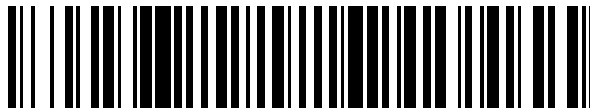


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 722 023**

51 Int. Cl.:

**F03D 1/00** (2006.01)

**B66C 1/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.06.2015 PCT/DK2015/050160**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.12.2015 WO15188836**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.06.2015 E 15806557 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.02.2019 EP 3155256**

54 Título: **Dispositivo de elevación para un conjunto de rotor y método asociado**

30 Prioridad:

**12.06.2014 DK 201470350**

**11.03.2015 DK 201570136**

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

**07.08.2019**

73 Titular/es:

**ENVISION ENERGY (DENMARK) APS (100.0%)**

**Randersvej 2a**

**8600 Silkeborg, DK**

72 Inventor/es:

**WESTERGAARD, JAN**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 722 023 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**

Dispositivo de elevación para un conjunto de rotor y método asociado

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a un método para elevar un rotor de una turbina eólica, teniendo el rotor un buje con al menos dos interfaces de montaje para que se monten al menos dos palas de turbina eólica.

La presente invención también se refiere a un dispositivo de elevación para elevar un rotor de una turbina eólica tal como se describe anteriormente.

**Antecedentes de la invención**

10 Es ampliamente conocido que durante la construcción de una turbina eólica en el mar o en tierra las secciones de la torre, la góndola, el buje del rotor y las palas de la turbina eólica se hacen girar y elevan a su posición utilizando dos unidades de grúa. Las diversas partes se pueden elevar a su posición de manera individual o estar ensambladas previamente en un sitio de instalación, en un sitio de carga o en una cubierta antes de ser elevadas a su posición. Se conoce que al menos dos de las palas de la turbina eólica o los prolongadores del buje se pueden montar en el buje del rotor antes de elevar el rotor a su posición. El buje del rotor se transporta habitualmente al sitio de  
15 instalación en una posición vertical y posteriormente se hace girar a una posición horizontal utilizando una segunda unidad de grúa más pequeña, con el fin de facilitar el montaje en la góndola. La unidad de grúa más grande se asegura habitualmente al rotor utilizando unas sujeciones de elevación montadas en dos rodamientos de inclinación ubicados en el buje del rotor. Las sujeciones de elevación se retiran antes de montar las palas de la turbina eólica.

20 En lugar de esto, el buje del rotor se puede colocar en un almacén de soporte temporal y posteriormente hacer que rote a una posición horizontal alrededor de un eje de rotación en el almacén de soporte. No obstante, esta solución se añade a los costes totales de instalación e introduce pasos adicionales en el proceso de ensamblaje.

25 El documento US 2009/0324380 A1 expone un dispositivo de elevación para elevar y hacer girar un buje del rotor a su posición con relación a una góndola. Un extremo de montaje del dispositivo de elevación se extiende al interior de una de las aberturas para las palas de la turbina eólica y se monta en una parte estructural interior del buje del rotor, tal como el rodamiento de inclinación. Se asegura un cable de grúa al extremo libre de un brazo rotativo que se extiende fuera de la abertura. Un actuador hidráulico se activa de manera remota durante el proceso de elevación para hacer rotar el brazo y el buje del rotor alrededor de un punto de rotación. Es necesaria una segunda grúa para controlar el movimiento del buje del rotor con el fin de evitar que gire y dañe posiblemente la plataforma del camión durante la fase inicial del paso de elevación. Además, este dispositivo de elevación requiere que al menos una pala  
30 de la turbina eólica se eleve a su posición y se instale posteriormente, ya que el dispositivo de elevación ocupa una de las aberturas.

35 El documento US 2013/0269188 A1 expone un dispositivo de elevación similar, donde un extremo de montaje se extiende al interior de una de las aberturas y se monta en una superficie interior del rodamiento de inclinación respectivo. Se asegura un cable de grúa en el otro extremo del dispositivo de elevación y se conecta una unidad de control de la inclinación temporal al mecanismo de inclinación del buje del rotor mediante cables eléctricos o mangueras hidráulicas. A continuación, se eleva el buje del rotor fuera de su almacén de soporte y se activa el mecanismo de inclinación del buje del rotor para hacer rotar el buje del rotor alrededor de la línea central de ese rodamiento de inclinación. A continuación, se desconecta la unidad de control de la inclinación y se eleva el buje del rotor a su posición con relación a la góndola. El dispositivo de elevación ocupa una de las aberturas, lo que significa que una pala de la turbina eólica se debe montar posteriormente. En segundo lugar, la utilización de una unidad de control de la inclinación independiente se añade a los costes del dispositivo de elevación y requiere que un trabajador conecte y desconecte de manera manual la unidad de control de la inclinación cada vez que se utiliza el dispositivo de elevación.

45 El documento US 2009/0159549 A1 expone un dispositivo de elevación montado en la superficie exterior del buje del rotor. En una realización, el dispositivo de elevación tiene un almacén de montaje al cual están conectados, con el pivotamiento permitido, un actuador y un brazo de elevación muy grande y pesado. El cable de la grúa está conectado a unos medios de conexión en el extremo opuesto del brazo de elevación. Tanto el brazo de elevación como el actuador se extienden hacia fuera desde el almacén, incluso en el estado compacto, lo que significa que estos elementos y sus puntos de conexión están sometidos a unos momentos transversales considerables durante la elevación. En otra realización, el dispositivo de elevación tiene un carril curvo en el cual está ubicado el conjunto  
50 de carro. El cable de la grúa está conectado al carro y se utiliza una rueda dentada en el interior del carro para hacer rotar los rodillos que mueve el carro a lo largo del carril. El carro se puede situar únicamente en las posiciones finales ya que no se proporciona mecanismo de frenado.

**Objeto de la invención**

Un objeto de esta invención es proporcionar un dispositivo de elevación que elimine la necesidad de dos grúas durante el proceso de elevación.

Un objeto de esta invención es proporcionar un dispositivo de elevación capaz de elevar un rotor con todas las palas de la turbina eólica montadas en el buje del rotor.

- 5 Un objeto de esta invención es proporcionar un método para elevar un rotor que reduzca el tiempo total de ensamblaje.

**Descripción de la invención**

En la descripción que se ofrece a continuación el término general “rotor” se refiere al buje del rotor con las palas de la turbina eólica. El término “buje” se refiere al buje del rotor sin las palas de la turbina eólica.

- 10 Un objeto de la invención se logra mediante un método para elevar un rotor de una turbina eólica, teniendo el rotor un buje con al menos dos interfaces de montaje para que se monten al menos dos palas de la turbina eólica, donde el método comprende los pasos de:

- montar al menos una parte de una pala de la turbina eólica en cada una de las interfaces de montaje respectivas dispuestas en un buje de un rotor;

- 15 - montar un dispositivo de elevación, tal como se describe a continuación, en una superficie exterior del buje;

- conectar una unidad de elevación externa a una unidad de giro del dispositivo de elevación y elevar el rotor a una primera posición suspendida;

- 20 - hacer girar el rotor un ángulo de esencialmente 90 grados, desde su posición de elevación a una posición de instalación, moviendo un conjunto de carro a lo largo de un carril ubicado en una unidad base de la unidad de giro; y además

- elevar el rotor a una segunda posición suspendida con relación a una interfaz de montaje de una góndola de una turbina eólica, caracterizado por que la unidad de giro comprende un mecanismo de frenado configurado de modo que detenga el rotor en cualquier posición intermedia entre la posición de elevación y la posición de instalación.

- 25 Esto proporciona un método simple y fácil para elevar y hacer girar al menos el buje desde una posición de transporte hasta una posición de instalación durante la construcción de la estructura de la turbina eólica. Este método hace posible montar una unidad base del dispositivo de elevación en los medios de montaje, p. ej., las sujeciones, ubicados en la superficie exterior del buje del rotor, en lugar de ocupar una de las aberturas de pala formadas en la superficie exterior. Como alternativa o de manera adicional, el dispositivo de elevación se puede
- 30 montar en una interfaz de montaje para un cono de la nariz o en la periferia de otra abertura; p. ej., una abertura para inspección, ubicada en la superficie exterior. Esto permite una conexión más simple y fácil del dispositivo de elevación ya que el trabajador puede asegurar el dispositivo de elevación desde el exterior del buje del rotor. Esto reduce el tiempo total de ensamblaje cuando el instala el conjunto de rotor.

- 35 El buje se puede transportar al sitio de instalación en una posición erguida o vertical, donde la interfaz de montaje de la góndola o el eje principal descansa sobre una plataforma de un camión o una cubierta de una embarcación. Por su parte, el buje puede descansar sobre cualquiera de las interfaces de montaje para las palas de la turbina eólica durante el transporte. Como alternativa, el buje del rotor se puede disponer en un almacén de transporte que está asegurado a la plataforma o cubierta del camión. El dispositivo de elevación se puede montar en el buje antes o después del paso de transporte.

- 40 Después de instalar el buje, p. ej., de su montaje en la góndola o el eje principal, el dispositivo de elevación se puede desmontar y situar en otro buje o rotor. Por último, se puede conectar un cono de la nariz, una cubierta y/o una carcasa exterior al buje para proteger el buje frente al entorno y acelerar el viento que fluye sobre el buje. La cubierta/carcasa se puede conectar al buje antes de la elevación del rotor, donde se puede omitir una parte de la
- 45 cubierta/carcasa para facilitar el montaje del dispositivo de elevación. Como alternativa, el dispositivo de elevación se puede disponer a lo largo de una superficie exterior de la cubierta/carcasa y extenderse a través de una abertura en la cubierta/carcasa para facilitar el montaje en el buje del rotor. En esta disposición, se puede montar un elemento de montaje intermedio o separador entre el dispositivo de elevación y la cubierta/carcasa para compensar el espacio entre la cubierta/carcasa y la superficie exterior del buje.

- 50 Los mecanismos de inclinación, los transductores/sensores de posición de la inclinación y otros componentes electrónicos/hidráulicos ubicados habitualmente en el buje se pueden ensamblar e instalar previamente en el buje antes de elevar el buje a su posición. Esto reduce el tiempo total de ensamblaje.

