco 6 inferior hacia el cubo 1 para proporcionar puntos de conexión de lado de álabe para los miembros 5 de accionamiento. Un punto 18 de conexión de lado de álabe del miembro de accionamiento está dispuesto en una parte accionada de cada uno de los miembros 5 de 55 accionamiento y está unido a un punto 17 de conexión de lado de álabe en el disco móvil para el miembro 5 de accionamiento respectivo. Los puntos 18 de conexión son preferiblemente ojos esféricos. La construcción de sándwich del disco móvil que aplica los ejes 17 a ambos discos superior e inferior en cada lado del anillo 15 interno está configurada para proporcionar rigidez suficiente para transferir las fuerzas de cabeceo ejercidas sobre el disco móvil por los miembros 5 de accionamiento.

Un anillo 7 fijo proporciona un contracojinete para cada uno de los miembros 5 de accionamiento en forma de un punto 4, 4a de conexión de lado de cubo en el anillo 7 fijo para el miembro 5 de accionamiento respectivo. Un punto 4b, 4c de conexión de lado de cubo del miembro de accionamiento está dispuesto en una parte de accionamiento de cada uno de los miembros 5 de accionamiento y está unido al punto 4, 4a de conexión de 60 lado de cubo para el miembro 5 de accionamiento respectivo. El anillo 7 fijo está embreadado al anillo 14 externo del cojinete por medio de medios 102 de sujeción, aquí en forma de pernos, formando por tanto una

unidad.

Además de formar un contracojinete para los miembros 5 de accionamiento, el anillo 7 fijo también soporta dispositivos 10, 11, 12 auxiliares asociados en el puente 13 con un montaje articulado tal como se describe anteriormente. Así, el puente se puede hacer pivotar hacia fuera para dar acceso a los miembros 5 de accionamiento para trabajos de mantenimiento, reparación y sustitución. Los miembros 5 de accionamiento están dispuestos en el lado de la disposición de actuador de paso que está orientado hacia el interior del cubo 1. El mecanismo de accionamiento de paso completo es por tanto fácilmente accesible para el personal que trabaja dentro del cubo 1.

Además, la disposición 30 de actuador de paso de las figuras 4 - 11 está provista de un bloqueo de paso integrado que comprende partes 110, 110a de lado de cubo, que están moldeadas en el anillo fijo, partes 111, 111a de lado de álabe, que están unidas al disco móvil, y pasadores 112, 112a de bloqueo que están configurados para aplicarse a asientos 113/114, 113a/114a de pasador de bloqueo cooperativos en el lado de cubo y a las partes 110/111, 110a/111a de los bloqueos de paso respectivos. Un solo bloqueo de paso puede ser suficiente, pero puede proporcionarse una pluralidad de bloqueos de paso con el fin de reducir la carga sobre cada uno de los bloqueos de paso.

En una turbina eólica la orientación de los álabes está controlada por un sistema de control de paso con una disposición de actuador de paso para cada álabe. Para cada álabe, la disposición de actuador de paso respectiva presenta uno o más miembros 5 de accionamiento, p. ej. cilindros hidráulicos, que realizan la rotación del álabe. Los cilindros hidráulicos transforman, por un movimiento de manivela, el movimiento lineal del cilindro hidráulico en un movimiento de rotación del disco móvil con respecto al disco fijo, comúnmente en un intervalo de 0 - 90°. En la fig. 5, el mecanismo de bloqueo de paso se muestra en una posición de tope (90°) donde los álabes están posicionados perpendiculares al plano de rotor. La posición de tope es una posición segura de los álabes. En el anillo 7 fijo, la parte 110, 110a estacionaria del mecanismo está integrada en el soporte que soporta el puente 13. La parte 111, 111a rotativa del bloqueo de paso está colocada en el disco móvil. Para enclavar la parte 110, 110a de lado de cubo y la parte 111, 111a de lado de álabe del bloqueo de paso, el pasador 112 es empujado dentro de las dos partes, como puede verse mejor en el detalle en sección transversal de la fig. 11. No se muestra ningún medio de activación, pero para la activación son adecuados tanto miembros de accionamiento manuales, como hidráulicos o eléctricos.

En caso de que el bloqueo de paso se active mediante el uso de un miembro de accionamiento hidráulico o eléctrico, puede lograrse una seguridad de sistema adicional. La parte 111 rotatoria puede diseñarse de un modo tal, que el pasador 112 puede estar en la posición de bloqueo cuando el accionamiento alcance 90° y aun así aplicarse a 111 completamente. La ventaja es que el sistema de paso puede liberarse de la tarea de retener el álabe en 90°, minimizando por tanto el riesgo de fallo de sistema en el caso de p. ej. un escape de acumulador.

