

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 980 418**

51 Int. Cl.:

**F03D 1/00**

(2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.09.2019** **PCT/DK2019/050275**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.04.2020** **WO20064069**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.09.2019** **E 19778424 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2024** **EP 3857054**

54 Título: **Estructura de góndola de turbina eólica y método para ensamblar una estructura de góndola de turbina eólica**

30 Prioridad:

**24.09.2018 DK PA201870621**

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

**01.10.2024**

73 Titular/es:

**VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)**  
**Hedeager 42**  
**8200 Aarhus N, DK**

72 Inventor/es:

**NUNES, JOËL SARAIVA;**  
**PETERSEN, MORTEN HEDEGAARD y**  
**ASTRUP, THOMAS**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 980 418 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

Estructura de góndola de turbina eólica y método para ensamblar una estructura de góndola de turbina eólica

5 **Campo técnico**

Las realizaciones de la invención se refieren a estructuras de góndola de turbina eólica, y particularmente a técnicas y enfoques para configurar tales estructuras con resistencia y rigidez mejoradas. La invención también se refiere a una góndola de turbina eólica y también a un método para ensamblar una góndola de turbina eólica.

10

**Antecedentes**

La tendencia de los generadores de turbina eólica (WTG) de aumentar en tamaño puede causar desafíos al diseñar una góndola. En particular, es necesario que la góndola tenga una estructura que sea adecuada para soportar grandes cargas dinámicas que se transmiten a la góndola por el rotor durante el funcionamiento del generador de turbina eólica.

15

El mayor tamaño del generador de turbina eólica conduce a equipos de generación de energía cada vez más grandes y pesados alojados dentro de la estructura de góndola, que debe asumir la tarea de soportar la considerable masa de tal equipo. Sin embargo, también existe la necesidad de limitar el aumento general en la masa total de la góndola para mitigar el efecto de péndulo de colocar una masa tan grande en la parte superior de una torre de turbina eólica, y también para reducir el coste de transportar la estructura de góndola al sitio de construcción de generador de turbina eólica.

20

El documento EP2759701 es un ejemplo relevante de la técnica anterior en este campo.

25

Un objetivo de la presente invención es abordar estos problemas.

**Sumario de la invención**

Según una realización de la invención, se proporciona una góndola de un generador de turbina eólica que comprende: un armazón de base que está separado de y que soporta un alojamiento de cojinete principal, en uso, estando configurado el armazón de base para conectarse con una parte inferior del alojamiento de cojinete principal; y una estructura de góndola que está separada de y que está conectada al armazón de base en una primera conexión, en la que esa estructura de góndola se extiende lejos del armazón de base y define al menos en parte un volumen de góndola interior; caracterizada porque la estructura de góndola está conectada al alojamiento de cojinete principal por medio de una segunda conexión en un punto dispuesto por encima de un plano de un eje de rotor del alojamiento de cojinete principal.

35

En estructuras de góndola convencionales, no hay conexión entre el alojamiento de cojinete principal y la estructura de góndola, excepto a través del armazón de base. Esto significa que la estructura de góndola debe diseñarse para resistir las fuerzas de torsión significativas que experimenta durante el uso. Sin embargo, en las realizaciones de la invención, la segunda conexión proporciona una conexión física entre la estructura de góndola y el alojamiento de cojinete principal, lo que significa que el alojamiento de cojinete principal forma parte de la trayectoria de carga de la estructura de góndola. Como resultado, no se requiere que la estructura de góndola sea tan resistente como en las góndolas convencionales y, por lo tanto, puede diseñarse como una estructura más ligera. Se obtiene un beneficio adicional durante el transporte y la instalación de la estructura de góndola. Esto se debe a que la estructura de góndola se transporta sin que el alojamiento de cojinete principal esté en su lugar. Durante el transporte, no es necesario que la estructura de góndola tenga la resistencia requerida durante el funcionamiento, por lo que la estructura de góndola relativamente ligera es más fácil de transportar e instalar.

50

La segunda conexión puede comprender un elemento de conexión que se extiende desde la estructura de góndola y está adaptado para la conexión al alojamiento de cojinete principal en un punto de fijación que está por encima de un plano de un eje de rotor del alojamiento de cojinete principal. Este es un punto conveniente para acoplar el alojamiento de cojinete principal a la estructura de góndola, ya que permite formar una trayectoria de carga recta entre los dos componentes, que es la forma más eficiente de transmitir la fuerza. Además, colocar el punto de fijación por encima del eje de rotor reduce la longitud requerida del elemento de conexión, lo que reduce el momento de flexión del elemento en uso y también reduce la masa de ese componente.

55

El elemento de conexión puede acoplarse de manera pivotante a la estructura de góndola. Esto es ventajoso ya que significa que el elemento de conexión puede pivotar hacia y lejos del punto de fijación proporcionando un beneficio durante la instalación del alojamiento de cojinete principal en el interior de la estructura de góndola.

60

El elemento de conexión puede ser móvil entre una posición replegada, en la que el elemento de conexión está sustancialmente alineado con un elemento alargado de la estructura de góndola, y una posición desplegada en la que el elemento de conexión está dispuesto para la conexión al alojamiento de cojinete principal. Esto permite que el elemento de conexión se una a la estructura de góndola y se repliegue en una posición discreta mientras la estructura

65

de góndola se transporta a una ubicación deseada. El elemento de conexión puede entonces pivotar convenientemente a la posición desplegada cuando el alojamiento de cojinete principal se instala dentro del interior de la estructura de góndola para formar de ese modo la segunda conexión entre la estructura de góndola y el alojamiento de cojinete principal.

El elemento de conexión puede comprender una parte alargada dispuesta entre un primer extremo de conexión y un segundo extremo de conexión. El primer extremo de conexión puede estar dispuesto en ángulo con respecto a la parte alargada. Preferiblemente, el primer extremo de conexión puede estar dispuesto en ángulo a 45° con respecto a la parte alargada para aumentar la eficiencia de empaquetamiento de la unión formada entre el elemento de conexión y una parte de recepción de la estructura de góndola.

Un primer extremo del elemento de conexión puede conectarse a la estructura de góndola y un segundo extremo está bifurcado para definir un par de brazos para la conexión a una fijación del alojamiento de cojinete principal. Como el extremo de conexión del elemento de conexión está ramificado o bifurcado, los dos brazos pueden abarcar un elemento de fijación en forma de lengüeta proporcionado en la superficie del alojamiento de cojinete principal, dando como resultado de ese modo una conexión segura al mismo. El primer extremo del elemento de conexión puede estar ramificado o bifurcado para conectarse con una fijación de la estructura de góndola.

El primer extremo del elemento de conexión puede conectarse a la estructura de góndola en una unión entre dos elementos alargados, o vigas, de la estructura de góndola. La unión entre dos vigas de la estructura de góndola proporciona un punto de resistencia en el que montar el elemento de conexión, que de este modo es capaz de soportar mayores fuerzas de torsión que se ejercen sobre la estructura de góndola.

La segunda conexión puede estar suspendida desde una parte superior de la estructura de góndola. Esto reduce ventajosamente la longitud del elemento de conexión entre la estructura de góndola y la parte superior del alojamiento de cojinete principal. Esta disposición también proporciona la trayectoria de soporte de carga más directa, y eficiente, entre la estructura de góndola y el alojamiento de cojinete principal.

La segunda conexión puede comprender puntos de conexión con la estructura de góndola. Una disposición que tiene dos puntos de conexión es más capaz de resistir y absorber las fuerzas que se ejercen sobre la estructura de góndola durante el funcionamiento de la turbina eólica distribuyendo esas fuerzas entre los dos puntos de conexión.

Los dos puntos de conexión pueden estar dispuestos en partes laterales opuestas de la estructura de góndola. Al separar los puntos de conexión lateralmente a través de la estructura de góndola, la segunda conexión es más capaz de resistir las fuerzas de torsión y tensión que se ejercen sobre la estructura de góndola durante el funcionamiento del generador de turbina eólica.