El dispositivo de elevación permite montar todas las palas de la turbina eólica en el buje antes de elevar el rotor a su

posición. Se montan en el buje al menos dos palas de la turbina eólica o prolongadores/secciones internas de las palas del buje de las palas de la turbina eólica parcialmente inclinables. El rotor puede estar parcial o totalmente ensamblado antes de elevarlo a su posición, esto permite un proceso de ensamblaje más seguro y fácil en comparación con que el rotor se ensamble mientras está suspendido de la góndola. Al ensamblar el rotor en una posición horizontal, las palas de la turbina eólica o sus partes se pueden manipular mientras aún están en su posición horizontal, lo que permite por tanto un proceso de manipulación más simple y fácil. Esto también elimina los pasos adicionales de elevar las palas de la turbina eólica a su posición después de haber instalado el buje y, por tanto, reduce el tiempo total de ensamblaje.

Los mecanismos de inclinación, los transductores/sensores de posición de la inclinación, el sistema de control de los flaps y otros componentes electrónicos/hidráulicos ubicados habitualmente en la pala o el buje de la turbina eólica se pueden ensamblar e instalar previamente antes de la elevación del rotor a su posición. Esto reduce adicionalmente el tiempo total de instalación.

Se hace girar el rotor moviendo un conjunto de carro a lo largo de un carril dispuesto en la unidad base entre dos posiciones finales. El conjunto de carro se asegura en la unidad de grúa en un punto de elevación y se puede mover utilizando un grupo impulsor integrado que actúa como una unidad de accionamiento. Preferentemente, el carril tiene una forma en general curva o convexa con un radio predeterminado que define un punto de giro. En esta configuración, el grupo impulsor puede comprender un acoplamiento de engranaje que tiene un piñón que engrana con un borde de engranaje coincidente ubicado en el carril, donde el piñón está conectado a un motor impulsado por una unidad de potencia, p. ej., una unidad motriz, y se hace rotar en una dirección horaria o antihoraria según se describe a continuación. Esto permite girar el rotor o el buje sin utilizar ningún elemento pivotante y hace posible que el conjunto de carro se detenga en cualquier posición entre dos posiciones finales. Esta configuración también permite que el rotor gire utilizando una cantidad mínima de fuerza. La utilización de un carro móvil reduce el riesgo de fallo del dispositivo de elevación en comparación con otros tipos de dispositivos de elevación.

De acuerdo con una realización, el dispositivo de elevación bloquea el rotor en su posición actual cuando se detiene la activación de la unidad de control y desbloquea el rotor cuando se activa la unidad de control.

El rotor se detiene en cualquier posición a lo largo del carril aplicando una fuerza de frenado sobre el carro, p. ej., el acoplamiento de engranaje. El mecanismo de frenado, o un mecanismo de bloqueo independiente, puede bloquear además la posición del rotor cuando no se detecta la activación de la unidad de control. Si se detecta la activación de la unidad de control, entonces el mecanismo de frenado/bloqueo se desbloquea y el carro se mueve a lo largo del carril. La activación de la unidad de control se puede detectar como la potencia activada, la transmisión de una señal de control al dispositivo de elevación o una señal de activación independiente. Esto aumenta adicionalmente la seguridad ya que el rotor queda bloqueado una vez que el operario deja de activar la palanca de control o el mando de control. La unidad de control puede ser una unidad de control remoto para controlar el dispositivo de elevación de manera remota.

En una realización alternativa, se hace girar el rotor pivotando un brazo de elevación conectado a la unidad de grúa alrededor de un punto de pivotamiento utilizando una unidad de accionamiento ubicada en el dispositivo de elevación.

Esta configuración permite hacer girar el rotor a una posición de instalación o sustancialmente horizontal alrededor de un punto de giro por medio del dispositivo de elevación, sin utilizar un almacén temporal de soporte. Se hace girar el rotor a una posición de instalación donde la dirección longitudinal del buje es al menos paralela a la dirección longitudinal de la góndola o del eje principal. Preferentemente, el buje se orienta posteriormente de modo que la interfaz de montaje esté orientada hacia la interfaz de montaje coincidente ubicada en la góndola o el eje principal. Esto elimina además la necesidad de una segunda unidad de grúa para hacer girar el rotor o para que los trabajadores retengan/guían el rotor durante el paso de giro.

Tras la activación, la unidad de accionamiento hace pivotar un brazo conectado al cable de la grúa alrededor de un punto de pivotamiento ubicado en la unidad base que a su vez hace girar al rotor hacia la posición de instalación. Esto permite hacer girar el rotor sin tener que activar el rodamiento de inclinación del buje. La unidad de accionamiento puede estar alimentada por una unidad motriz que puede estar controlada de manera remota por medio de una conexión cableada o inalámbrica. El punto de pivotamiento define un punto de giro.

De acuerdo con otra realización, el paso de elevar el rotor a la primera posición suspendida comprende equilibrar el rotor durante la elevación.

Durante la fase inicial de la elevación, el dispositivo de elevación y el rotor están preferentemente equilibrados, de modo que el rotor se eleva sustancialmente en una dirección vertical sin rotar. Esto se puede realizar alineando el punto de elevación del brazo con el centro de gravedad del rotor. Si el punto de elevación y el centro de gravedad están desfasados, el equilibrado se puede realizar ajustando la masa del dispositivo de elevación y/o añadiendo elementos de contrapeso al dispositivo de elevación y/o al rotor. Se pueden utilizar otras soluciones conocidas para equilibrar el rotor durante la elevación. Esto elimina la necesidad de dos unidades de grúa con el fin de controlar el

movimiento del rotor durante la elevación.

Después de que se instalan el buje o el rotor, se desmonta el dispositivo de elevación y el brazo pivotante o el conjunto de carro retornan a su posición de elevación.

5 También se logra un objeto de la invención mediante un dispositivo de elevación para elevar un rotor de una turbina eólica tal como se describe anteriormente, donde el dispositivo de elevación comprende:

- al menos una unidad base que tiene uno o más medios de montaje configurados para que se monten en unos medios de montaje coincidentes ubicados en una superficie exterior de un buje del rotor, teniendo además el buje al menos dos interfaces de montaje configuradas para que se monten al menos dos palas de la turbina eólica;

10 - al menos una unidad de giro que comprende un conjunto de carro configurado de modo que se mueva a lo largo de un carril ubicado en la unidad base, donde se dispone un acoplamiento de engranaje en el conjunto de carro y se configura de modo que mueva el conjunto de carro a lo largo del carril, de manera que haga girar el rotor un ángulo esencialmente de 90 grados desde una posición de elevación hasta una posición de instalación;

- al menos un elemento de elevación ubicado en el conjunto de carro configurado de modo que esté conectado con una unidad de elevación externa;

15 - una unidad de control configurada de modo que controle el funcionamiento del dispositivo de elevación, caracterizada por que el dispositivo de elevación comprende además un grupo impulsor que comprende el acoplamiento de engranaje que tiene un piñón que engrana con un borde de engranaje coincidente ubicado en el carril, donde el piñón está conectado a un motor impulsado por una unidad de potencia, por que la unidad de giro comprende un mecanismo de frenado configurado de modo que detenga el rotor en cualquier posición intermedia  
20 entre la posición de elevación y la posición de instalación, por que el mecanismo de frenado se elige entre un freno eléctrico, hidráulico, neumático o electromagnético y dicho mecanismo de frenado se dispone con relación al grupo impulsor para aplicar una fuerza de frenado sobre el conjunto de carro, por que el mecanismo de frenado bloquea el conjunto de carro, y por tanto el rotor, en cualquier posición a lo largo del carril cuando se activa, y por que dicho mecanismo de frenado se libera cuando se activa la unidad de control.

25 Esto proporciona un dispositivo de elevación capaz de elevar el buje por separado, o el rotor con las palas de la turbina eólica montadas, a sus interfaces de montaje respectivas del buje. La unidad base se configura de modo que se extienda en una dirección longitudinal a lo largo de la superficie exterior del buje. La dirección longitudinal se extiende desde un primer extremo orientado hacia la interfaz de montaje para la góndola/el eje principal hasta un segundo extremo orientado hacia el extremo frontal del buje. Los medios de montaje se configuran de modo que se  
30 monten en unos medios de montaje coincidentes dispuestos en la superficie exterior. El dispositivo de elevación puede comprender otro conjunto de medios de montaje configurado de modo que se monten en una interfaz de montaje para un cono de la nariz u otros medios de montaje ubicados en la superficie exterior, p. ej., en la periferia de una abertura de inspección. Esto hace posible que el dispositivo de elevación esté situado entre dos interfaces de montaje adyacentes en lugar de bloquear una de las aberturas de las palas, lo que permite por tanto una conexión  
35 más simple y fácil al rotor ya que se puede montar desde el exterior del buje.

Los medios de montaje pueden ser collarines o sujeciones, elementos de montaje hembra y macho o un mecanismo de bloqueo mecánico o hidráulico, p. ej., un acoplamiento rápido, que se hace funcionar mediante otro unidad de accionamiento o unidad de potencia. Esto facilita un montaje más simple y fácil utilizando elementos de atado, tales como pernos, tornillos o similares, o un mecanismo de acoplamiento adecuado. Los medios de montaje también se  
40 pueden utilizar para manipular el buje durante la fabricación, lo que permite por tanto que el dispositivo de elevación se monte en bujes o conjuntos de rotor ya existentes.

En esta configuración, se hace girar el rotor o el buje por medio de un conjunto de carro configurado de modo que se mueva a lo largo de un carril dispuesto en la unidad base. El carro, el carril y/o la unidad base se pueden fabricar con cualquier material adecuado, tal como acero. El carro está apoyado durante el proceso de giro en unos  
45 elementos móviles ubicados en una pata del carro, preferentemente en ambas patas del carro. El elemento de elevación, p. ej., una anilla, un gancho o un eje, se puede disponer en el extremo superior del carro y define un punto de elevación. Se puede conectar, con la rotación permitida, un piñón a un motor que a su vez está impulsado mediante una unidad de potencia, p. ej., un generador alimentado con combustible o gas. El motor y/o la unidad de potencia se pueden sustituir por una unidad motriz de electricidad. La unidad de control se puede utilizar para  
50 controlar el funcionamiento del conjunto de carro. La rueda dentada y el borde de engranaje hacen posible que el conjunto de carro se detenga en cualquier posición intermedia entre las dos posiciones finales.