Tal como se menciona anteriormente, en una turbina eólica, uno o más miembros de accionamiento, p. ej. cilindros hidráulicos realizan la rotación del álabe. El uno o más cilindros hidráulicos transforman, por un movimiento de manivela, el movimiento lineal del cilindro hidráulico en un movimiento de rotación, comúnmente en un intervalo de posición angular entre 0 - 90°. La posición de posición y velocidad de rotación de álabe pueden medirse bien mediante un dispositivo de rotación colocado en el centro del álabe, o más convenientemente mediante un transductor de posición, montado en paralelo, dentro o fuera del cilindro. Este transductor crea una salida proporcional a la posición del cilindro, permitiendo que el sistema de control calcule el ángulo de inclinación actual, y por tanto lo controle. El movimiento de cabeceo que utiliza cilindros hidráulicos como miembros de accionamiento se ilustra en las figuras 12 y 13 a título de ejemplo. En la fig. 12, el mecanismo de paso se muestra con los cilindros 5 hidráulicos completamente extraídos. La posición se designa normalmente la posición de tope de paso igual a una inclinación de 90°, donde los álabes están posicionados perpendiculares al plano de rotor. Además, el bloqueo 110/111/112, 110a/111a/112a de paso está aplicado. La figura 13 muestra los cilindros 5 hidráulicos en posición completamente retraída. Aquí el álabe está posicionado en el plano de rotor, conocido como inclinación de 0°. En esta posición, el bloqueo 110/111/112, 110a/111a/112a de paso no está aplicado. Esta posición se mantiene hasta que la producción de la turbina alcanza carga nominal. A partir de este punto, el ángulo se reduce de manera controlada decidida por la cantidad de energía entrante a la turbina. Como las cargas operativas más altas se aplicarán al mecanismo de paso alrededor del momento en que los álabes se alejan de 0°, es más preferible que la torsión transferible del miembro 5 de accionamiento al álabe sea lo más alta posible en este punto. Esto puede lograrse mediante la disposición de la geometría de los cilindros hidráulicos y la ubicación de los puntos de conexión fijos y móviles de manera acorde entre sí.

Listado de números de referencia

1	cubo
2	álabe
3	punto de conexión de álabe

ES 2 857 560 T3

	4, 4a	punto de conexión de lado de cubo para miembro de accionamiento
	4b, 4c	punto de conexión de lado de cubo del miembro de accionamiento
	5	miembro de accionamiento
	6	disco inferior
5	7	anillo fijo
	8	orificio de inspección
	9	conexión de cubo a la góndola
	10, 11, 12	dispositivos auxiliares (acumuladores, caja de control, distribuidor de paso)
	13	puente
10	13a, 13b	soporte de montaje
	14	anillo de cojinete externo
	15	anillo de cojinete interno
	16	disco superior
	17	punto de conexión de lado de álabe para miembro de accionamiento
15	18	punto de conexión de lado de álabe del miembro de accionamiento
	20, 30	disposición de actuador de paso
	100, 101, 102	medios de sujeción (aquí pernos)
	110, 110a	parte de lado de cubo de bloqueo de paso (fija)
	111, 111a	parte de lado de álabe de bloqueo de paso (móvil)
20	112, 112a	pasador de bloqueo
	113, 113a	asiento de lado de cubo para el pasador de bloqueo
	114, 114a	asiento de lado de álabe para el pasador de bloqueo
	131	soporte de montaje
	132	articulación
25	171, 172	medios de sujeción (aquí pernos)

REIVINDICACIONES

1. Disposición (20, 30) de actuador de paso que comprende un anillo (7) fijo y un disco móvil donde el anillo (7) fijo y el disco móvil están interconectados por al menos un miembro (5) de accionamiento, en la que además del al menos un miembro (5) de accionamiento un puente (13) está montado en el anillo fijo, en la que la disposición (20, 30) de actuador de paso comprende además dispositivos (10, 11, 12) auxiliares para el funcionamiento del miembro (5) de accionamiento, en la que los dispositivos (10, 11, 12) auxiliares están montados en el puente (13), caracterizada por que el puente (13) es giratorio con relación al anillo (7) fijo.
2. Actuador de paso según la reivindicación 1, en el que los dispositivos (10, 11, 12) auxiliares comprenden acumuladores, una caja eléctrica, conexiones a y desde los acumuladores y la caja eléctrica.
3. Actuador de paso según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el puente (13) está conectado al anillo (7) fijo por una articulación (132).
4. Actuador de paso según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el puente (13) es separable del anillo (7) fijo.
5. Actuador de paso según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que el disco móvil consiste en un disco (16) superior y un disco (6) inferior que está interconectado a un cojinete.
6. Actuador de paso según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los dispositivos (10, 11, 12) auxiliares comprenden uno o más acumuladores, y en el que el uno o más acumuladores están configurados para proporcionar potencia para el funcionamiento de emergencia autosuficiente del actuador de paso independiente de la interfaz con la turbina eólica.
7. Actuador de paso según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los dispositivos (10, 11, 12) auxiliares comprenden un bloqueo de paso que bloquea el movimiento del disco móvil con respecto al disco (7) fijo en una posición segura.
8. Actuador de paso según la reivindicación 7, en el que la posición segura corresponde a un ángulo del álabe (2) con respecto al plano de rotor de alrededor de 90 grados.
9. Actuador de paso según la reivindicación 7 o la reivindicación 8, en el que el bloqueo de paso es activado por un dispositivo de activación.
10. Actuador de paso según la reivindicación 9, en el que el dispositivo de activación de bloqueo de paso es uno de un dispositivo hidráulico, un dispositivo eléctrico, y un dispositivo electromagnético.
11. Actuador de paso según la reivindicación 9 o la reivindicación 10, en el que el dispositivo de activación de bloqueo de paso está controlado desde uno o más dispositivos (10, 11, 12) auxiliares colocados en el actuador de paso/anillo fijo.
12. Actuador de paso según cualquiera de las reivindicaciones 7-11, en el que el bloqueo de paso está configurado para aplicarse automáticamente cuando el actuador de paso está en la posición segura.
13. Actuador de paso según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende al menos dos miembros (5) de accionamiento cooperativos.
14. Actuador de paso según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el al menos un miembro (5) de accionamiento es un cilindro hidráulico.
15. Procedimiento de instalación de una disposición de actuador de paso en una turbina eólica, comprendiendo el procedimiento las etapas de:
 - fabricar un actuador de paso como un módulo;
 - transportar el módulo al sitio de instalación;
 - unir el módulo a un cubo (1) de la turbina eólica;
 - conectar por interfaz el módulo con potencia hidráulica y/o eléctrica de la turbina eólica; y
 - conectar por interfaz el módulo con sistemas de seguridad, control y/o vigilancia de la turbina eólica;caracterizado por que el actuador de paso es una disposición de actuador de paso según una cualquiera de las reivindicaciones 1-14.