La segunda conexión puede configurarse para formar dos puntos de conexión con el alojamiento de cojinete principal. Dos elementos de conexión independientes pueden definir trayectorias de soporte de carga separadas entre la estructura de góndola y el alojamiento de cojinete principal.

La estructura de góndola puede incluir una abertura configurada para permitir el paso de un alojamiento de cojinete principal que va a instalarse en el almacén de base a través de la estructura de góndola. Una configuración de este tipo ofrece una ruta conveniente para que el alojamiento de cojinete principal se instale en el almacén de base a través de la estructura de góndola durante el ensamblaje de la turbina eólica.

La estructura de góndola puede incluir un elemento de cierre que puede conectarse a la estructura de góndola para cerrar la abertura. El elemento de cierre, cuando se instala en la estructura de góndola, proporciona la resistencia y rigidez requeridas para transportar la góndola a una ubicación deseada. El elemento de cierre permite la apertura temporal de la estructura de góndola para permitir que el alojamiento de cojinete principal se instale en el almacén de base.

La estructura de góndola puede comprender una forma de tipo almacén y puede conectarse al alojamiento de cojinete principal para formar una estructura de soporte de carga integral. La estructura integrada permite la distribución uniforme de las fuerzas que se ejercen sobre la góndola durante el funcionamiento de la turbina eólica. La góndola puede comprender la estructura de góndola según cualquiera de los párrafos anteriores y un alojamiento de cojinete principal instalado en el almacén de base.

Según una realización adicional de la invención, se proporciona un método para ensamblar una góndola que comprende un alojamiento de cojinete principal y una estructura de góndola, cuando se ensambla, comprendiendo el método: transportar la estructura de góndola y el alojamiento de cojinete principal por separado a un sitio para la construcción del generador de turbina eólica; disponer el alojamiento de cojinete principal sobre un almacén de base de la góndola, definiendo el almacén de base una primera conexión con la estructura de góndola, extendiéndose la estructura de góndola lejos del almacén de base y definiendo al menos en parte un volumen de góndola interior; y conectar la estructura de góndola al alojamiento de cojinete principal por medio de una segunda conexión en un punto dispuesto por encima de un plano de un eje de rotor del alojamiento de cojinete principal.

El método puede comprender conectar un elemento de refuerzo de la estructura de góndola al almacén de base, antes de transportar la estructura de góndola. El elemento de refuerzo proporciona soporte y resistencia a flexión adicional a la estructura de góndola cuando el alojamiento de cojinete principal no está instalado en el almacén de base. El elemento de refuerzo proporciona una resistencia a flexión adecuada a la estructura de góndola que de otro modo se proporcionaría por las conexiones primera y segunda entre la estructura de góndola y el alojamiento de cojinete principal.

El método puede comprender desconectar el elemento de refuerzo antes de conectar el alojamiento de cojinete principal a la estructura de góndola. El elemento de refuerzo puede conectarse a la estructura de góndola para cuando se está transportando o maniobrando a una ubicación deseada.

Se apreciará que lo anterior representa solo algunas de las posibilidades con respecto a los componentes particulares de una góndola que pueden incluirse, así como la disposición de esos componentes con el alojamiento de cojinete principal. Por consiguiente, se apreciará además que las realizaciones de una góndola que incluye componentes y disposiciones estructurales distintos o adicionales permanecen dentro del alcance de la presente invención.

Los componentes adicionales pueden incluir, por ejemplo, sistemas relacionados con la generación de energía.

## Breve descripción de los dibujos

Ahora se describirán una o más realizaciones de la invención, solo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 ilustra una turbina eólica en la que pueden implementarse realizaciones de la invención;

la figura 2 es una vista en perspectiva de una estructura de góndola según una realización de la invención, que puede formar parte de la góndola de la turbina eólica en la figura 1;

las figuras 3a y 3b son vistas en planta y frontal, respectivamente, de la estructura de góndola mostrada en la figura 2;

las figuras 4a, 4b y 4c son vistas frontales de la estructura de góndola en la figura 2 mostradas en diferentes configuraciones durante el transporte y el ensamblaje; y

la figura 5 es un diagrama de flujo de un método para ensamblar una góndola según la invención.

## Descripción de la invención

En la siguiente descripción detallada, se hace referencia a los dibujos adjuntos que ilustran realizaciones específicas de la invención. Estas realizaciones se describen con suficiente detalle para permitir que los expertos en la técnica realicen y usen las mismas. Sin embargo, debe apreciarse que las figuras están en una forma simplificada para no oscurecer los principios clave de la invención con detalles innecesarios.

La figura 1 ilustra una turbina eólica 1 que comprende una torre 2, una góndola 3, un rotor 4 con tres palas 5, como es convencional. Una vista en perspectiva de la góndola 3 se muestra en la figura 2 en la que se retira una pared exterior o revestimiento de la góndola para revelar una estructura de góndola 8 montada en un almacén de base 10. Las figuras 3a y 3b también muestran, respectivamente, una vista en planta y una vista frontal de la góndola 3.

El almacén de base 10 está dispuesto en la base de una parte delantera de la estructura de góndola 8. Como entendería el experto en la técnica, el almacén de base 10 define la interfaz principal entre la góndola y la torre 2 de la turbina eólica y soporta un alojamiento de cojinete principal 12. Aunque no se muestra en las figuras, el alojamiento de cojinete principal 12 soporta de manera rotatoria un árbol de accionamiento que está conectado entre el rotor 4 de la turbina eólica posicionado en la parte frontal del extremo delantero de la estructura de góndola 8 y un generador normalmente alojado en una parte trasera de la estructura de góndola 8 junto con varios componentes de generación de energía distintos de la góndola 3. De esta manera, la estructura de góndola 8 define un almacén trasero de la góndola 3 que se configura, cuando está en uso, para proporcionar resistencia a flexión y resistencia a la góndola 3 de modo que puede albergar y soportar los diversos componentes de generación de energía de la turbina eólica 1. Cuando se ensambla con el almacén de base 10, la estructura de góndola 8 define al menos en parte un volumen de góndola interior 13 que está adaptado adecuadamente para albergar el alojamiento de cojinete principal 12, junto con los otros componentes de la turbina eólica 1. Debe apreciarse que el almacén de base 10, el alojamiento de cojinete principal 12 y la estructura de góndola 8 son componentes separados que están conectados entre sí. En el diseño de turbina eólica actual, normalmente el almacén de base (a veces denominado placa de base) es el componente estructural principal que está conectado al extremo superior de la torre y que proporciona una estructura de carga para el alojamiento de cojinete principal. En este contexto, la estructura de góndola es un componente/ensamblaje separado del almacén de base y el alojamiento de cojinete principal, está montada en el almacén de base y, como tal,

proporciona la contención estructural de los otros componentes de la turbina eólica. Un diseño estructural de este tipo es típico en las turbinas eólicas a escala de servicios actuales (por ejemplo, aproximadamente 1 MW), donde el almacén de base separado, el alojamiento de cojinete principal y la estructura de góndola proporcionan flexibilidad en la forma en la que se configura la góndola y, en particular, este diseño proporciona escalabilidad entre turbinas eólicas a escala relativamente pequeña y turbinas eólicas mucho más grandes.

El alojamiento de cojinete principal 12 es el elemento central del tren de accionamiento de la turbina eólica 1. El alojamiento de cojinete 12 comprende un cojinete central sobre el que se soporta el árbol de accionamiento. Obsérvese que, en esta realización, el alojamiento de cojinete principal 12 incluye un cojinete delantero 12a en una posición axialmente delantera y un cojinete trasero o "posterior" 12b en una posición axial trasera relativa distal con respecto a una conexión de buje 12c del alojamiento de cojinete principal. El cojinete permite la transmisión de par de fuerzas desde el rotor 4 al generador con la menor cantidad de pérdidas posibles, mientras que simultáneamente se asegura contra las fuerzas y momentos que surgen durante la rotación del rotor 4. Un eje de rotación A, o eje de rotor, del alojamiento de cojinete principal 12 está alineado en paralelo con una dirección longitudinal de la estructura de góndola 8, como se representa por la línea discontinua que se muestra en la figura 2.