Se puede incorporar un mecanismo de seguridad en el conjunto de carro para desengranar el acoplamiento de engranaje en caso de fallo. El grupo impulsor o el piñón se puede conectar, con el deslizamiento permitido, al carro, p. ej., por medio de un asiento deslizante o una rueda dentada de embrague, para hacer que se deslice el grupo  
55 impulsor o el piñón y deje de estar engranado con el borde de engranaje. El asiento/embrague se puede configurar de modo que se deslice en una dirección radial o axial con relación al piñón. Esto permite un giro manual del rotor o

5 el buje en caso de fallo. El conjunto de carro comprende además un mecanismo de frenado dispuesto con relación al carril o al acoplamiento de engranaje . El mecanismo de frenado se configura de modo que aplique una fuerza de frenado para detener el carro en cualquier posición intermedia o final. El mecanismo de frenado también puede actuar como un mecanismo de bloqueo para bloquear el rotor en esa posición durante el proceso de elevación y giro. Como alternativa, se puede utilizar un mecanismo de bloqueo independiente para bloquear el rotor. El mecanismo de frenado puede ser un freno eléctrico, hidráulico, neumático o electromagnético.

En una realización alternativa, la unidad de giro comprende un brazo pivotante conectado a la unidad base en un punto de pivotamiento, el brazo está conectado además a una unidad de accionamiento configurada de modo que haga pivotar el brazo con relación a la unidad base.

10 En esta configuración el rotor o el buje pueden girar por medio de un brazo de elevación pivotante conectado a la unidad de grúa. El brazo puede moverse o pivotar entre una posición retraída y una posición extendida mediante la activación de la unidad de accionamiento. La unidad de accionamiento está conectada al brazo entre el punto de pivotamiento y el punto de elevación, p. ej., mediante una articulación de rotación. La unidad de accionamiento puede ser un actuador lineal que funciona de manera hidráulica, neumática o eléctrica. Esto permite hacer girar de  
15 manera simple y fácil el rotor sin tener que utilizar una segunda unidad de grúa o unos cables guía manipulados por un trabajador desde el suelo.

En una realización alternativa adicional, la unidad base comprende dos placas finales interconectadas mediante cualquier número de elementos separadores, donde al menos el brazo se dispone entre las placas de soporte.

20 Esta configuración permite soportar o guiar el brazo de elevación pivotante durante el movimiento de pivotamiento. La unidad base, p. ej., las placas finales, y el brazo se pueden fabricar con cualquier material adecuado, tal como acero u otro material de resistencia elevada. La unidad de accionamiento se puede disponer además entre las placas de soporte. La unidad de accionamiento y el brazo de elevación pueden estar conectados a las placas finales en extremos opuestos, lo que permite que las dos unidades estén más o menos ocultas por las placas finales cuando están en la posición retraída. Esto evita que se mueva el brazo en una dirección transversal debido al  
25 movimiento del rotor, lo que podría conducir a un fallo en el brazo o en la articulación de pivotamiento. El brazo de elevación del documento US 2009/0159549 A1 no está intercalado entre dos placas finales sólidas, en lugar de esto está situado en el lateral de una estructura del armazón. Esto significa que el brazo de elevación no se dispone de manera simétrica en el dispositivo de elevación, por tanto, el punto de conexión del brazo de elevación experimenta unas cargas considerablemente más elevadas que aquellas de la presente invención.

30 De acuerdo con una realización, el dispositivo de elevación comprende una unidad de potencia, p. ej., una unidad motriz, configurada de modo que alimente la unidad de giro, siendo controlada la unidad de potencia mediante la unidad de control.

35 Esta configuración permite activar la unidad de accionamiento de manera remota mediante una conexión cableada o inalámbrica. La unidad motriz puede comprender uno o más acumuladores, almacenando cada uno una cantidad de energía hidráulica, neumática o eléctrica para alimentar la unidad de accionamiento. Como alternativa, la unidad motriz puede comprender un motor de combustión para suministrar potencia a la unidad de accionamiento que funciona con cualquier tipo de combustible o gas, tal como diésel, gasolina o petróleo. La unidad motriz puede comprender además bombas, válvulas o similares para regular la cantidad de fluido que se suministra a o desde la unidad de accionamiento.

40 De acuerdo con una realización, la unidad de potencia está conectada a la unidad base mediante un acoplamiento rotativo, donde el acoplamiento se configura de modo que mantenga la unidad de potencia esencialmente con la misma orientación durante la rotación del rotor.

45 Esta configuración permite que la unidad motriz permanezca en una posición correcta de modo que se pueda hacer funcionar en todo momento. Colocar la unidad motriz en una posición incorrecta puede provocar que la unidad motriz no pueda funcionar, en particular, si se utiliza un motor de combustión. Esto se puede hacer colocando la unidad motriz en un elemento oscilante suspendido desde la unidad base u otra parte del dispositivo de elevación. Como alternativa, la unidad motriz se puede colocar se puede colocar en un elemento móvil, p. ej., deslizante o rotativo, configurado de modo que se mueva, p. ej., se deslice o rote, con relación a la unidad base. Se pueden disponer uno o más carriles o acanaladuras de guiado en una superficie exterior de la unidad base y en el elemento  
50 móvil.

De acuerdo con una realización, el carril tiene una o más secciones de carril, donde la forma de la o las secciones de carril se selecciona de; una evolvente, un círculo, una línea recta, una parábola o una elipse.

55 El carril con forma de T se puede formar mediante una única sección de carril o múltiples secciones de carril, teniendo cada una un perfil predeterminado en la dirección longitudinal del carril. Cada una de las secciones de carril puede formar un segmento de línea recta o un segmento de línea curva, p. ej., un segmento de línea evolvente, circular, parabólico, elíptico u otro segmento de línea adecuado. Esto permite formar el carril o las secciones de carril

de modo que se requiera una cantidad mínima de fuerza para mover el carro a lo largo del carril en cualquier dirección.

5 De acuerdo con una realización especial, se dispone un borde de engranaje de manera simétrica sobre el carril, donde la unidad de potencia se configura de modo que impulse un motor conectado a un piñón que engrana con el borde de engranaje .

10 El borde de engranaje se dispone de manera simétrica en un plano central del dispositivo de elevación, p. ej., en la superficie exterior del carril, lo que permite por tanto que el carro se mueva incluso si el carro está desplazado angularmente con relación al carril aproximadamente 2 grados. Al contrario que en la solución del documento US 2009/0159549 A1, donde el borde de engranaje se dispone en el lateral de un elemento tipo placa, la rueda dentada impulsora se engrana con el borde de engranaje , y un rodillo que contacta con el lado interior del borde de engranaje añade soporte a la unidad impulsora.

15 El carril puede comprender además una o más alas guía o acanaladuras guía proyectantes utilizadas para guiar el carro a lo largo del carril. Se pueden disponer uno o más conjuntos de elementos móviles, p. ej., rodillos, rodamientos o ruedas, en el carro para que contacten con las alas guía o las acanaladuras guía. Preferentemente, se disponen al menos un primer y un segundo par de elementos móviles en un lado de los carriles para contactar al menos con un primer y segundo par coincidente de carriles guía o acanaladuras guía. Como alternativa, se pueden omitir los carriles guía o las acanaladuras guía de modo que los conjuntos de elementos móviles contacten directamente con las superficies opuestas del carril. Los elementos móviles proporcionan al menos un primer y segundo conjunto de elementos móviles, y se pueden proporcionar unos carriles/unas acanaladuras guía coincidentes opcionales en lados opuestos del carril para un soporte adicional en la dirección transversal. El carro tiene dos patas, donde el carril está ubicado entre las dos patas en las cuales están ubicados los elementos móviles.

20 De acuerdo con una realización, la unidad de control está conectada al dispositivo de elevación mediante una conexión inalámbrica, donde la unidad de control se configura de modo que controle de manera remota el funcionamiento del dispositivo de elevación.

25 Esta configuración hace posible que un único trabajador controle de manera remota la rotación del rotor, p. ej., desde la góndola, lo que permite un proceso de elevación más seguro. En esta realización, no son necesarios cables eléctricos o mangueras hidráulicas/neumáticas para controlar el dispositivo de elevación o hacer rotar el rotor. La unidad de control se configura de modo que controle el funcionamiento del dispositivo de elevación mediante una conexión inalámbrica o cableada. La conexión inalámbrica puede ser una conexión por infrarrojos o láser, una conexión por Bluetooth®, una conexión por radio frecuencia (RF) o cualquier otro tipo de conexión adecuado. Esto permite un control simple y fácil del dispositivo de elevación.

30 De acuerdo con una realización, el elemento de elevación está alineado con un centro de gravedad del rotor y/o el dispositivo de elevación comprende unos medios para ajustar el equilibrio entre el dispositivo de elevación y el rotor.

35 En esta configuración, el dispositivo de elevación y el rotor/buje están equilibrados, de modo que se elevan hacia arriba en una dirección esencialmente vertical sin provocar una rotación del rotor/buje. Esto se puede hacer colocando el brazo pivotante en la posición retraída o el conjunto de carro en una posición de elevación, donde el elemento de elevación está alineado con el centro de gravedad del rotor o el buje. La masa del dispositivo de elevación también se puede utilizar para equilibrar la estructura, de manera opcional se pueden añadir uno o más elementos de contrapeso al dispositivo de elevación y/o al rotor o al buje para ajustar el equilibrio. El conjunto de carro puede estar equilibrado colocando el motor y la unidad de potencia en lados opuestos del carril, si es necesario, se pueden añadir uno o más elementos de contrapeso opcionales al motor y/o la unidad de potencia para equilibrar adicionalmente el carro.

40 Un objeto de la invención se logra además mediante un rotor que comprende al menos un buje que tiene al menos dos interfaces de montaje configuradas para que se monten al menos dos palas de la turbina eólica, caracterizado por que el buje comprende uno o más medios de montaje configurados de modo que se monte un dispositivo de elevación tal como se describe anteriormente, donde los medios de montaje se disponen en una superficie exterior del buje.

45 Esta configuración permite que los nuevos bujes estén equipados con uno o más medios de montaje específicos para la fijación del dispositivo de elevación. En la superficie exterior se pueden proporcionar otros medios de montaje específicos para otras aplicaciones. Los bujes ya existentes se pueden acondicionar con medios de montaje para el dispositivo de elevación.