16. Procedimiento según la reivindicación 15, que además comprende la etapa de:

- probar el módulo antes de unir el módulo al cubo (1).

5

17. Procedimiento según la reivindicación 16, en el que las pruebas se realizan antes de levantar el módulo en su lugar para su unión al cubo (1).

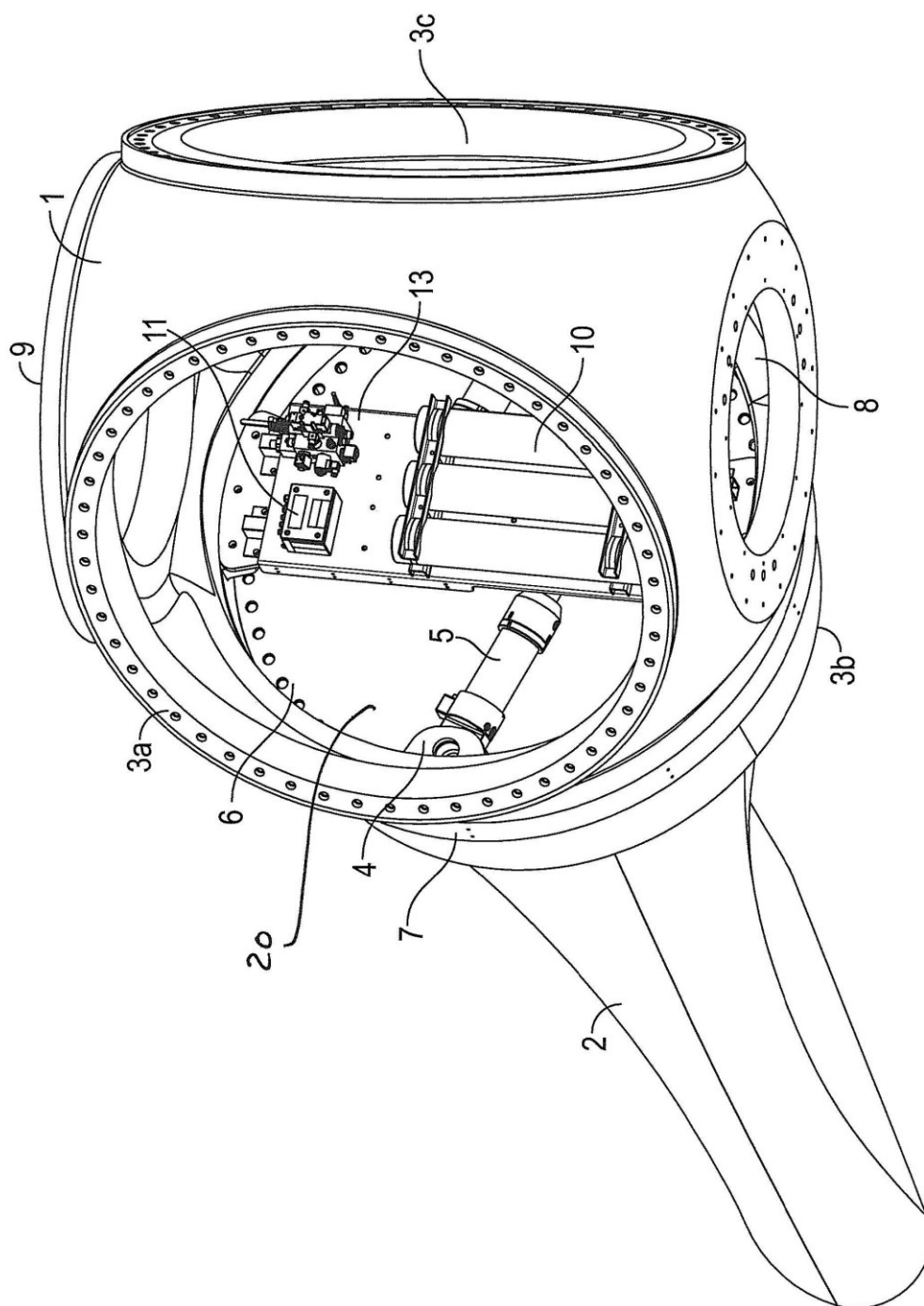


FIG. 1

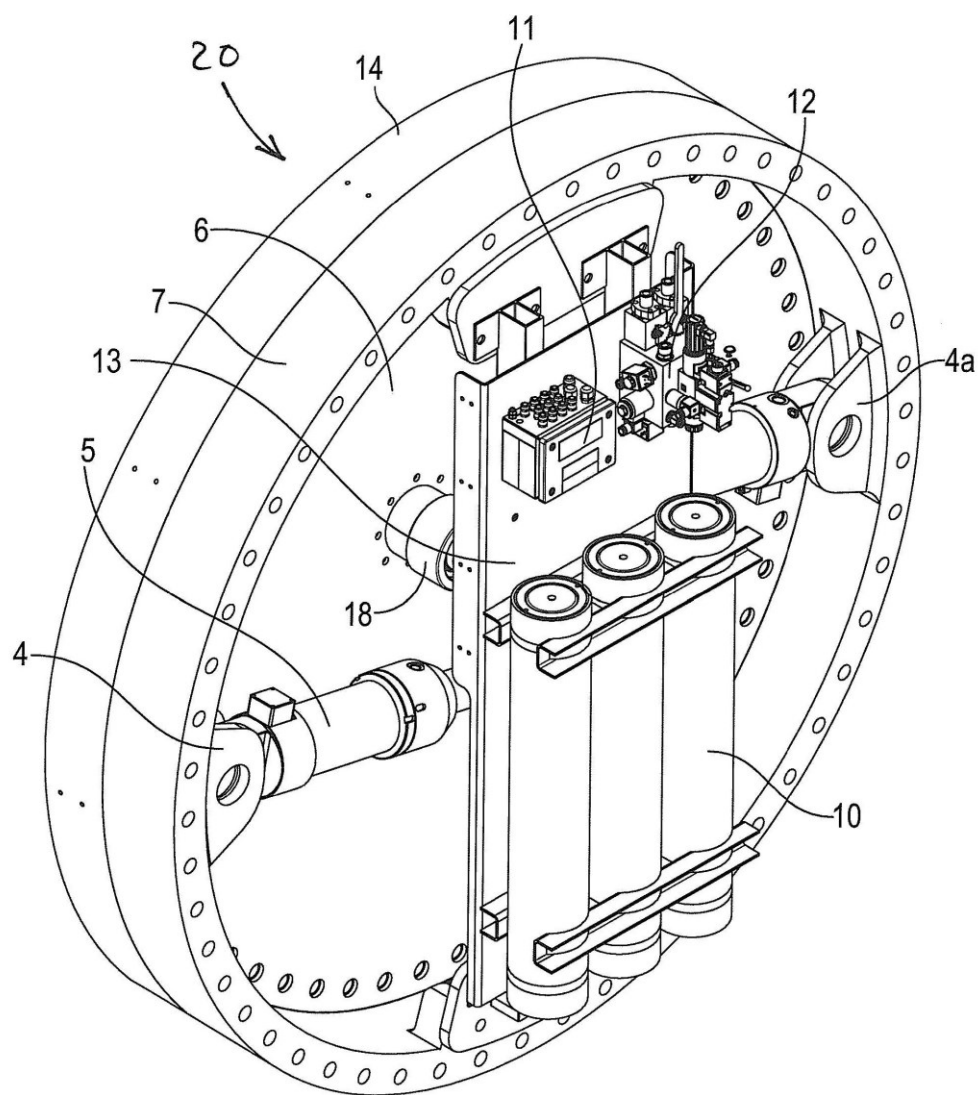


FIG. 2

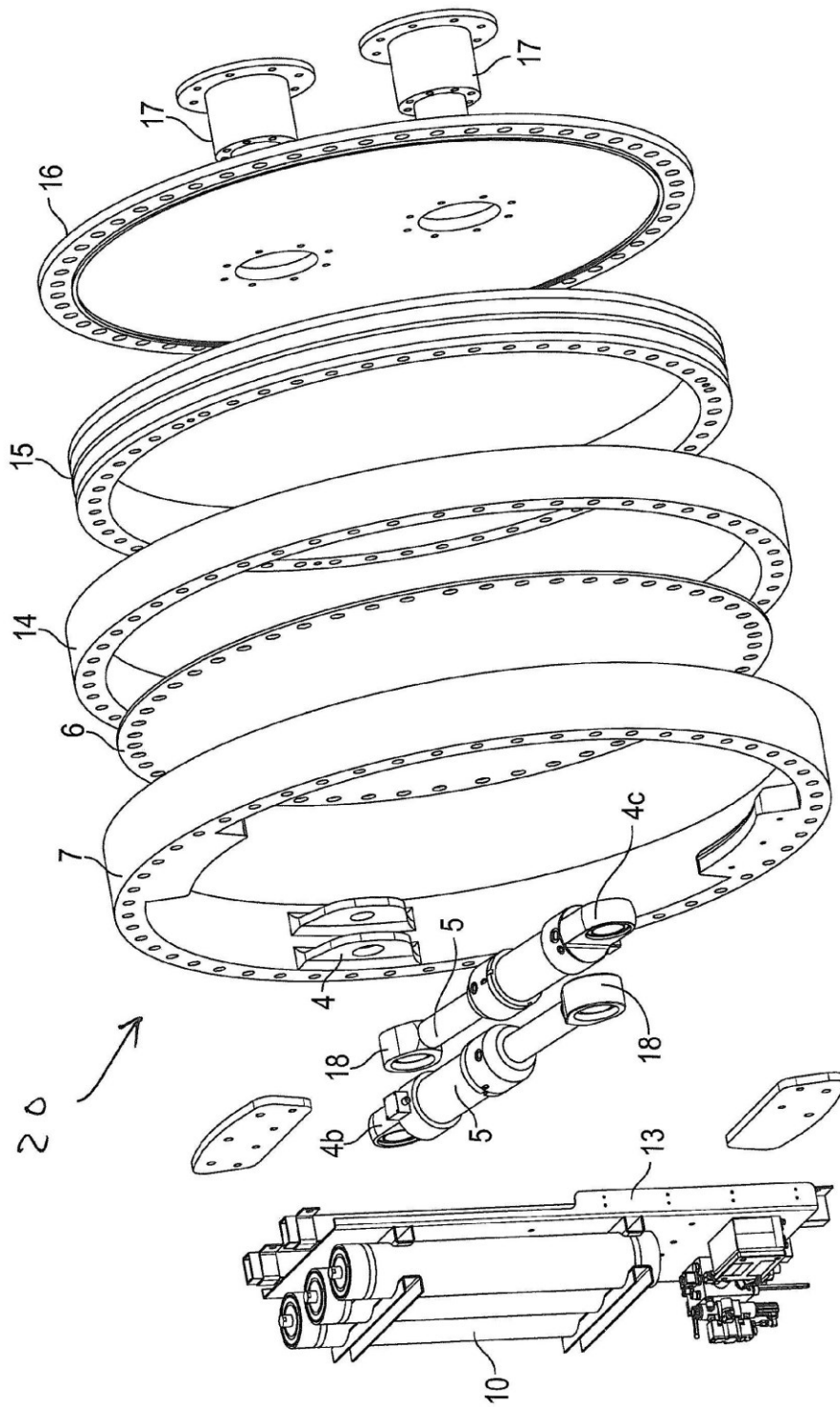