La estructura de góndola 8 es de naturaleza de tipo almacén y se conecta con el alojamiento de cojinete principal 12 para formar una estructura de soporte de carga integral de la góndola 3. La estructura de góndola 8 comprende una pluralidad de elementos de entramado, o vigas, dispuestos verticalmente, longitudinalmente y transversalmente 14, que se interconectan en una pluralidad de uniones 16 que están dispuestas en los puntos de nodo entre las vigas 14. Las vigas 14 están conectadas en las uniones 16 por medio de pernos, tornillos, elementos de división o similares. De esta manera, los elementos o vigas 14 proporcionan una estructura de tipo almacén, o esqueleto, que comprende un número de partes rectangulares de bloqueo mutuo de la góndola 3.

Un almacén secundario en forma de dos vigas inferiores 14a de la estructura de góndola 8 se extienden desde el almacén de base 10 hacia el extremo trasero de la góndola 3 para definir la base de la estructura de góndola 8. Las vigas inferiores 14a se extienden en una dirección que es paralela a, y en lados opuestos de, el eje de rotación A del alojamiento de cojinete principal 12. Dos vigas adicionales 14b se extienden a lo largo de la estructura de góndola 8 en paralelo a las vigas inferiores 14a para definir una parte de techo 9 de la estructura de góndola 8. Cuatro vigas alineadas verticalmente 14c están dispuestas además entre las vigas superior e inferior 14a, 14b a cada lado de la góndola 3 para formar tres partes de almacén rectangulares, que definen las paredes laterales de la estructura de góndola 8. Dos vigas dispuestas transversalmente 14d están dispuestas para conectar los extremos traseros de las vigas superior e inferior 14a, 14b que forma de este modo una parte de almacén rectangular en el extremo trasero de la estructura de góndola 8. El experto apreciaría que la forma precisa de la estructura de góndola 8 como se muestra en las figuras no es crucial ya que diferentes formas pueden proporcionar la misma función general o similar. Sin embargo, el principio de la estructura de góndola 8 es que es una plataforma de soporte de carga que proporciona soporte a diversos componentes ubicados dentro de la misma. Por consiguiente, la misma se extiende lejos del almacén de base 10 para proporcionar un volumen abierto dentro del cual están ubicados esos componentes, y también soporta una pared exterior, revestimiento o carenado para proporcionar protección del entorno para esos componentes.

Según el ejemplo específico de la estructura de góndola 8 como se describe en el presente documento, la estructura de góndola 8 comprende tres partes de almacén rectangular dispuestas adyacentes a lo largo de la longitud de la góndola 3. Las vigas dispuestas diagonalmente 14e están dispuestas en las dos partes de almacén rectangular más traseras en cada pared lateral de la estructura de góndola 8. Cada una de las vigas orientadas diagonalmente 14e está dispuesta en un ángulo de 45 grados con respecto a las vigas dispuestas verticalmente 14c para bisecar cada parte de almacén rectangular conectando una unión trasera superior 16a a una unión delantera inferior 16b.

La estructura de góndola 8 se conecta al almacén de base 10 de la góndola en un extremo delantero de la estructura de góndola 8. Como se muestra en el presente documento, una viga dispuesta longitudinalmente inferior 14a se encuentra con la viga vertical más delantera 14c. Las vigas verticales y longitudinales 14c, 14a se atornillan al almacén de base 10 por medio de medios de unión adecuados como entendería el experto en la técnica. Se apreciará que se pueden usar otros métodos de unión adecuados sin desviarse del alcance de la presente invención.

La estructura de góndola 8 comprende una abertura 40 en el extremo delantero de la sección de techo, situada al menos parcialmente por encima del elemento de base 10. La abertura 40 está configurada para permitir el paso del alojamiento de cojinete principal 12 para instalarse en el almacén de base 12 a través de la estructura de góndola 8. Con referencia particular a las figuras 3a y 3b, la estructura de góndola 8 incluye un elemento de cierre 42 que puede conectarse a la estructura de góndola 8 para cerrar la abertura 40 una vez que el alojamiento de cojinete principal 12 está instalado en el almacén de base 12. Cuando se instala dentro de la estructura de góndola 8, el elemento de cierre 42 proporciona una mayor rigidez y resistencia a la góndola 3.

El elemento de cierre 42 comprende un ensamblaje de vigas que están dispuestas en una configuración en forma de X, como se muestra en la figura 3a. La configuración en forma de X comprende cuatro vigas dispuestas oblicuamente 15 que están montadas, en sus respectivos extremos, mediante atornillado o soldadura a un elemento de soporte central en forma de X 17, que está suspendido por encima de la estructura de góndola 8. Cada una de las vigas

oblicuas 15 está montada adicionalmente, en sus extremos opuestos, en un elemento de brida 19 dispuesto en una superficie orientada hacia el interior de las vigas de soporte longitudinales superiores 14b de la estructura de góndola 8. Las dos vigas oblicuas más delanteras 15 están compuestas cada una por un solo brazo, mientras que las vigas oblicuas más traseras 15, está cada una bifurcada para formar dos elementos de brazo 15a, 15b. Los dos elementos de brazo 15a, 15b de cada viga bifurcada están dispuestos para superponerse a una hoja del elemento de soporte central en forma de X 17 en un extremo y para superponerse a un elemento de brida correspondiente (no mostrado) en sus extremos opuestos. En realizaciones alternativas, el elemento de cierre 42 puede comprender un único elemento o viga que está dispuesto para cerrar la abertura 40 de la estructura de góndola 8, como entendería fácilmente el experto en la técnica. Una característica ventajosa del elemento de cierre 42 es que se fija de manera liberable a la estructura de góndola 8 de modo que puede retirarse y reemplazarse para permitir que el alojamiento de cojinete principal 12 se instale en el armazón de base 10. El elemento de cierre 42 proporciona una resistencia a flexión y una rigidez mejoradas al techo 9 de la estructura de góndola 8 cuando está fijado en su posición.

Como se explicó anteriormente, durante el ensamblaje de la góndola 3, el alojamiento de cojinete principal 12 se hace descender a través de la abertura 40 en la estructura de góndola 8 y luego se coloca en el armazón de base 10. El alojamiento de cojinete principal 12 comprende cuatro patas 24 que están ubicadas en una parte inferior del alojamiento de cojinete principal 12 y están adaptadas cada una para fijarse al armazón de base 10. Las patas 24 definen de este modo una primera conexión entre la estructura de góndola 8 y el alojamiento de cojinete principal 12. Las patas 24 de la primera conexión están configuradas para proporcionar soporte para el alojamiento de cojinete principal 12 de modo que pueden resistir las fuerzas de rotación que el rotor de turbina 4 ejerce sobre el mismo.

Una segunda conexión entre la estructura de góndola 8 y el alojamiento de cojinete principal 12 está formada por al menos un elemento de conexión 26 que está dispuesto en el extremo superior delantero de la estructura de góndola 8. El elemento de conexión 26 se extiende desde una parte superior de la estructura de góndola 8, y está adaptado para la conexión al alojamiento de cojinete principal 12 en un punto dispuesto por encima de un plano del eje de rotación A. Notablemente, en esta realización, el elemento de conexión 26 se conecta al alojamiento de cojinete principal 12 en el extremo delantero axial del mismo. Por lo tanto, el elemento de conexión 26 se conecta al alojamiento de cojinete principal 12 en un punto próximo al cojinete frontal 12a del alojamiento de cojinete principal 12, y considerablemente hacia delante de un cojinete trasero 12b del alojamiento de cojinete principal 12. En efecto, por lo tanto, esta configuración significa que el alojamiento de cojinete principal 12 está contenido o alojado sustancialmente por completo dentro del volumen de góndola interior 13 de la estructura de góndola 8. Expresado de otra manera, la estructura de góndola 8 se extiende alrededor o rodea sustancialmente la totalidad del alojamiento de cojinete principal 12. Esto contrasta con otros diseños de góndola en los que el alojamiento de cojinete principal puede estar soportado de tal manera que el alojamiento de cojinete principal parece sobresalir del extremo delantero de la estructura de góndola.