### Descripción de los dibujos

La invención se describe únicamente a modo de ejemplo y haciendo referencia a los dibujos, donde:

- la figura 1 muestra una realización ejemplar de una turbina eólica con un conjunto de rotor;
- la figura 2 muestra un primer paso de un primer método de elevación de acuerdo con la invención;
- la figura 3 muestra un segundo paso del primer método de elevación;
- la figura 4 muestra un segundo paso alternativo del primer método de elevación;
- 5 la figura 5 muestra un primer paso de un segundo método de elevación de acuerdo con la invención;
- la figura 6 muestra un segundo paso del segundo método de elevación;
- la figura 7 muestra un tercer paso del segundo método de elevación;
- la figura 8 muestra una segunda realización ejemplar del dispositivo de elevación;
- la figura 9 muestra el conjunto de carro de la figura 8 visto desde el lado del motor;
- 10 la figura 10 muestra el conjunto de carro de la figura 8 visto desde el lado del motor;
- la figura 11 muestra el dispositivo de elevación de la figura 8 montado en un rotor en una posición de elevación; y
- la figura 12 muestra el dispositivo de elevación y el rotor de la figura 11 en una posición girada.

En el siguiente texto, las figuras se describirán una por una y las diferentes partes y posiciones que se observan en las figuras estarán numeradas con los mismos números en las diferentes figuras. No todas las partes y posiciones indicadas en una figura específica serán analizadas necesariamente junto con esa figura.

15

**Lista de referencias**

- |    |    |                             |
|----|----|-----------------------------|
|    | 1  | Turbina eólica              |
|    | 2  | Torre de la turbina eólica  |
|    | 3  | Cimentación                 |
| 20 | 4  | Góndola                     |
|    | 5  | Rotor                       |
|    | 6  | Buje                        |
|    | 7  | Palas de la turbina eólica  |
|    | 8  | Dispositivo de elevación    |
| 25 | 9  | Camión                      |
|    | 10 | Superficie exterior         |
|    | 11 | Primera interfaz de montaje |
|    | 12 | Segunda interfaz de montaje |
|    | 13 | Tercera interfaz de montaje |
| 30 | 14 | Primeros medios de montaje  |
|    | 15 | Segundos medios de montaje  |
|    | 16 | Brazo de elevación          |
|    | 17 | Unidad de accionamiento     |
|    | 18 | Unidad base                 |
| 35 | 19 | Punto de pivotamiento       |
|    | 20 | Elemento de elevación       |



	21	Unidad de potencia
	22	Dirección de giro
	23	Cubierta
	24	Abertura
5	25	Conjunto de carro
	26	Estructura del armazón
	27	Primera superficie de contacto
	28	Segunda superficie de contacto
	29	Elementos móviles
10	30	Motor
	31	Unidad de potencia
	32	Piñón
	33	Borde de engranaje
	34	Orificio, mecanismo de seguridad
15	35	Mecanismo de frenado
	36	Correa de elevación

**Descripción detallada de la invención**

20 La figura 1 muestra una realización ejemplar de una turbina eólica 1 con un conjunto de rotor. La turbina eólica 1 comprende una torre de la turbina eólica 2 que tiene un extremo inferior montado en una cimentación 3, la cual puede ser una cimentación en tierra, así como también una cimentación en el mar. Una góndola 4 está conectada con la rotación permitida a un extremo superior de la torre de la turbina eólica 2, p. ej., mediante un rodamiento de guiñada conectado a un sistema de control (no se muestra). Un rotor 5 está conectado con la rotación permitida a la góndola 4, p. ej., mediante un eje principal (no se muestra). El rotor 5 comprende un buje (6) en el cual se montan al menos dos, p. ej., tres, palas de la turbina eólica 7. Cada pala de la turbina eólica comprende un extremo de la punta y un encastre de la pala. El buje 6 comprende un extremo anterior 6a orientado alejándose de la góndola 4 y un extremo posterior orientado hacia la góndola 4. Las palas de la turbina eólica 7 pueden ser unas palas inclinables en toda su longitud tradicionales, tal como se muestra en la figura 1, o unas palas inclinables parcialmente (no se muestran) que tiene una sección interior de la pala y una sección exterior de la pala. Se dispone un rodamiento de inclinación (no se muestra) entre el buje 6 y la pala de la turbina eólica 7 o entre las secciones interior y exterior de la pala de la turbina eólica 7.

35 Las figuras 2-4 muestran un método de elevación para instalar el rotor 5 en la góndola 4 utilizando una primera realización de un dispositivo de elevación 8 de acuerdo con la invención. El buje 6 y las palas de la turbina eólica 7 se transportan al sitio de instalación en camiones 9 diferentes. El dispositivo de elevación 8 y/u otros componentes del rotor 5 se transportan al sitio de instalación de manera separada o junto al buje 6, tal como se muestra en la figura 2.

40 El buje 6 comprende un armazón de soporte principal que tiene una superficie exterior 10 en el que se dispone una primera interfaz de montaje 11 para que se monte en la góndola 4 o en un eje principal. El buje 6 comprende además al menos dos segundas interfaces de montaje 12, p. ej., tres, para que se monten las palas de la turbina eólica 7 dispuestas en la superficie exterior 10. El buje 6 comprende una tercera interfaz de montaje 13 para que se monte un cono de la nariz (no se muestra). El buje 6 se transporta al sitio de instalación en una posición de transporte, donde una de las interfaces de montaje 11, 12 está orientada hacia la plataforma del camión 9a.

45 Se disponen uno o más primeros medios de montaje 14, p. ej., unas sujeciones de montaje, en la superficie exterior 10 para que se monte el dispositivo de elevación 8. El dispositivo de elevación 8 comprende unos segundos medios de montaje 15 coincidentes, p. ej., unas sujeciones o una superficie de montaje, para que se monte en el buje 6.

La figura 3 muestra un segundo paso del método de elevación, donde el dispositivo de elevación 8 se monta en el

5 buje 6. El dispositivo de elevación 8 comprende un brazo pivotante 16, p. ej., un brazo de elevación, configurado de modo que pivote alrededor de un punto de pivotamiento (no se muestra en la figura 3) entre una posición retraída y una posición expandida. El brazo 16 está conectado a una unidad de accionamiento 17, p. ej., un actuador lineal, configurado de modo que mueva el brazo 16 cuando se activa. El dispositivo de elevación 8 se monta en el buje 6 antes o después del paso de transporte.

10 Si el buje 6 se transporta al sitio de instalación con una de las segundas interfaces de montaje 12 orientada hacia la plataforma del camión 9a, tal como se muestra en la figura 3, se hace pivotar el brazo 16 a la posición expandida antes o después de montar el dispositivo de elevación 8 en el buje 6. En esta configuración, el buje 6 se puede elevar directamente hasta una posición suspendida con relación a la góndola 4 utilizando una unidad de grúa (no se muestra) sin ser girado. A continuación, se monta la primera interfaz de montaje 11 en la interfaz de montaje coincidente (no se muestra) de la góndola 4. Esto permite instalar el buje 6 por separado sin las palas de la turbina eólica 7.

15 La figura 4 muestra un segundo paso alternativo del primer método de elevación, donde el buje 6 se transporta al sitio de instalación con la primera interfaz de montaje 11 orientada hacia la plataforma del camión 9a. El camión 9 y la plataforma del camión 9a se omiten en la figura 4 con fines ilustrativos. En esta configuración, el brazo 16 se coloca en la posición retraída.

20 El dispositivo de elevación 8 comprende una unidad base 18 que comprende dos placas finales 18a, 18b separadas utilizando uno o más elementos separadores (no se muestran). El brazo 16 se dispone entre las placas finales 18a, 18b y está en un extremo conectado al punto de pivotamiento 19. El brazo 16 comprende en el otro extremo un elemento de elevación 20 en forma de una anilla de elevación para su conexión con el cable de una grúa. La unidad de accionamiento 17 está conectada a una unidad de potencia 21 en forma de una unidad generadora configurada de modo que alimente el funcionamiento de la unidad de accionamiento 17. La unidad de potencia 21 comprende un módulo de comunicaciones, p. ej., un módulo de comunicaciones inalámbricas, para comunicar con una unidad de control remoto (indicada mediante líneas a trazos). La unidad de control se configura de modo que controle el funcionamiento del dispositivo de elevación.

30 Un cable de grúa está conectado al elemento de elevación 20, y el buje 6 se eleva hasta una primera posición suspendida. A continuación, se activa la unidad de accionamiento 17 mediante la unidad de control, y se hace pivotar el brazo 16 desde la posición retraída (mostrada en la figura 4) hacia la posición expandida (mostrada en la figura 3). Esto provoca que el buje 6 gire (marcado con la flecha 22) desde la posición de transporte y hasta la posición de instalación. Después de que se completa el paso de giro, el buje 6 se eleva más hasta una posición suspendida con relación a la góndola 4. Como alternativa, el giro y la elevación se pueden hacer en un único paso. A continuación, se monta la primera interfaz de montaje 11 en la interfaz de montaje coincidente (no se muestra) de la góndola 4. Esto permite girar el buje 6 utilizando una única unidad de grúa.

35 La figura 5 muestra un primer paso de un segundo método de elevación de acuerdo con la invención, donde el rotor 5 se ensambla previamente antes de la elevación del rotor 5. En esta configuración, el buje 6 se coloca en una posición esencialmente horizontal en el sitio de instalación y a continuación se montan las palas de la turbina eólica 7 en el buje 6. Se monta además una cubierta 23 en la superficie exterior 10 del buje 6. A continuación, se monta el dispositivo de elevación 8 en el buje 6 a través de una abertura 24 en la cubierta 23.

40 El punto de elevación definido mediante el elemento de elevación 20 está alineado preferentemente con el centro de gravedad del rotor 5, de modo que la estructura está equilibrada durante la elevación. La masa y el peso del dispositivo de elevación 8 se utilizan para equilibrar la elevación.

45 La figura 6 muestra un segundo paso del segundo método de elevación, donde el rotor 5 se eleva hasta la primera posición suspendida. A continuación, se activa el dispositivo de elevación 8 y se hace pivotar el brazo 16 desde la posición retraída, mostrada en la figura 5, hasta la posición expandida, mostrada en la figura 6. De ese modo, se hace girar el rotor 5 a la posición de instalación.

La figura 7 muestra un tercer paso del segundo método de elevación, donde el rotor 5 se eleva a su posición con relación a la góndola 4. A continuación, se monta la primera interfaz de montaje 11 en la interfaz de montaje coincidente en la góndola 4.

50 Por último, se desmonta el dispositivo de elevación 8 del buje 6 y se montan el resto de las partes de la cubierta 23 en las otras partes de la cubierta 23 o el buje 6. En este paso se monta un cono de la nariz (no se muestra) en la tercera interfaz de montaje 13.