FIG. 3

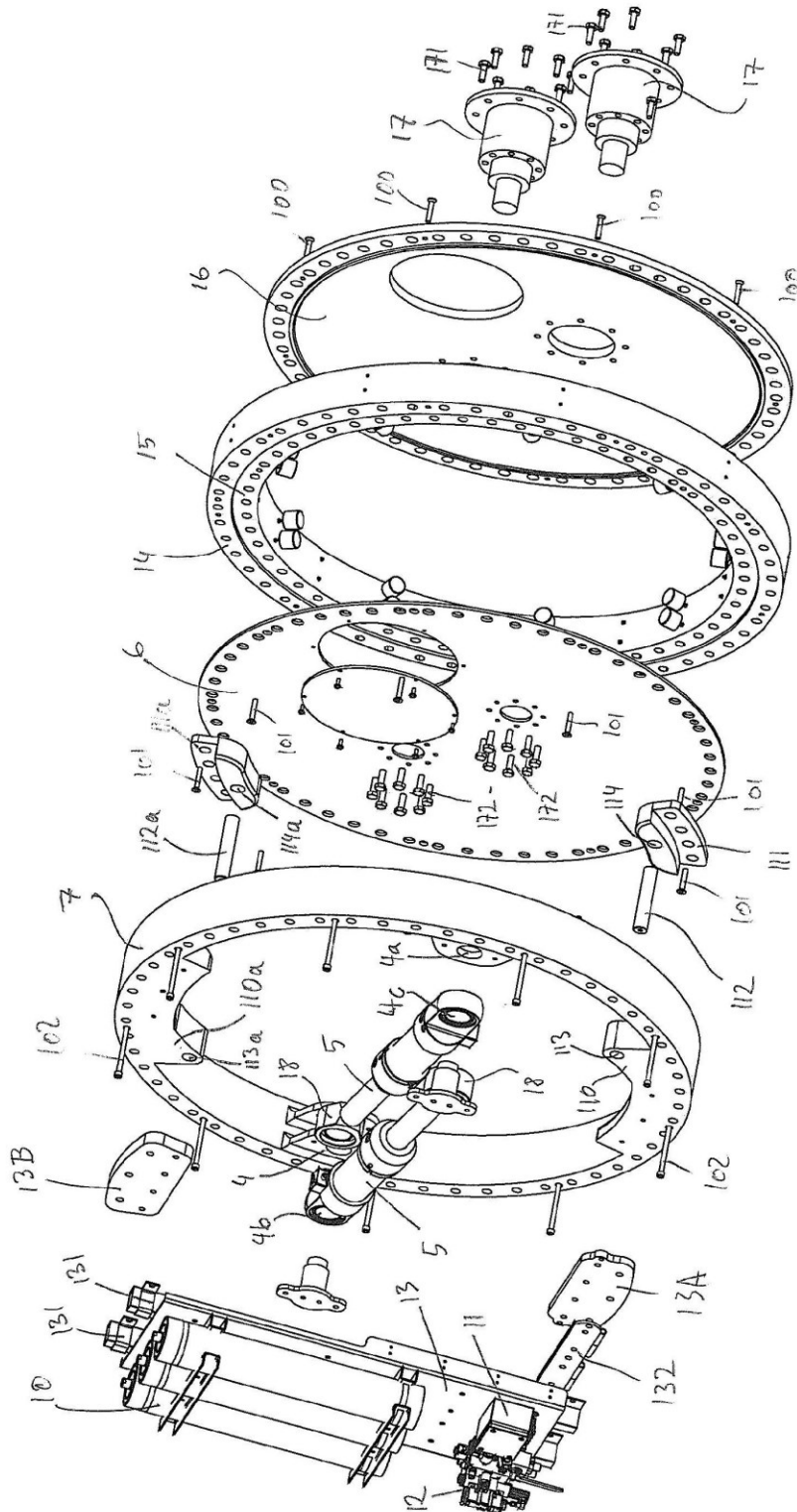


FIG. 4

30

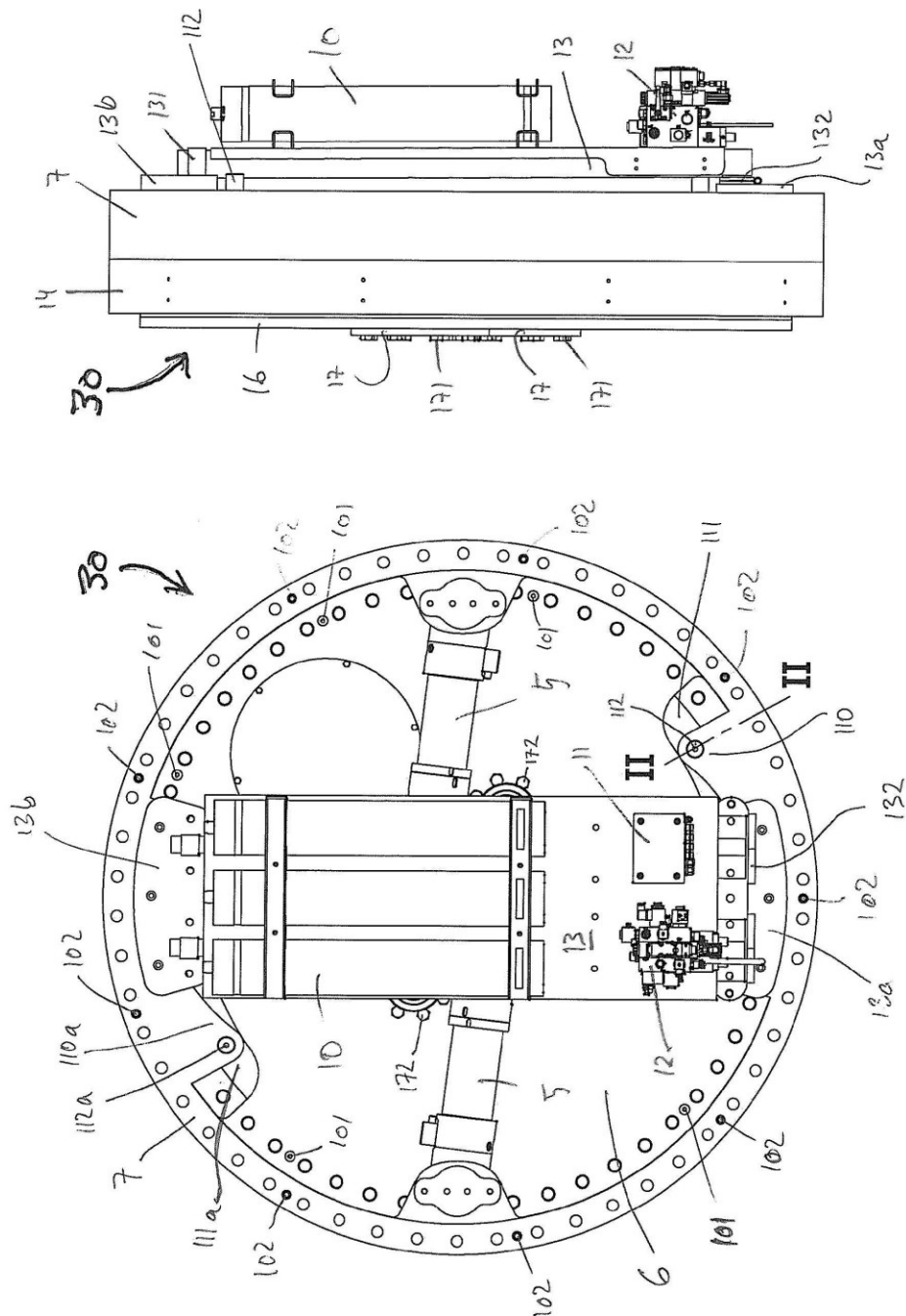


FIG. 6

FIG. 5

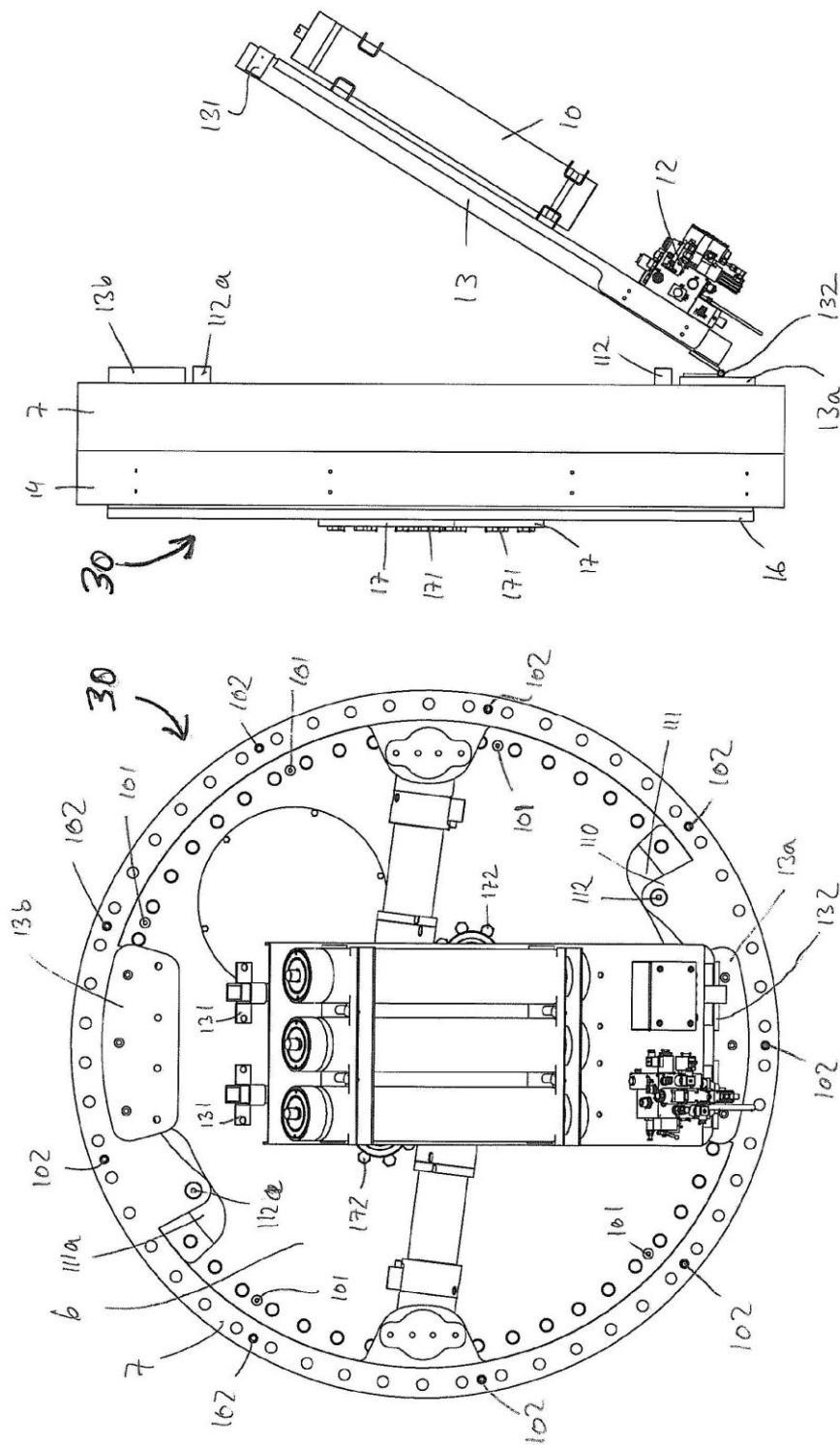