Con referencia particular a las figuras 3a y 3b, la primera conexión comprende cuatro patas 24a-d que están dispuestas en dos pares, estando un primer par 24a, 24b dispuesto hacia un extremo delantero del alojamiento de cojinete principal 12 y estando el segundo par 24c, 24d dispuesto hacia el extremo trasero del alojamiento de cojinete principal 12, como se muestra en las figuras 3a y 3b. Las patas en cada uno de los pares delantero 24a, 24b y trasero 24c, 24d están dispuestas a cada lado del eje de rotación A del alojamiento de cojinete principal 12. Obsérvese que el primer par de patas de conexión 24a, b y el segundo par de patas de conexión 24c, d están dispuestas en el armazón de base 10 en una ubicación tal que están dentro del volumen de góndola interior 13 definido por la estructura de góndola 8. También debe apreciarse que el primer par de patas de conexión 24a, b están alineadas a lo largo del eje principal de góndola con el punto en el que el elemento de conexión 26 se conecta al alojamiento de cojinete principal 12. El par frontal de patas de conexión 24a, b están, por lo tanto, en una posición que está axialmente hacia atrás del punto frontal de la estructura de góndola 8. Además, el segundo par de patas de conexión 24c, d están espaciadas a lo largo de la dirección del eje principal de góndola en una posición trasera de modo que están más lejos de una conexión de buje 12c del alojamiento de cojinete principal 12 en comparación con la posición de las patas primera y segunda 24a, b.

La segunda conexión comprende dos elementos de conexión 26a, 26b que están dispuestos en partes laterales opuestas de la estructura de góndola 8, con cada elemento de conexión 26a, 26b suspendido desde la estructura de góndola 8 y extendiéndose hacia el alojamiento de cojinete principal 12. Un primer extremo 32a, 32b de cada elemento de conexión 26a, 26b está conectado a la estructura de góndola 8 a través de una brida correspondiente 28a, 28b. Las dos bridas 28a, 28b están montadas en partes laterales opuestas de la estructura de góndola 8 en la superficie interior de una viga vertical correspondiente 14c. Las bridas 28a, 28b están ambas dispuestas en una parte superior de la estructura de góndola 8 como se muestra en la figura 3b. Al separar los puntos de conexión lateralmente a través de la estructura de góndola 8, la segunda conexión es más capaz de resistir las fuerzas de torsión y tensión que se ejercen sobre la estructura de góndola 8 durante el funcionamiento de la turbina eólica 1.

Un segundo extremo 34a, 34b de cada elemento de conexión 26a, 26b está conectado a una brida adicional 30a, 30b que está montada en una superficie exterior del alojamiento de cojinete principal 12. Donde los elementos de conexión 26a, 26b se encuentran con la estructura de góndola 8, definen dos puntos de conexión separados con la estructura de góndola 8. Del mismo modo, donde los dos elementos de conexión 26a, 26b se conectan al alojamiento de cojinete principal 12, definen dos puntos de conexión separados con el alojamiento de cojinete principal 12. Por consiguiente,

el par de elementos de conexión 26a, 26b proporciona dos puntos de conexión independientes entre la estructura de góndola 8 y el alojamiento de cojinete principal 12. Una disposición que tiene dos puntos de conexión es más capaz de resistir y absorber las fuerzas que se ejercen sobre la estructura de góndola 8 durante el funcionamiento de la turbina eólica 1, distribuyendo esas fuerzas entre los dos puntos de conexión.

Como se muestra en el presente documento, los elementos de conexión se extienden entre una parte superior de la estructura de góndola 8 y un punto en el alojamiento de cojinete principal 12 que está por encima del eje de rotación A. Por consiguiente, los elementos de conexión 26a, 26b, junto con las patas 24 y el alojamiento de cojinete principal 12, proporcionan una trayectoria de soporte de carga vertical continua entre el armazón de base 10 y la parte superior de la estructura de góndola 8 a través de la cual se pueden canalizar las fuerzas que se ejercen sobre la estructura de góndola 8. En particular, la segunda conexión permite que las fuerzas de torsión y tensión se dirijan a través del alojamiento de cojinete principal 12 al armazón de base 10, y sobre el mismo a través de la torre 3, a continuación.

Aunque en la realización ilustrada se proporciona un par de elementos de conexión 26a, 26b, debe entenderse que podrían proporcionarse otras formas de disposiciones de conexión entre la estructura de góndola 8 y el alojamiento de cojinete principal 12 que realizan una función equivalente. Por ejemplo, se prevé que se pueda usar un único elemento de conexión para conectar la estructura de góndola 8 al alojamiento de cojinete principal.

Además, para el experto en la técnica estará claro que la segunda conexión de la estructura de góndola 8 podría comprender más de dos elementos de conexión 26. Alternativamente, o además, cada elemento de conexión 26 podría formar dos o más puntos de conexión o bien con la estructura de góndola 8 o bien con el alojamiento de cojinete principal 12. En determinadas realizaciones, el elemento de conexión 26 puede comprender una pluralidad de cables. Cada cable puede compartir un único punto de conexión con la estructura de góndola 8 y puede extenderse a un punto de conexión separado en la superficie exterior del alojamiento de cojinete principal 12, formando de ese modo múltiples puntos de contacto con el alojamiento de cojinete principal 12.

El elemento de conexión derecho 26b se describirá ahora con más detalle con referencia a las figuras 3a y 3b. El elemento de conexión 26b está bifurcado para definir un par de brazos 27a, 27b, como se muestra en la figura 3a. El primer extremo bifurcado 32b está dispuesto para conectarse con la brida 28b de la estructura de góndola 8 y el segundo extremo bifurcado 34b está configurado para conectarse con la brida 30b en el alojamiento de cojinete principal 12. Como los extremos de conexión del elemento de conexión 26b están ramificados o bifurcados, los dos brazos 27a, 27b pueden abarcar los elementos de fijación de tipo lengüeta, o bridas, que se proporcionan en la superficie del alojamiento de cojinete principal 12 y la estructura de góndola 8, proporcionando de ese modo una conexión segura entre los dos componentes.

La conexión entre el primer extremo 30a, 30b de cada elemento de conexión 26a, 26b y la brida respectiva 28a, 28b de la estructura de góndola 8, define una unión de pivote 36a, 36b. Las uniones de pivote 36a, 36b están dispuestas de tal manera que los elementos de conexión 26a, 26b se acoplan de manera pivotante a una viga alineada verticalmente 14c de la estructura de góndola 8. Las uniones de pivote 36a, 26b permiten el movimiento de los elementos de conexión 26a, 26b, en un plano transversal con respecto a la estructura de góndola 8, entre una primera posición y una segunda posición.

La primera posición define la posición desplegada en la que los elementos de conexión 26a, 26b están dispuestos para la conexión al alojamiento de cojinete principal 12, como se muestra en la figura 4a. En la posición desplegada, los elementos de conexión 26a, 26b están dispuestos a 45 grados con respecto a una viga alineada verticalmente 14c de la estructura de góndola 8. También queda claro a partir de la figura 4a que cada brida 28a, 28b está dispuesta para sobresalir en el mismo ángulo de 45 grados con respecto a la superficie interior de las vigas alineadas verticalmente 14c.

La segunda posición define una posición replegada de los elementos de conexión 26a, 26b, en la que los elementos de conexión están sustancialmente alineados en paralelo con la viga alineada verticalmente 14c de la estructura de góndola 8, como se muestra en la figura 4b. Se proporcionan unos medios de bloqueo 38 de la estructura de góndola 8 para mantener cada elemento de conexión en la posición replegada cuando, por ejemplo, el alojamiento de cojinete principal 12 se está instalando en el armazón de base 10, o cuando la estructura de góndola 8 está transportándose sin el alojamiento de cojinete principal 12.

Los medios de bloqueo 38 comprende una atadura o elemento de sujeción que se envuelve alrededor de cada elemento de conexión 26a, 26b y la viga vertical correspondiente 14c para evitar que el extremo libre de cada elemento de conexión se mueva independientemente de la estructura de góndola 8. Alternativamente, los medios de bloqueo 38 pueden proporcionarse en la unión de pivote 36 y pueden tomar la forma de un elemento de enganche o pasador de bloqueo. Los medios de bloqueo pueden, por lo tanto, estar adaptados para permitir un movimiento pivotante sustancialmente libre de la unión de pivote 36 cuando el mecanismo de bloqueo está en una posición desbloqueada, y en los que dicho movimiento pivotante libre se evita o se restringe cuando el mecanismo de bloqueo está en una posición bloqueada.