55 La figura 8 muestra una segunda realización ejemplar del dispositivo de elevación 8', donde el brazo pivotante 16 se sustituye por un conjunto de carro 25. En esta configuración, la unidad base 18' está moldeada como una estructura del almacén 26 que tiene un extremo inferior 26a orientado hacia la superficie exterior 10 del buje 6, y un extremo superior 26b orientado alejándose del buje 6. Los medios de montaje 15' se configuran como una sujeción de montaje dispuesta en el extremo inferior. La superficie de contacto de la sujeción de montaje está moldeada de

modo que siga la curvatura de la superficie exterior 10, p.ej., los primeros medios de montaje 14. Como alternativa, se monta un elemento adaptador (no se muestra) entre los segundos medios de montaje 15' y los primeros medios de montaje 14.

5 El extremo superior 26b tiene un carril con forma de T con una primera superficie de contacto 27 orientada hacia el extremo superior 26b y una segunda superficie de contacto 28 orientada hacia el extremo inferior 26a. El carro 25a tiene dos patas que se extienden hacia el extremo inferior 26a. Cada pata comprende un primer conjunto de elementos móviles 29 (mostrados en la figura 9) para contactar con la primera superficie de contacto 27, y un segundo conjunto de elementos móviles 29 (mostrados en la figura 10) para contactar con la segunda superficie de contacto 28. Los elementos móviles 29 son unos rodillos de soporte configurados de modo que muevan el carro 25a a lo largo del carril. El primer y segundo conjunto de elementos móviles 29 están alineados uno sobre otro en dos pares de rodillos ubicados a cada lado del carril.

En el carro 25a se dispone un elemento de elevación 20' en forma de un eje de elevación para la conexión de un cable de grúa.

15 Las figuras 9-10 muestran un grupo impulsor del conjunto de carro 25, donde la figura 9 muestra el grupo impulsor desde un lado del motor y la figura 10 muestra un acoplamiento de engranaje desde el lado del motor. El grupo impulsor comprende un motor 30, p. ej., motor con engranaje reductor, impulsado por una unidad de potencia 31, p. ej., un generador. El motor 30 (se muestra únicamente en la figura 9) está conectado con la rotación permitida al acoplamiento de engranaje que comprende un piñón 32 conductor que engrana en un borde de engranaje 33 coincidente, que se extiende a lo largo del carril. El piñón 32 y el borde de engranaje 33 se utilizan para mover el conjunto de carro 25 y hacer girar 22 de ese modo el rotor 5.

20 Se conecta un mecanismo de seguridad a, al menos, el piñón 32 y se configura de modo que desengrane el piñón 32 del borde de engranaje 33 en caso de fallo. El mecanismo de seguridad está indicado en la figura 10 mediante un agujero alargado 34, a través del cual se extiende el eje de impulsión. Se dispone además un mecanismo de frenado 35 (mostrado en la figura 9) con relación al grupo impulsor para aplicar una fuerza de frenado sobre el conjunto de carro 25. El mecanismo de frenado 35 bloquea el carro, y por tanto el rotor 5, en cualquier posición a lo largo del carril cuando se activa. El mecanismo de frenado 35 se libera cuando se activa la unidad de control, p. ej., conectando la potencia o activando una palanca o mando de control.

25 La figura 11 muestra el dispositivo de elevación 8' montado en un rotor 5 con el conjunto de carro 25 colocado en una posición de elevación. El dispositivo de elevación 8' se monta en el rotor 5 después de haber sido ensamblado previamente en el sitio de instalación. El conjunto de carro 25 se mueve a la posición de elevación y se conecta el cable de grúa al elemento de elevación 20', de manera opcional se dispone una correa de elevación 36 entre el cable de grúa y el elemento de elevación 20'. De manera opcional, el rotor 5 se equilibra antes de que se eleve a la primera posición suspendida.

30 La figura 12 muestra el dispositivo de elevación 8' en una posición girada, donde se activa el conjunto de carro 25 y se mueve a lo largo del carril. En esta configuración, el movimiento del conjunto de carro 25 a lo largo del carril provoca que el rotor 5 gire 22 a su posición de instalación. Después de completar el paso de giro, se eleva más el rotor 5 a la segunda posición suspendida, y se monta la primera interfaz de montaje 11 en la interfaz de montaje coincidente de la góndola 4. El rotor 5 se puede detener en cualquier posición intermedia a lo largo del carril si es necesario, lo que permite a los trabajadores ajustar la posición del rotor con relación al suelo o a la torre de la turbina eólica 2 durante el proceso de elevación o giro. Por último, el dispositivo de elevación 8' se desmonta y se montan las partes restantes de la cubierta 23.

35 40

La invención no está limitada a las realizaciones descritas en la presente, y se puede modificar o adaptar sin alejarse del alcance de la presente invención, tal como se describe a continuación en las reivindicaciones de la patente.

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo de elevación para elevar un rotor de una turbina eólica (1), donde el dispositivo de elevación (8) comprende:
  - 5 - al menos una unidad base (18) que tiene uno o más medios de montaje (14) configurados para que se monten unos medios de montaje (15) coincidentes ubicados en una superficie exterior de un buje (6) del rotor (5), teniendo además el buje al menos dos interfaces de montaje (11, 12) configuradas para que se monten al menos dos palas de la turbina eólica (7);
  - 10 - al menos una unidad de giro que comprende un conjunto de carro (25) configurado de modo que se mueva a lo largo de un carril ubicado en la unidad base, donde se dispone un acoplamiento de engranaje (32, 33) en el conjunto de carro (25) y se configura de modo que mueva el conjunto de carro a lo largo del carril de manera que haga girar el rotor (5) un ángulo de esencialmente 90 grados desde una posición de elevación hasta una posición de instalación;
  - al menos un elemento de elevación (20, 20') ubicado en el conjunto de carro configurado de modo que esté conectado a una unidad de elevación externa;
  - 15 - una unidad de control configurada de modo que controle el funcionamiento del dispositivo de elevación, **caracterizado por que** el dispositivo de elevación comprende además un grupo impulsor que comprende el acoplamiento de engranaje (32, 33) que tiene un piñón (32) que engrana con un borde de engranaje (33) coincidente ubicado en el carril, donde el piñón (33) está conectado a un motor (30) impulsado mediante una unidad de potencia, por que la unidad de giro comprende un mecanismo de frenado (35) configurado de modo que detenga el rotor (5) en cualquier posición intermedia entre la posición de elevación y la posición de instalación, por que el mecanismo de frenado (35) se elige entre un freno eléctrico, hidráulico, neumático o electromagnético y dicho mecanismo de frenado se dispone con relación al grupo impulsor para aplicar una fuerza de frenado sobre el conjunto de carro (25), por que el mecanismo de frenado (35) bloquea el conjunto de carro (25), y por tanto el rotor (5), en cualquier posición a lo largo del carril cuando se activa, y por que dicho mecanismo de frenado (35) se libera cuando se activa la unidad de control.
  - 20
  - 25
2. Un dispositivo de elevación de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el dispositivo de elevación comprende la unidad de potencia (31).
3. Un dispositivo de elevación de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado por que** la unidad de potencia está conectada a la unidad base mediante el acoplamiento de engranaje (32, 33), donde el acoplamiento de engranaje se configura de modo que mantenga la unidad de potencia (31) esencialmente con la misma orientación durante la rotación del rotor.
- 30
4. Un dispositivo de elevación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** el carril tiene una o más secciones de carril, donde la forma de la o las secciones de carril se selecciona de: una evolvente, un círculo, una línea recta, una parábola o una elipse.
- 35
5. Un dispositivo de elevación de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** el borde de engranaje (33) se dispone de manera simétrica en el carril, donde la unidad de potencia (31) está conectada al motor (30) configurado de modo que impulse el piñón (32) que engrana con el borde de engranaje (33).
6. Un dispositivo de elevación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** la unidad de control está conectada al dispositivo de elevación mediante una conexión inalámbrica, donde la unidad de control se configura de modo que controle de manera remota el funcionamiento del dispositivo de elevación.
- 40
7. Un dispositivo de elevación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** el elemento de elevación (20, 20') está alineado con un centro de gravedad del rotor y/o el dispositivo de elevación comprende unos medios para ajustar el equilibrio entre el dispositivo de elevación y el rotor.
8. Un método para elevar un rotor de una turbina eólica (1), teniendo el rotor (5) un buje (6) con al menos dos interfaces de montaje (11, 12) para que se monten al menos dos palas de la turbina eólica (7), donde el método comprende los pasos de:
  - montar al menos una parte de una pala de la turbina eólica en cada una de las interfaces de montaje respectivas dispuestas en un buje (6) del rotor;
  - montar un dispositivo de elevación (8) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 en una superficie exterior del buje;
  - 50 - conectar una unidad de elevación externa a una unidad de giro del dispositivo de elevación y elevar el

rotor (5) a una primera posición suspendida;

- hacer girar el rotor un ángulo de esencialmente 90 grados desde su posición de elevación hasta una posición de instalación moviendo un conjunto de carro (25) a lo largo de un carril ubicado en una unidad base (18) de la unidad de giro; y además

5 - elevar el rotor (5) a una segunda posición suspendida con relación a una interfaz de montaje de una góndola (4) de una turbina eólica (1), **caracterizado por que** el método comprende además el paso de aplicar una fuerza de frenado sobre el conjunto de carro (25) para situar el rotor (5) en cualquier posición intermedia entre la posición de elevación y la posición de instalación.

10 9. Un método de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que** el dispositivo de elevación bloquea el rotor en su posición actual cuando se detiene la activación de la unidad de control y desbloquea el rotor cuando se activa la unidad de control.

10. Un método de acuerdo con la reivindicación 8 o la reivindicación 9, **caracterizado por que** el paso de elevar el rotor a la primera posición suspendida comprende equilibrar el rotor durante la elevación.