FIG. 8

FIG. 7

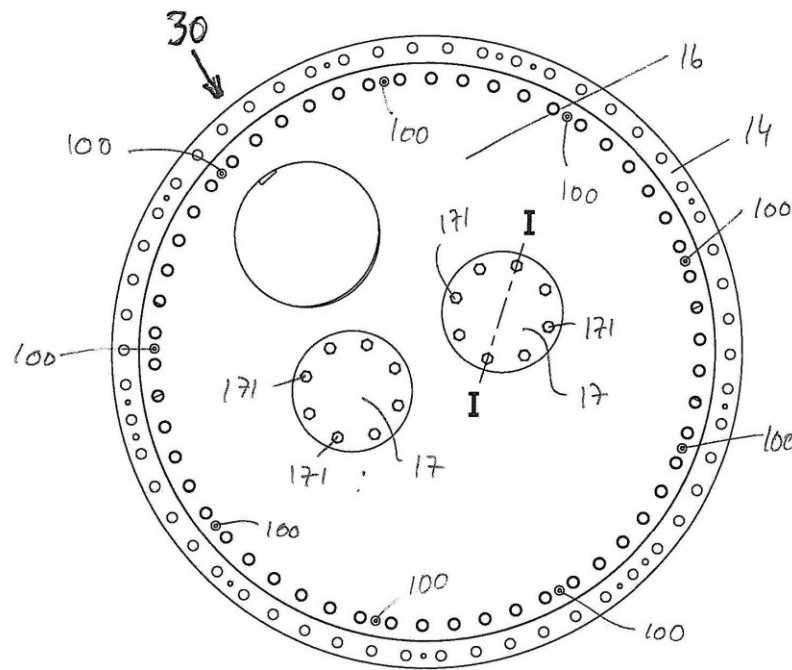


FIG. 9

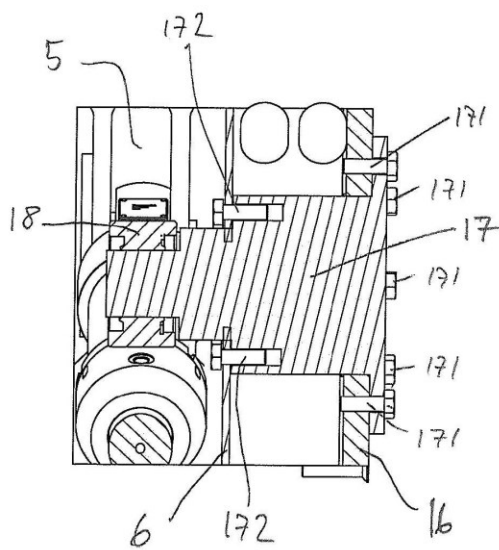


FIG. 10