Una tercera posición de las uniones de pivote 36a, 36b, como se muestra en la figura 4c, permite que los elementos

de conexión se conecten directamente, a través de un elemento de refuerzo 44, al almacén de base 10 de la estructura de góndola 8. El elemento de refuerzo 44 es un elemento de soporte temporal completamente retirable (es decir, un cable o una barra alargada), que se instala en la estructura de góndola 8 durante el transporte de la góndola 3 al sitio de construcción de la turbina eólica 1, y luego se retira justo antes de que el alojamiento de cojinete principal 12 esté dispuesto dentro de la góndola 3. El elemento de refuerzo 44 se puede montar en y separar fácilmente de la estructura de góndola 8.

La estructura de góndola 8 puede configurarse de modo que sea suficientemente resistente a flexión cuando la segunda conexión con el alojamiento de cojinete principal 12 está en su lugar de modo que puede proporcionar soporte para el aparato de generación de energía necesario para que funcione la turbina eólica. Sin embargo, esto puede dar como resultado que la estructura de góndola 8 sea demasiado flexible sin la segunda conexión y, por lo tanto, durante el transporte de la góndola 3, el elemento de refuerzo 44 se usa para formar una conexión temporal entre la parte superior de la estructura de góndola 8 y el almacén de base 10. El elemento de refuerzo 44 se retira entonces de la estructura de góndola 8 cuando la góndola 3 llega al sitio de instalación de la turbina eólica 1. Ventajosamente, el elemento de refuerzo 44 puede montarse en la estructura de góndola 8 cuando se esperan cargas extremas, y se separa cuando ya no se esperan cargas extremas. Por consiguiente, la estructura de góndola 8 es capaz de manejar cargas extremas sin tener que diseñar la estructura de góndola 8 de modo que puede manejar tales cargas extremas permanentemente, y, por lo tanto, los costes de fabricación y el peso de la estructura de góndola 8 se mantienen a un nivel bajo.

El segundo extremo 34a, 34b de cada elemento de conexión 26a, 26b está adaptado para poder conectarse de manera liberable tanto al alojamiento de cojinete principal 12 como al elemento de refuerzo 44. El elemento de refuerzo 44 actúa como unos medios de bloqueo 38 reteniendo los elementos de conexión 26a, 26b en la tercera posición de pivote, como se muestra en la figura 4c. Por lo tanto, el elemento de refuerzo 44 elimina la necesidad de unos medios de bloqueo separados tal como los elementos de sujeción mostrados en la figura 4b. Se apreciará que el elemento de refuerzo 44 puede estar dispuesto para desviar los elementos de conexión 26a, 26b para que se conecten directamente a la estructura de góndola 8. Por ejemplo, puede disponerse un cable para que se extienda directamente desde un punto de fijación en el almacén de base 10 hasta las bridas 28a, 28b de la estructura de góndola 8. En una configuración de este tipo, pueden requerirse unos medios de bloqueo separado 38 para mantener los elementos de conexión en la posición replegada durante el transporte de la estructura de góndola 8.

Ahora se describirá un método para ensamblar la turbina eólica con referencia al diagrama de flujo de la figura 5 que ilustra las diferentes etapas del proceso de ensamblaje según un aspecto de la presente invención.

El método comienza con una primera etapa 100 que comprende la conexión del elemento de refuerzo 44 entre la estructura de góndola 8 y el almacén de base 10. Como se explicó anteriormente, el elemento de refuerzo 44 proporciona una resistencia a flexión adecuada a la estructura de góndola 8 que de otro modo se proporcionaría por las conexiones primera y segunda entre la estructura de góndola 8 y el alojamiento de cojinete principal 12. La estructura de góndola 8 se transporta luego al sitio de construcción del generador de turbina eólica 1, como se muestra en la etapa 102. La estructura de góndola 8 comprende un alojamiento de cojinete principal 10 y una estructura de almacén trasero como se describió anteriormente con referencia a la figura 2.

En una primera etapa concurrente 103, el alojamiento de cojinete principal 12 también se transporta por separado a la estructura de góndola 8. En particular, el alojamiento de cojinete principal 12 se transporta al sitio de construcción sin estar físicamente unida a la estructura de góndola 8. El experto en la técnica entenderá que el alojamiento de cojinete principal 12 puede transportarse hacia y desde las mismas ubicaciones de inicio y fin y/o por medio del mismo vehículo.

Después de que la estructura de góndola 8 ha llegado al sitio de construcción, el elemento de refuerzo 44 se retira en la etapa 104. Cuando el elemento de refuerzo 44 está dispuesto entre los elementos de conexión 26a, 26b y el almacén de base 10, los elementos de conexión 26a, 26b pueden pivotar a una posición replegada después de la retirada del elemento de refuerzo 44. Esto garantizará que no obstruyan la instalación del alojamiento de cojinete principal 12 en el almacén de base 10. Para realizaciones en las que el elemento de refuerzo 44 se conecta directamente a la estructura de góndola 8, los elementos de conexión 26a, 26b ya puede mantenerse en la posición replegada mediante unos medios de bloqueo separados 38.

El espacio entre los dos brazos bifurcados 27a, 27b define un canal 39 a lo largo de su longitud. El experto en la técnica apreciará que el canal 39 puede configurarse para recibir al menos una parte de la viga vertical adyacente 14c de la estructura de góndola 8 cuando el elemento de conexión 26b está dispuesto en la posición replegada. De esta manera, el elemento de conexión 26b puede adaptarse para asentarse cerca de la estructura de góndola 8 cuando se repliega, que es una configuración discreta.

Antes de instalar el alojamiento de cojinete principal 12 en el almacén de base 10, el elemento de cierre se retira de la parte de techo de la estructura de góndola 8. La siguiente etapa es entonces hacer descender el alojamiento de cojinete principal 12 a través de la abertura 40 en la estructura de góndola 8 y en el almacén de base 10 debajo, como se indica por la etapa 105. La primera conexión entre la estructura de góndola 8 y el alojamiento de cojinete principal



12 se forma a medida que las patas 24 del alojamiento de cojinete principal 12 se fijan al armazón de base 10.

5 Una vez que el alojamiento de cojinete principal 12 se instala en el armazón de base 10, los elementos de conexión 26a, 26b se hacen pivotar a la posición desplegada y se unen al alojamiento de cojinete principal 12 para formar la segunda conexión entre la estructura de góndola 8 y el alojamiento de cojinete principal 12 (véase la etapa 106). El elemento de cierre 42 también se coloca de nuevo en el techo de la estructura de góndola 8 y se sujeta en su lugar.

10 Finalmente, una vez que se ha establecido la segunda conexión entre el alojamiento de cojinete principal 12 y la estructura de góndola 8, la góndola 3 tiene suficiente resistencia a flexión y resistencia para instalarse en la parte superior de la torre de la turbina eólica, como se muestra en la etapa 107 del método de ensamblaje.

15 Se pueden llevar a cabo etapas intermedias adicionales en diferentes etapas durante todo el proceso de ensamblaje de góndola. Tales etapas de ensamblaje adicionales pueden incluir, por ejemplo, la instalación de componentes de generación de energía y el revestimiento exterior de la góndola.