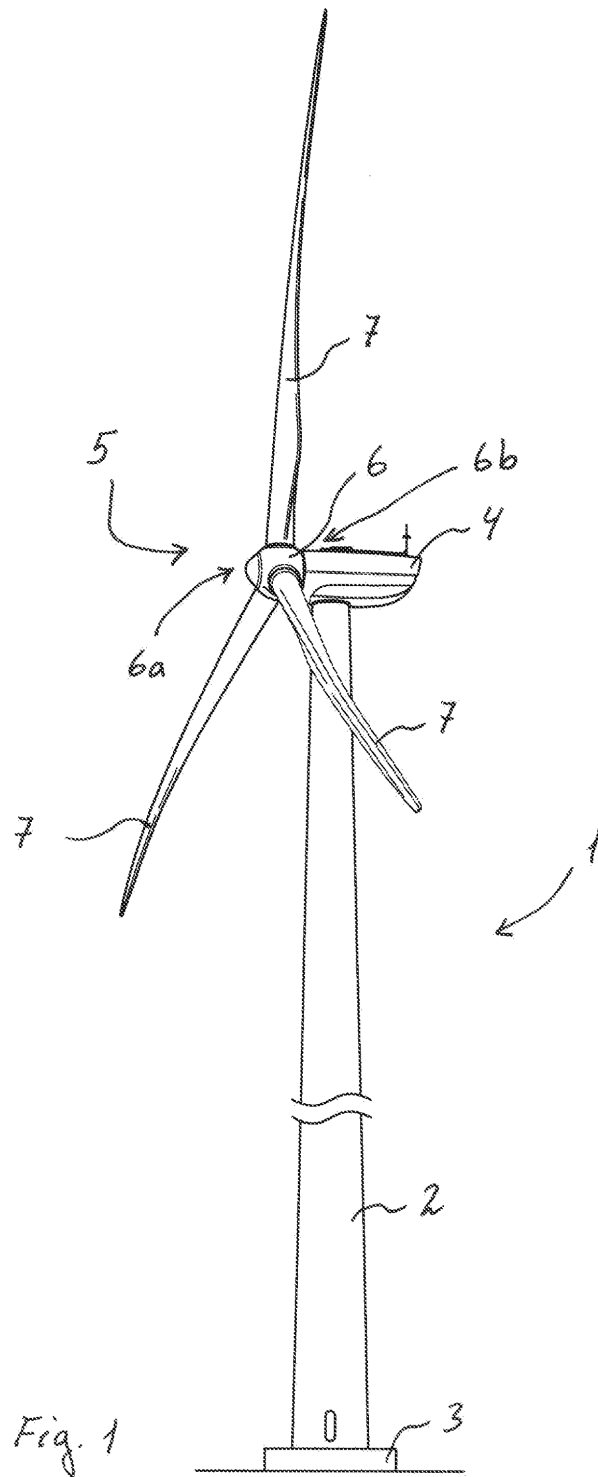
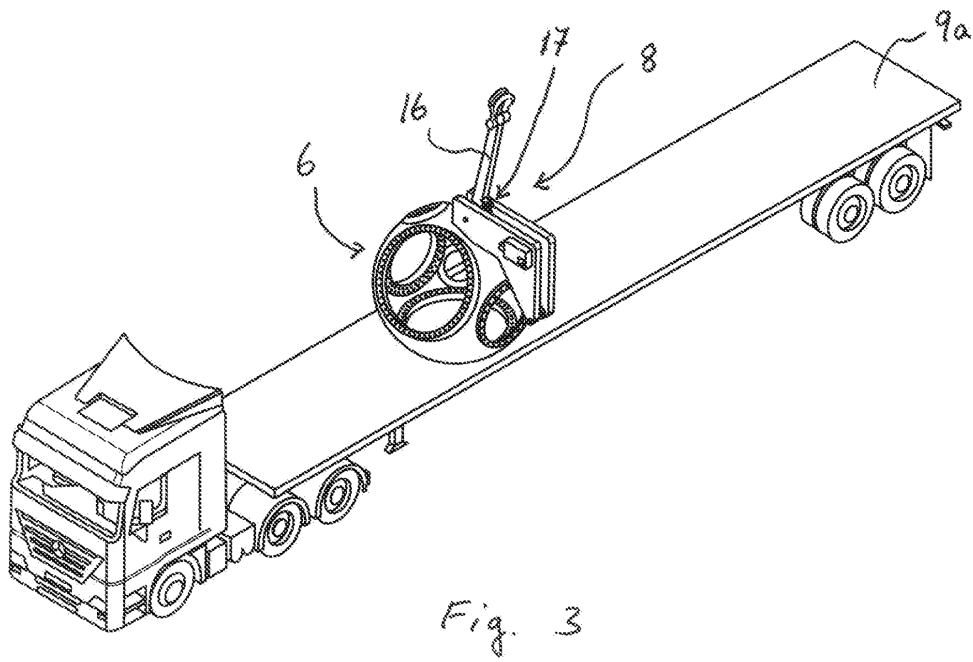
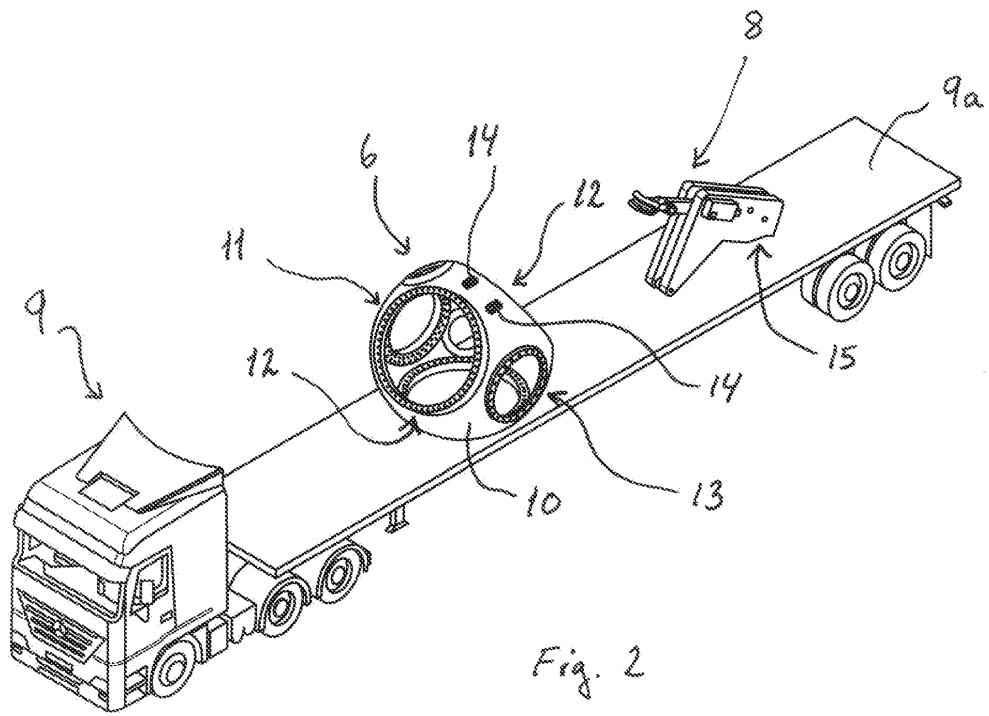
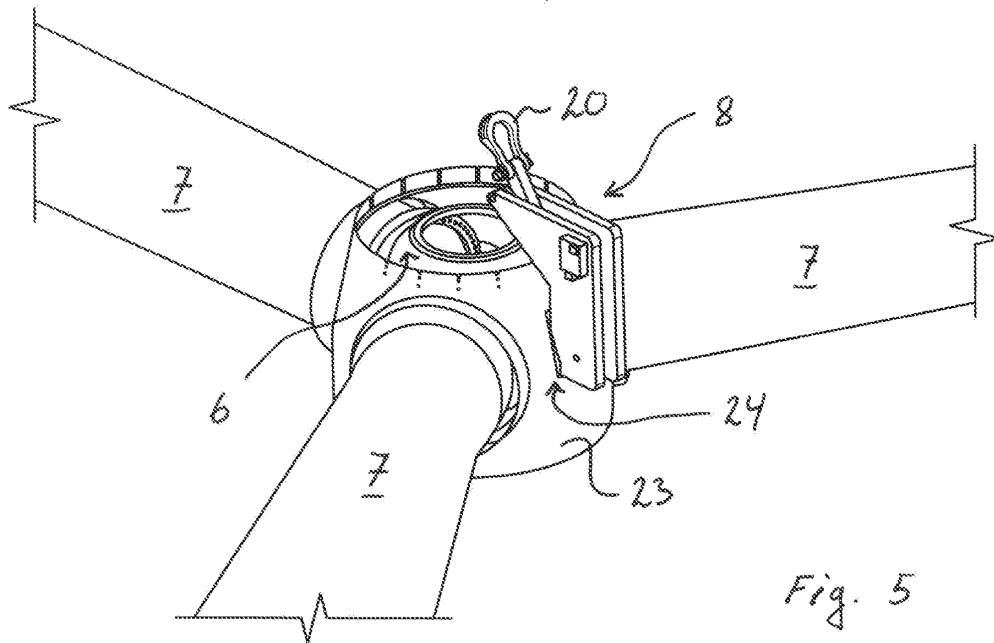