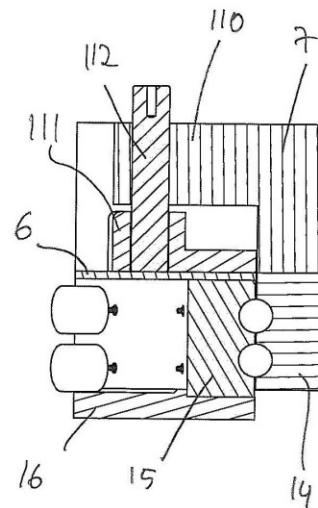


FIG. 11

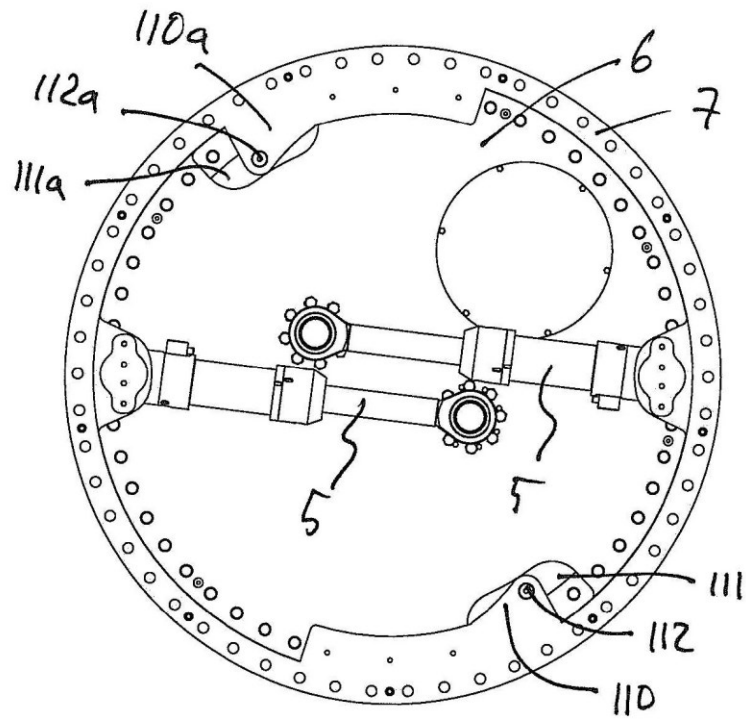


FIG. 12

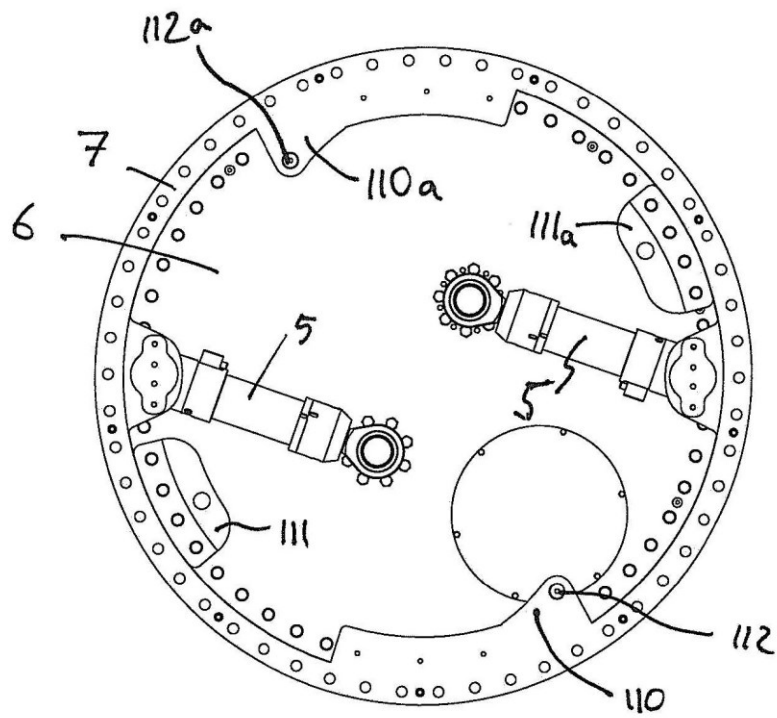


FIG. 13