# REIVINDICACIONES

1. Una góndola de un generador de turbina eólica que comprende:
  - 5 un armazón de base (10) que está separado de y que soporta un alojamiento de cojinete principal (12), en uso, estando configurado el armazón de base (10) para conectarse con una parte inferior del alojamiento de cojinete principal (12); y
  - 10 una estructura de góndola (8) que está separada de y que está conectada al armazón de base (10) en una primera conexión, en la que esa estructura de góndola (8) se extiende lejos del armazón de base (10) y define al menos en parte un volumen de góndola interior;
  - 15 caracterizada porque la estructura de góndola (8) está conectada al alojamiento de cojinete principal (12) por medio de una segunda conexión en un punto dispuesto por encima de un plano de un eje de rotor del alojamiento de cojinete principal (12).
2. Una góndola según la reivindicación 1, en la que la segunda conexión comprende un elemento de conexión (26) que se extiende desde la estructura de góndola (8) y está adaptado para la conexión al alojamiento de cojinete principal (12).
- 20 3. Una góndola según la reivindicación 1 o 2, en la que el elemento de conexión (26) está acoplado de manera pivotante a la estructura de góndola (8).
- 25 4. Una góndola según la reivindicación 3, en la que el elemento de conexión (26) puede moverse entre una posición replegada, en la que el elemento de conexión (26) está sustancialmente alineado con un elemento alargado (14a, 14b, 14c) de la estructura de góndola (8), y una posición desplegada en la que el elemento de conexión (26) está dispuesto para la conexión al alojamiento de cojinete principal (12).
- 30 5. Una góndola según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en la que un primer extremo del elemento de conexión (26) está conectado a la estructura de góndola (8) y un segundo extremo está bifurcado para definir un par de brazos para la conexión a una fijación del alojamiento de cojinete principal (12).
- 35 6. Una góndola según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la segunda conexión se suspende desde una parte superior de la estructura de góndola (8).
7. Una góndola según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la segunda conexión comprende dos puntos de conexión con la estructura de góndola (8).
- 40 8. Una góndola según la reivindicación 7, en la que los dos puntos de conexión están dispuestos en partes laterales opuestas de la estructura de góndola (8).
9. Una góndola según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la segunda conexión está configurada para formar dos puntos de conexión con el alojamiento de cojinete principal (12).
- 45 10. Una góndola según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la estructura de góndola (8) incluye una abertura (40) en su parte superior, estando configurada la abertura (40) para permitir el paso del alojamiento de cojinete principal (12) que va a instalarse en el armazón de base (10) a través de la estructura de góndola (8).
- 50 11. Una góndola según la reivindicación 10, en la que la estructura de góndola (8) incluye un elemento de cierre (42) que puede conectarse a la estructura de góndola (8) para cerrar la abertura (40).
12. Una góndola según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el alojamiento de cojinete principal (12) está sustancialmente contenido dentro del volumen de góndola interior (13).
- 55 13. Un método para ensamblar una góndola para un generador de turbina eólica (1), comprendiendo la góndola (3) un alojamiento de cojinete principal (12) y una estructura de góndola (8) cuando se ensambla, comprendiendo el método:
  - 60 transportar la estructura de góndola (8) y el alojamiento de cojinete principal (12) por separado a un sitio para construcción del generador de turbina eólica;
  - 65 disponer el alojamiento de cojinete principal (12) sobre un armazón de base (10) de la góndola (3), definiendo el armazón de base (10) una primera conexión con la estructura de góndola (8), extendiéndose la estructura de góndola (8) lejos del armazón de base (10) y definiendo al menos en parte un volumen de góndola interior; y

conectar la estructura de góndola (8) al alojamiento de cojinete principal (12) por medio de una segunda conexión en un punto dispuesto por encima de un plano de un eje de rotor del alojamiento de cojinete principal (12).

- 5
14. Un método según la reivindicación 13, en donde el método comprende conectar un elemento de refuerzo (44) entre la estructura de góndola (8) y el armazón de base (10), antes de transportar la estructura de góndola (8).
- 10
15. Un método según la reivindicación 14, en donde el método comprende desconectar el elemento de refuerzo (44) antes de conectar el alojamiento de cojinete principal (12) a la estructura de góndola (8).