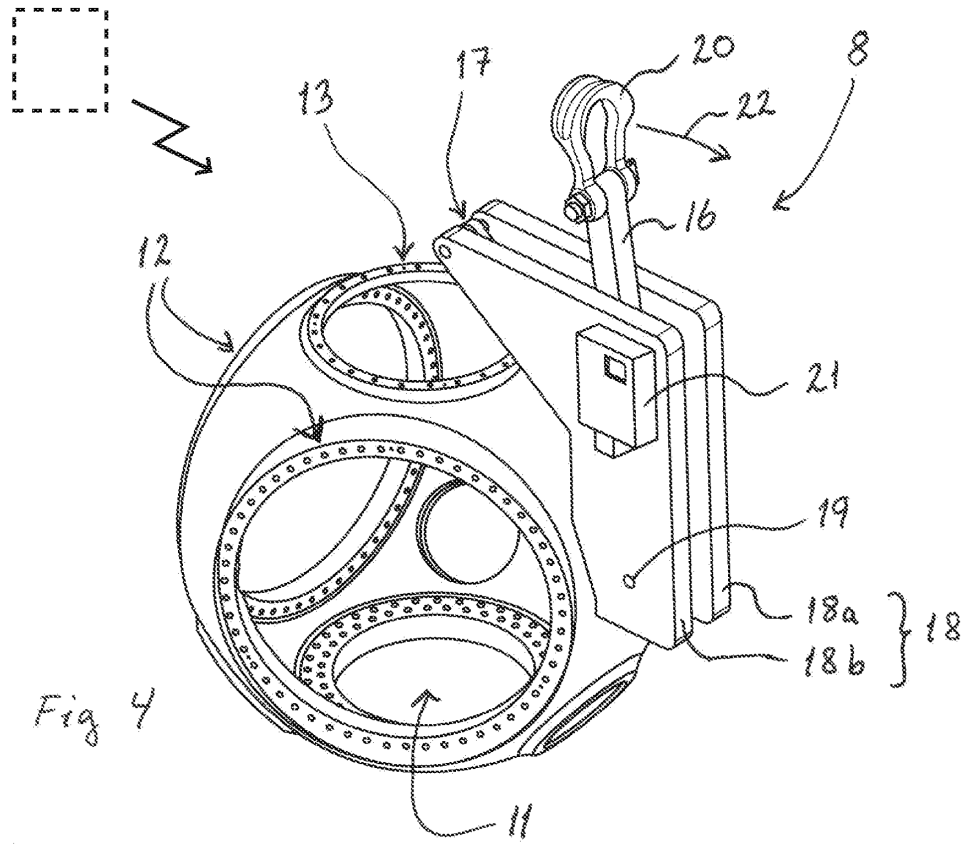
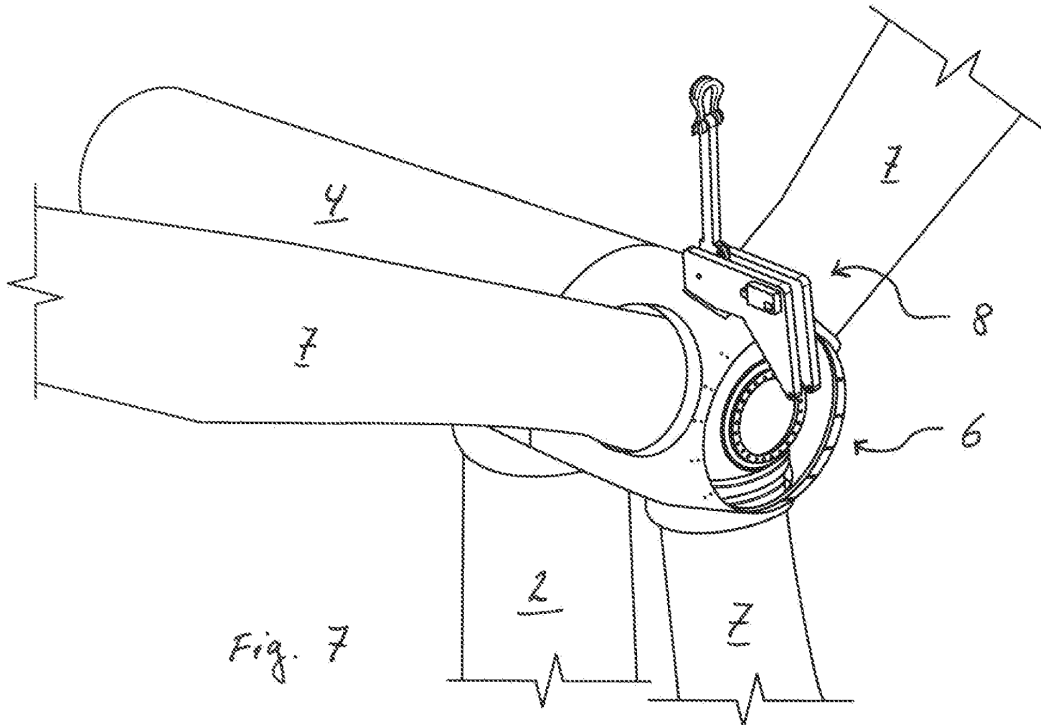
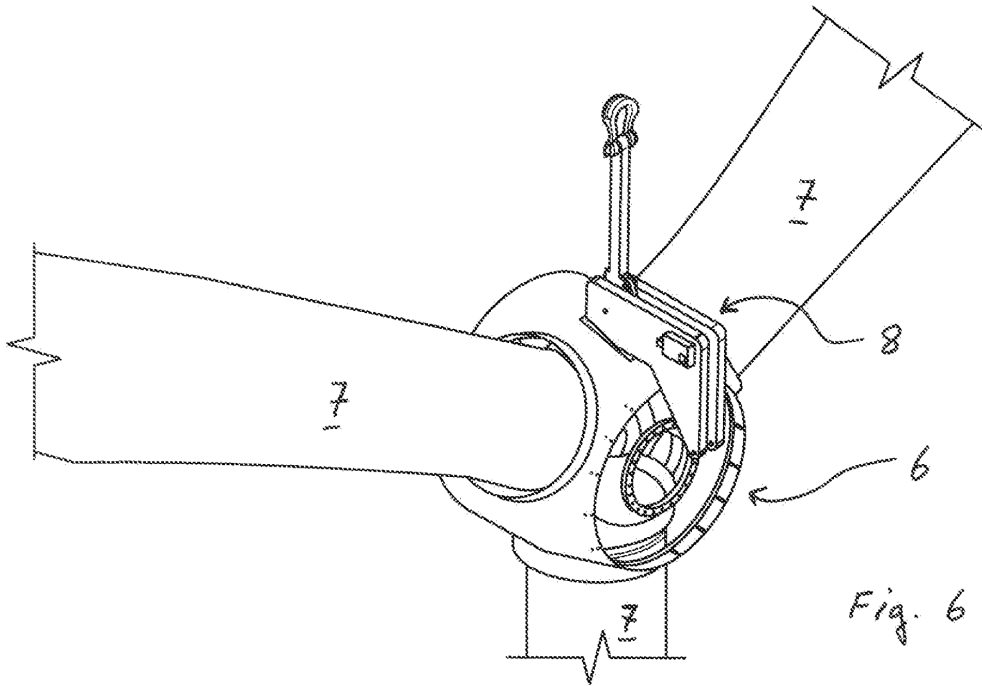