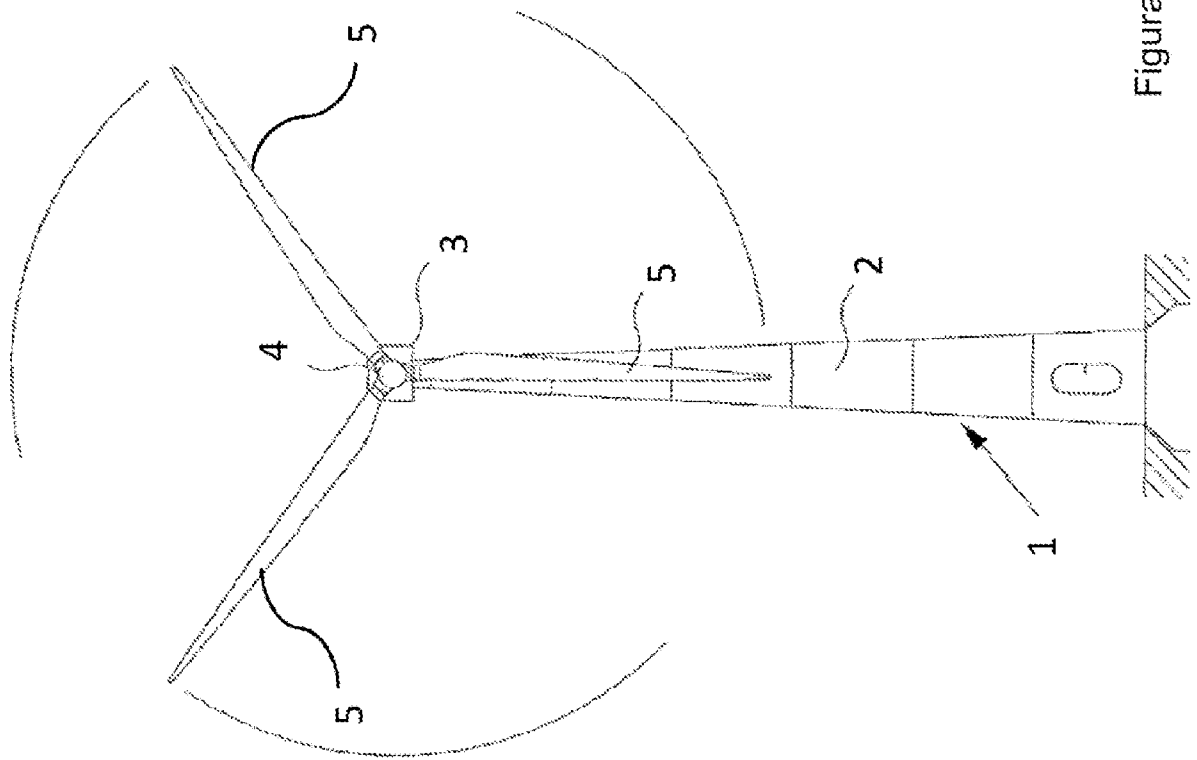


Figura 1

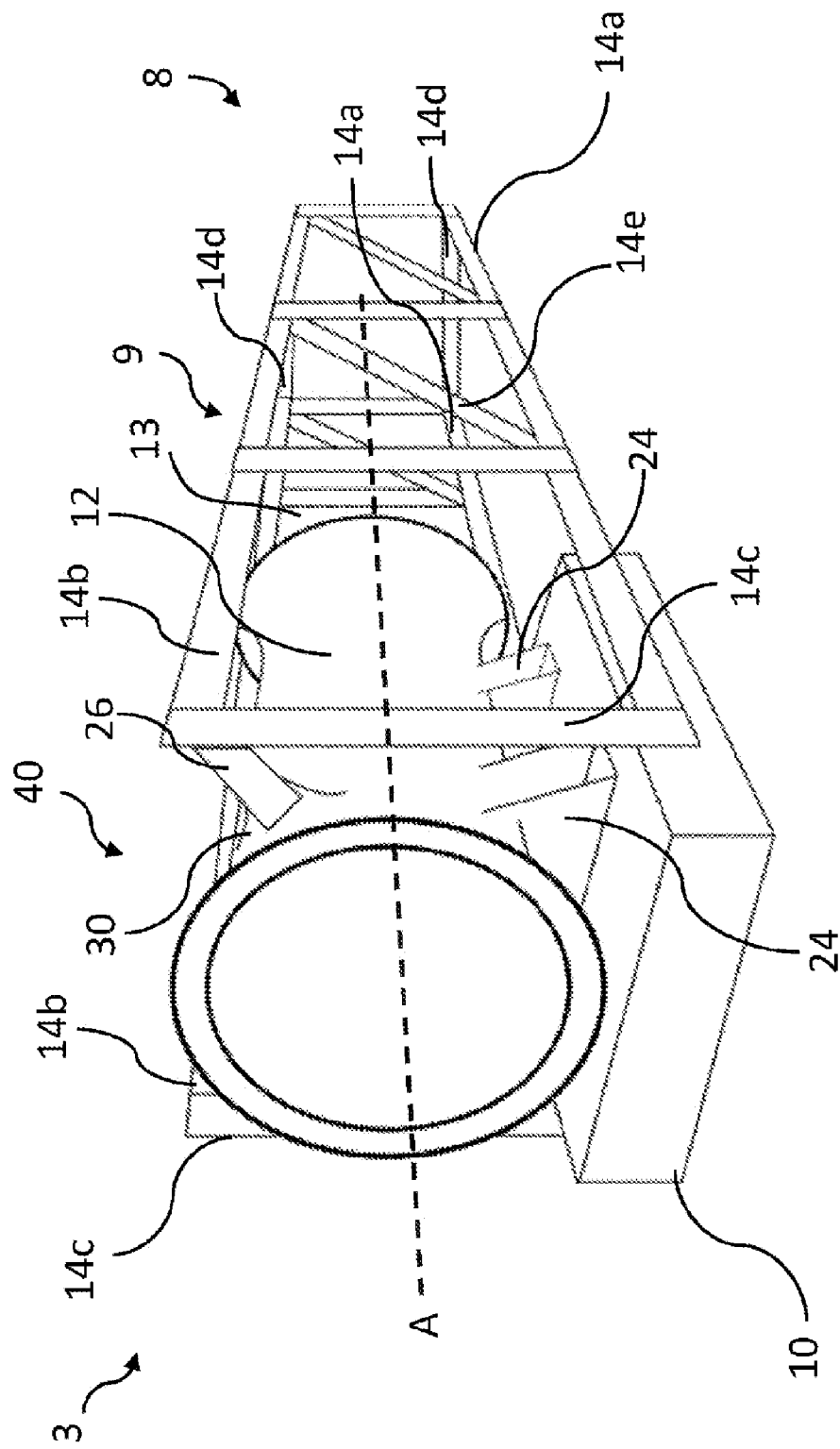


Figura 2

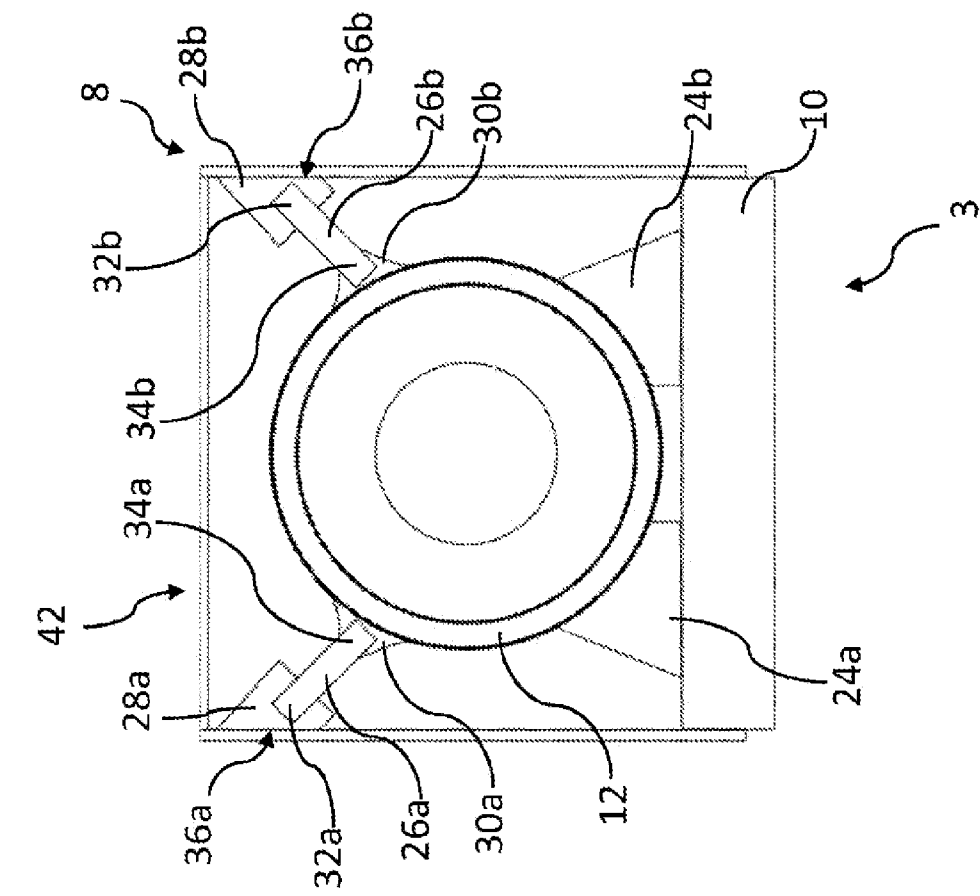


Figura 3b

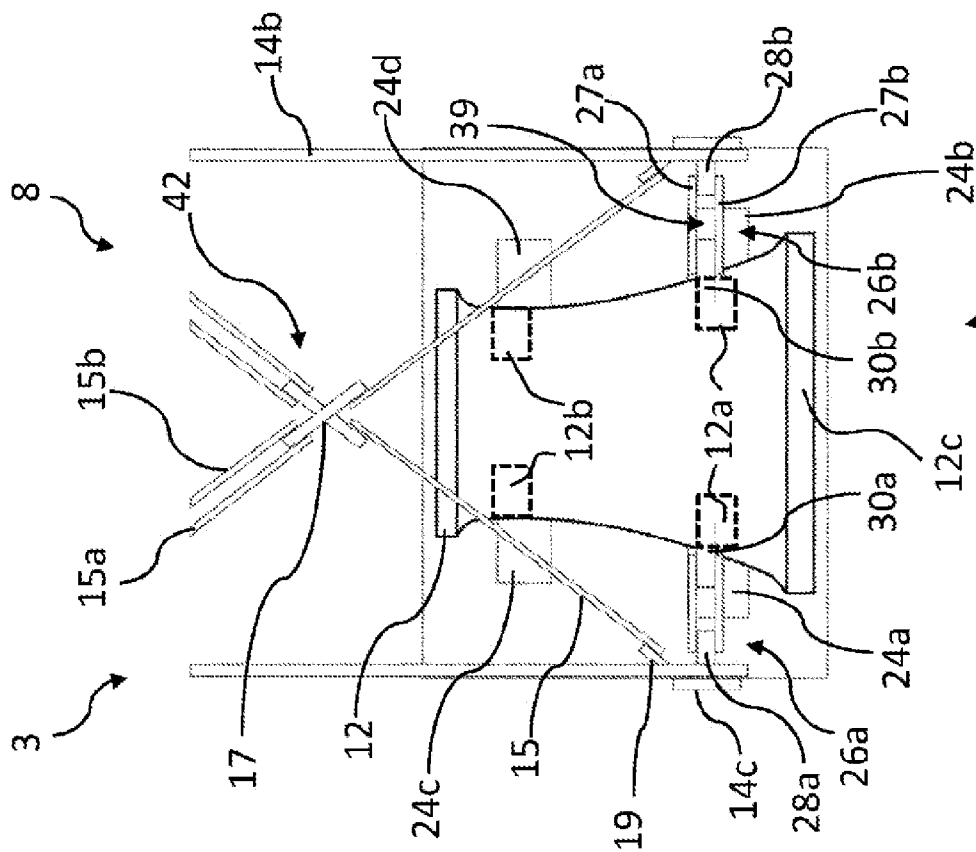


Figura 3a