Fig. 1









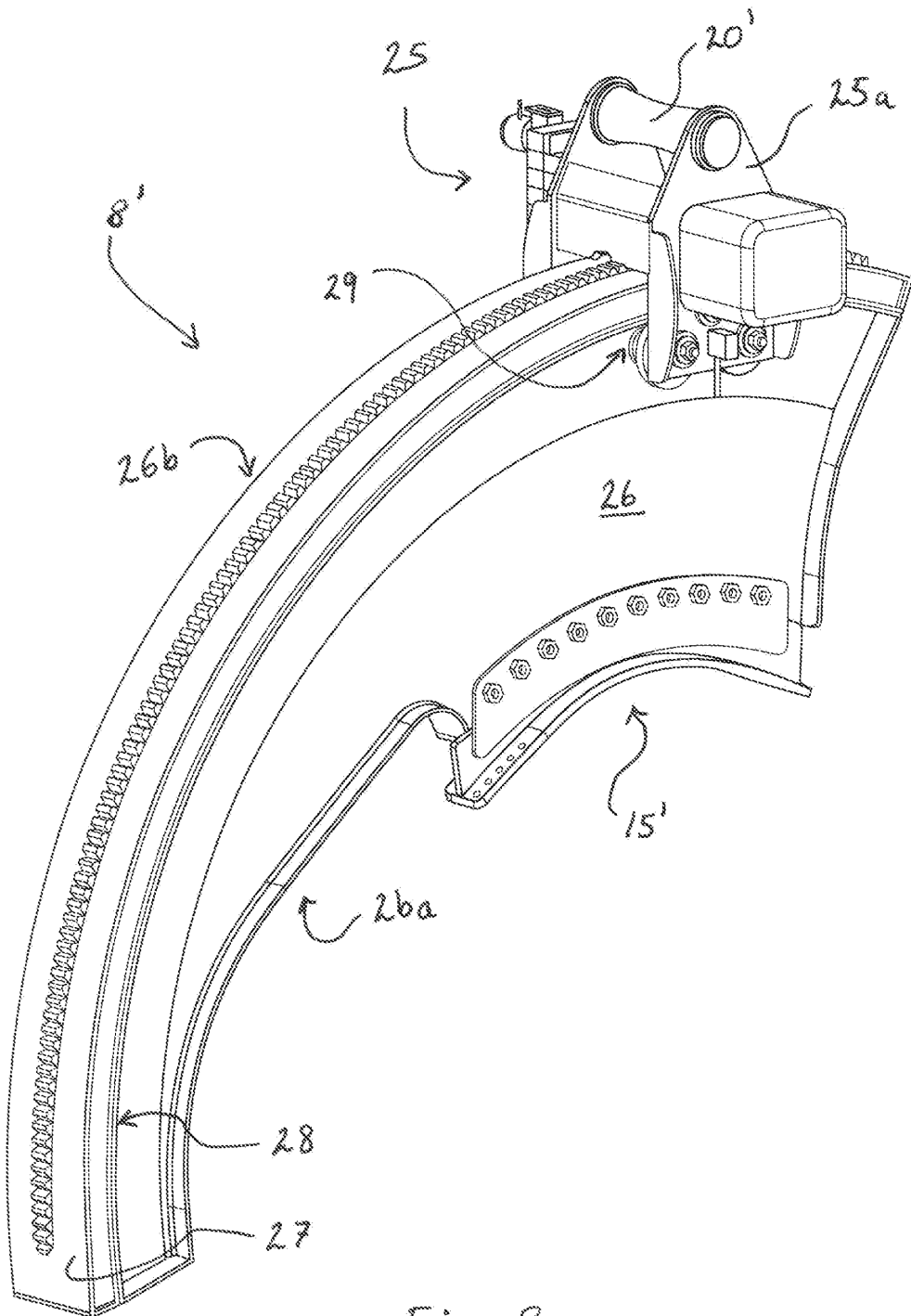


Fig. 8

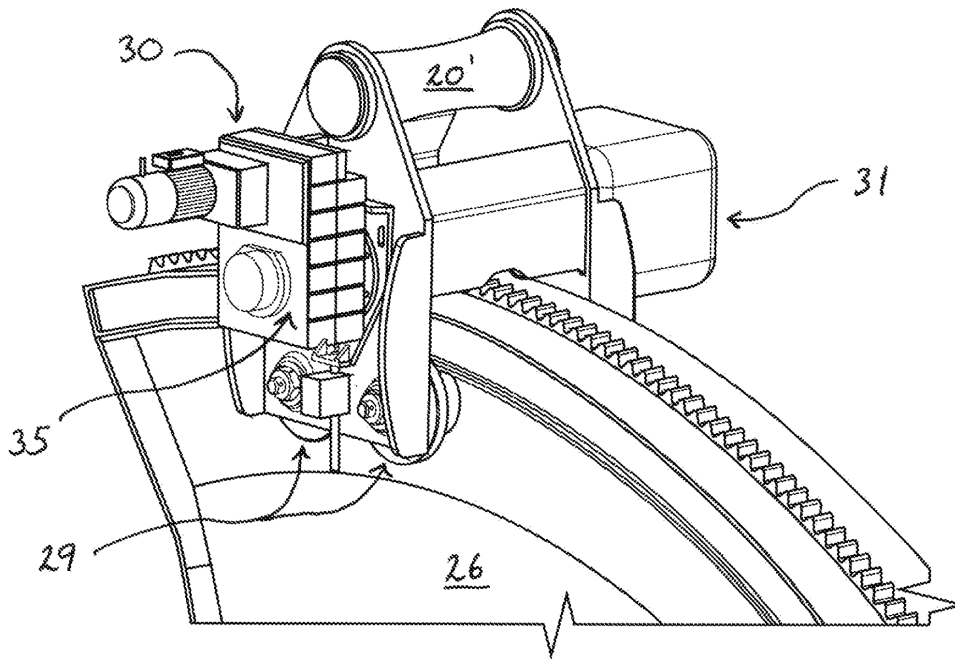


Fig. 9

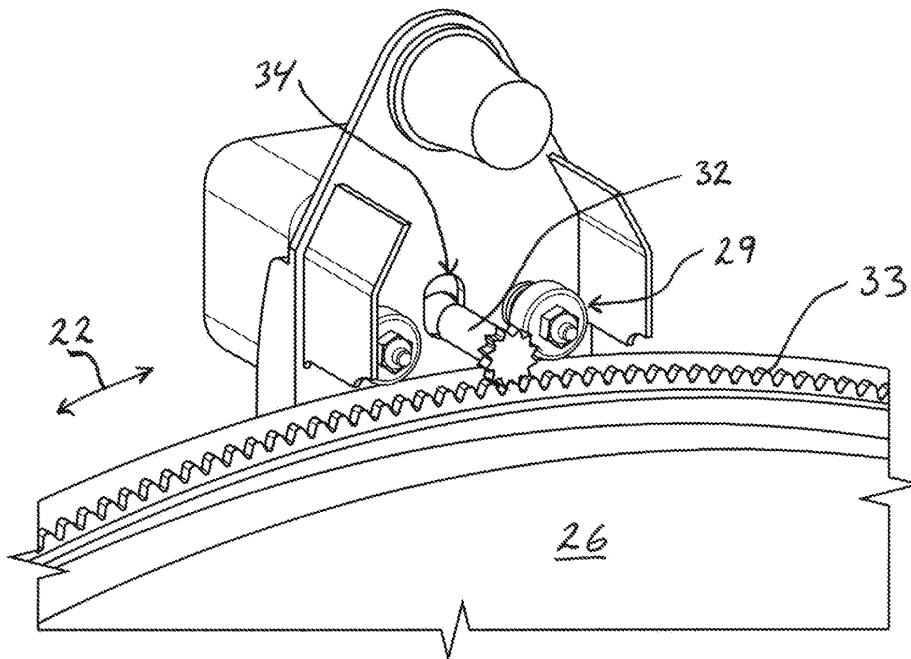


Fig. 10

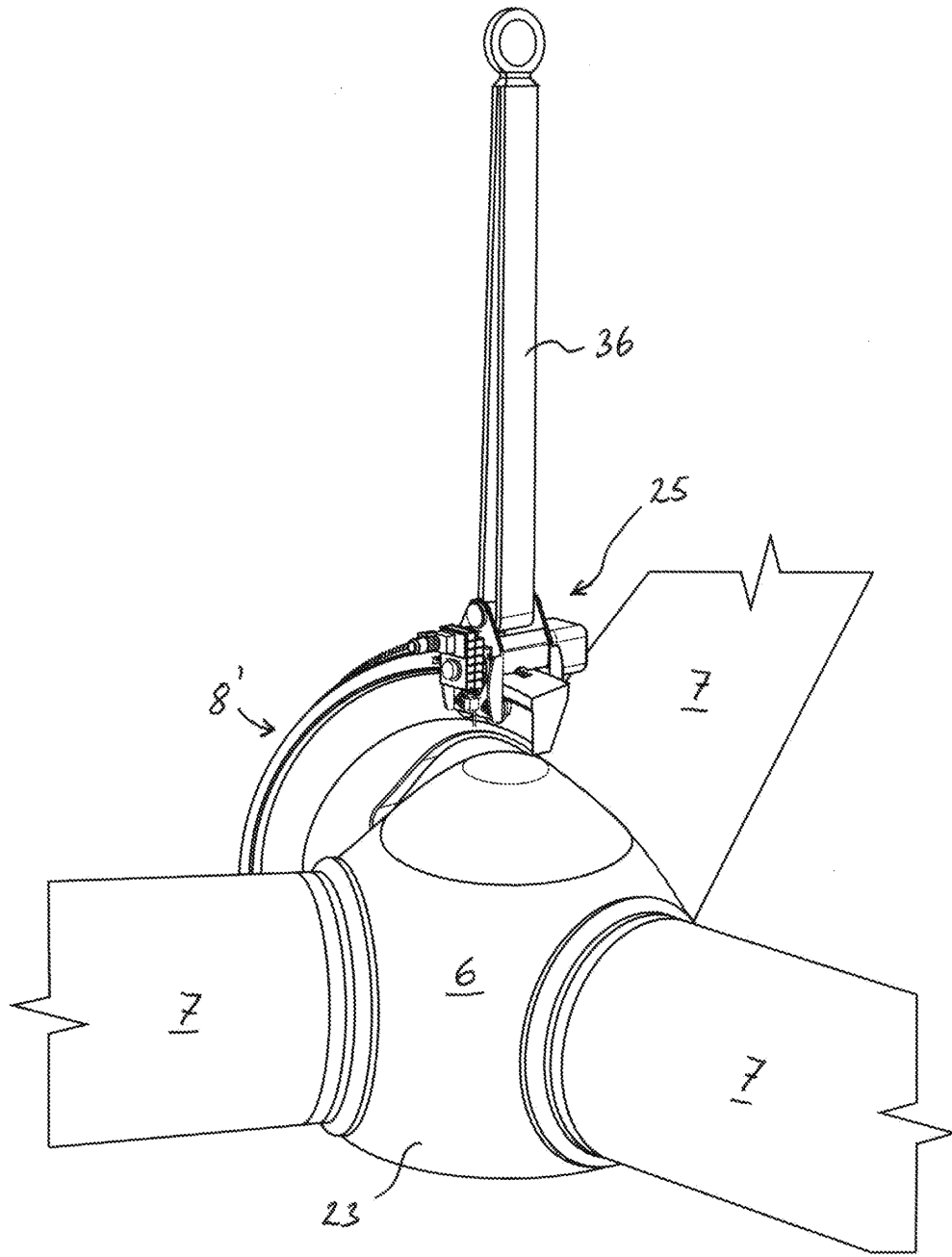


Fig. 11

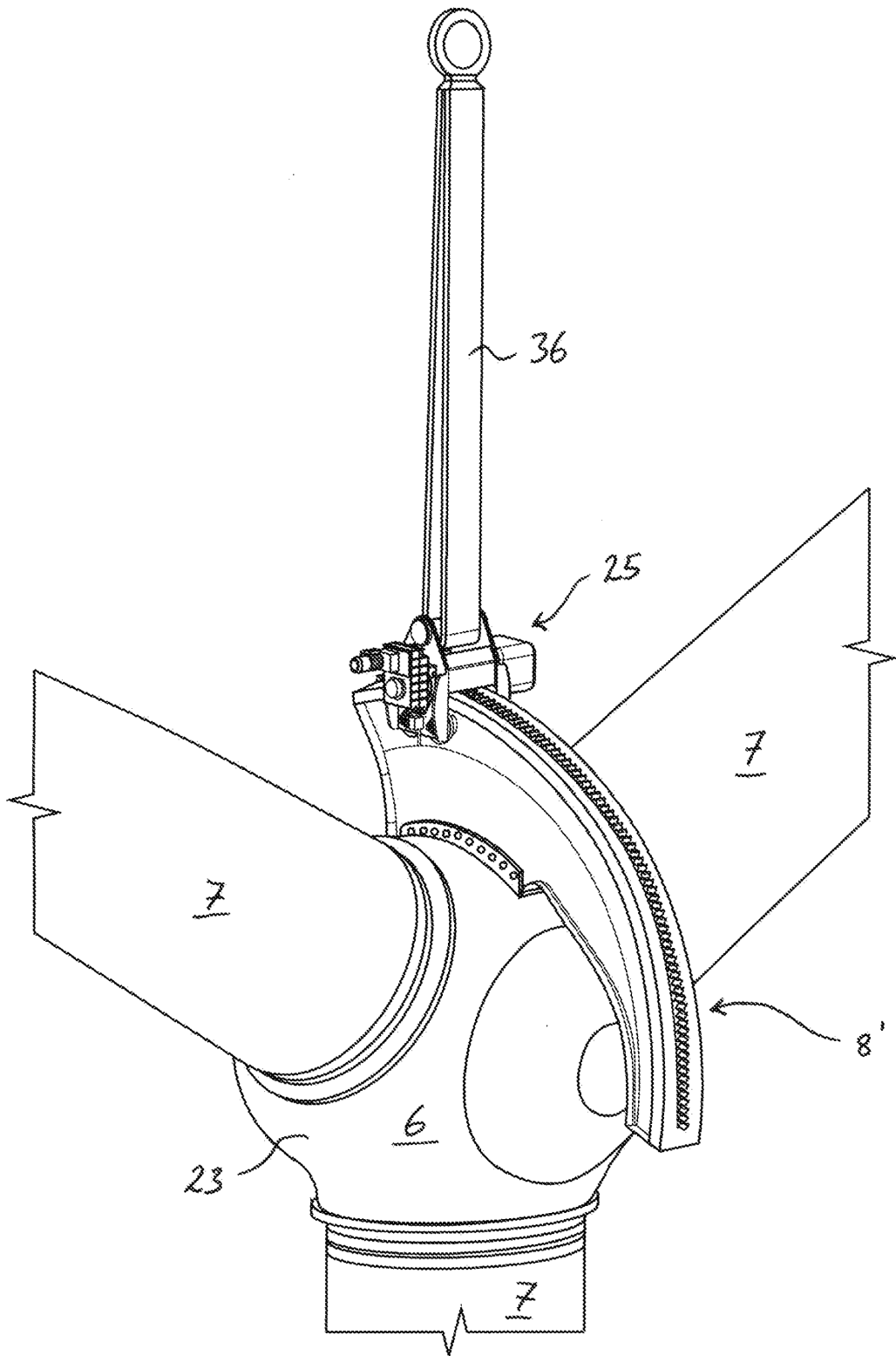


Fig. 12