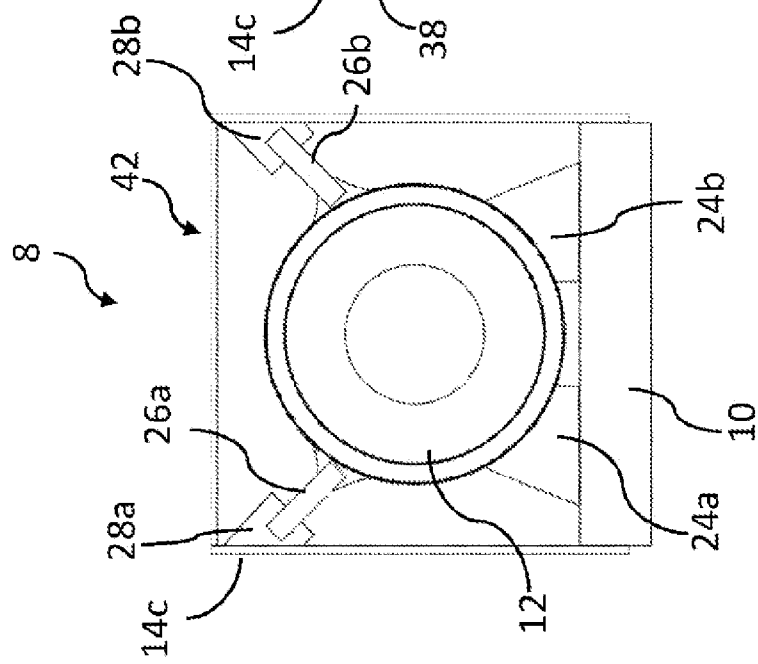


Figura 4a

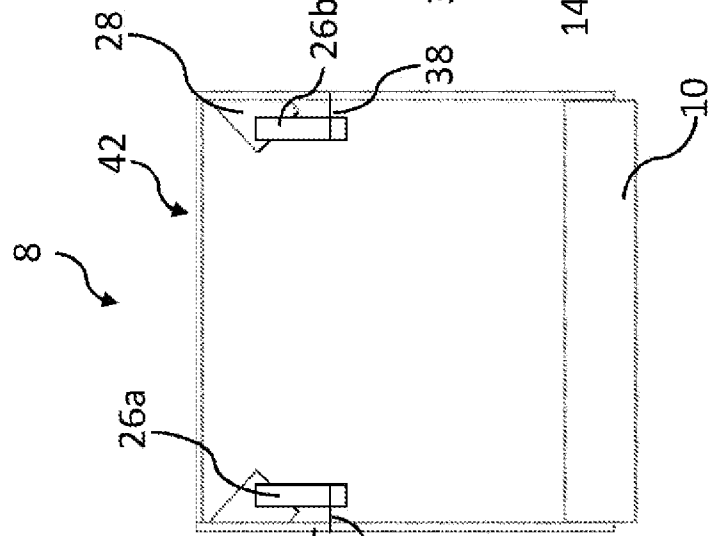


Figura 4b

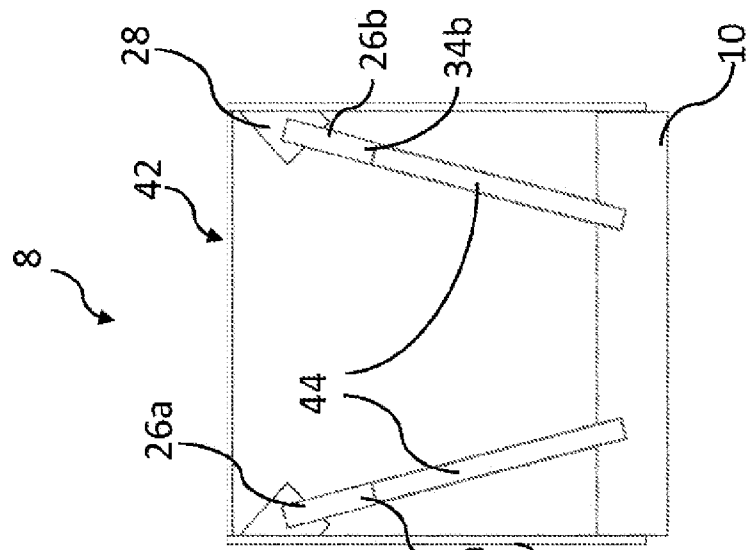


Figura 4c

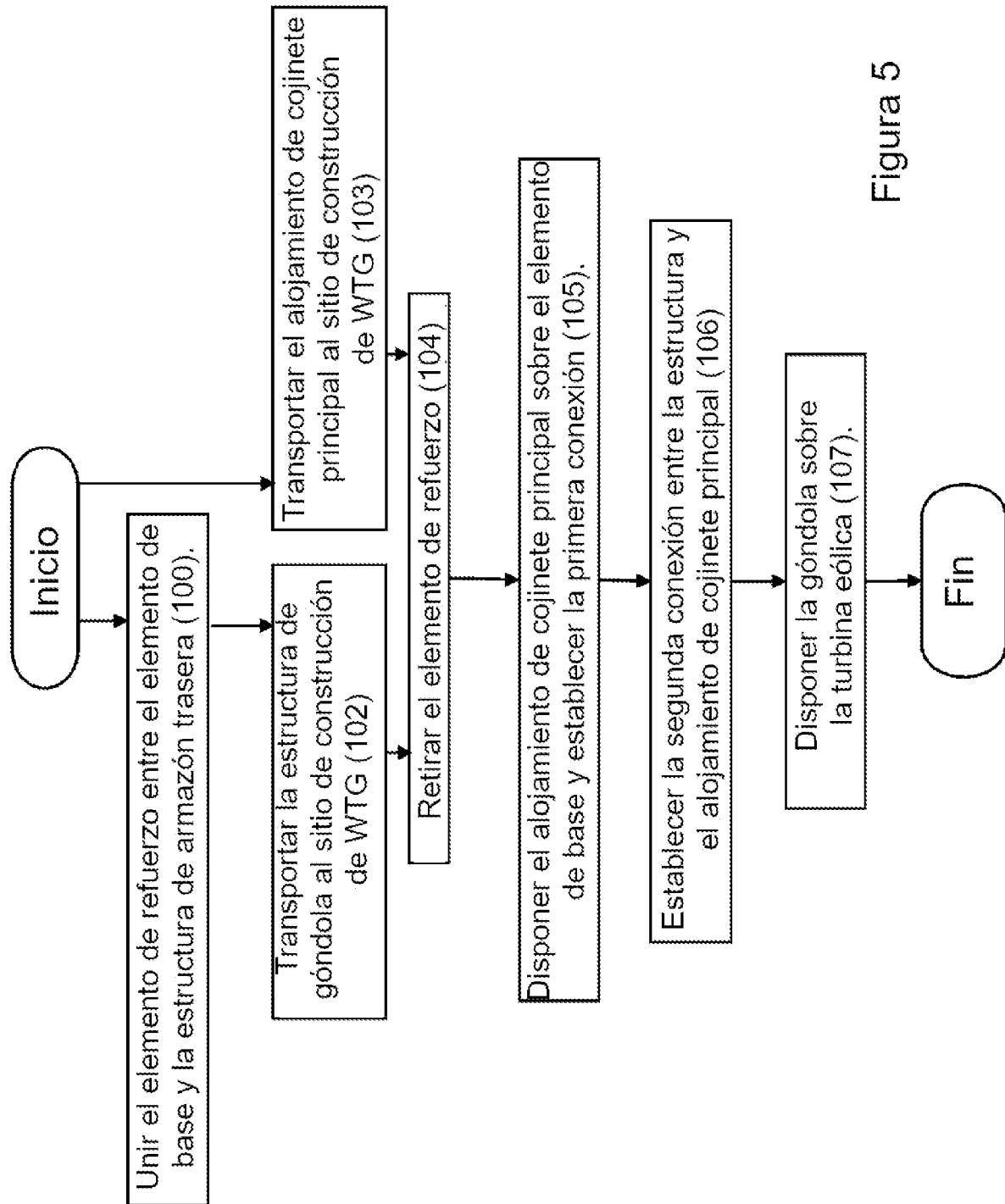


Figura 5