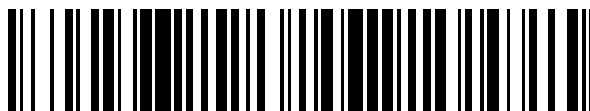


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 778 198**

51 Int. Cl.:

F03D 9/00 (2006.01)

F03D 1/04 (2006.01)

F03D 1/06 (2006.01)

F03D 80/70 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.10.2014** **PCT/US2014/059349**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.04.2015** **WO15051374**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.10.2014** **E 14850130 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2020** **EP 3052802**

54 Título: **Reemplazo de componentes de turbinas eólicas en lo alto de la torre**

30 Prioridad:

04.10.2013 US 201361886985 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.08.2020

73 Titular/es:

INVENTUS HOLDINGS, LLC (100.0%)
700 Universe Boulevard
Juno Beach, FL 33408, US

72 Inventor/es:

LOHAN, MARTIN, E.;
FENGER, PER, ESKE;
ASHEIM, CHARLES;
GONZALEZ, MIGUEL, A. y
BRAKE, DANIEL, M.

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 778 198 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

Reemplazo de componentes de turbinas eólicas en lo alto de la torre

5 ANTECEDENTES

La tecnología de turbinas eólicas está proporcionando una proporción cada vez mayor de la energía eléctrica generada en los Estados Unidos y en todo el mundo. Las turbinas eólicas transforman la energía cinética, proporcionada por una fuente eólica, en energía mecánica, que puede usarse a su vez para producir electricidad. Una turbina eólica típica consiste de un generador eléctrico montado en una góndola sobre una torre que puede tener sesenta (60) o más metros de altura. El generador es accionado por el viento, que gira las palas de la turbina, que están conectadas a un montaje de tren de transmisión, el montaje del tren de transmisión incluye un eje principal conectado a las palas, un cojinete del eje principal, y una caja de engranajes que aumenta la velocidad del eje pasado al generador. Al igual que el generador, el montaje de tren de transmisión está montado habitualmente en la góndola. Se entiende bien que un método para aumentar la potencia eléctrica nominal de una turbina eólica es aumentar el diámetro del eje principal, que puede exceder un diámetro de un (1) metro. Como las turbinas se fabrican con ejes principales más grandes, los otros componentes de la góndola también pueden necesariamente aumentar de tamaño, incluyendo la misma góndola.

Como con la mayoría de las máquinas mecánicas, se necesita mantenimiento periódico, restauración o reparación de las turbinas eólicas, incluyendo el cojinete del eje principal. En la actualidad, cada vez que falla un cojinete principal o requiere reemplazo o mantenimiento de otro tipo, se usa una grúa grande para retraer primero el techo de la góndola, luego retirar un montaje de rotor asociado y, por último, extraer todo el montaje del tren de transmisión. Cuando el montaje del tren de transmisión llega al suelo, la caja de engranajes puede estar desacoplada del eje principal. El eje principal y el cojinete principal se envían luego a un taller de reparación para quitar el cojinete viejo e instalar uno nuevo, a menudo mediante un método de ajuste a presión. El eje principal con el nuevo cojinete principal puede entonces acoplarse con la caja de engranajes, y luego la grúa instalará el montaje del tren de transmisión reparado en la góndola. El proceso de retirada del montaje del tren de transmisión completo requiere una grúa grande, que a su vez es difícil y costosa de instalar. Se incurre en tiempo y gastos adicionales por el transporte del montaje del tren de transmisión a un lugar fuera de las instalaciones. Por lo tanto, se desea un método para reemplazar el cojinete principal en lo alto de la torre, particularmente en las turbinas más grandes. La JP-2008-032147 A se refiere a una estructura de soporte de eje rotativo de un generador de energía eólica que incluye una pala, un husillo y un rodamiento que soporta rotativamente el husillo.

35 BREVE RESUMEN DE LA INVENCIÓN

Lo siguiente presenta un resumen simplificado de la invención para proporcionar una comprensión básica de algunos aspectos de la invención. Este resumen no es una descripción general extensa de la invención. No se pretende que identifique elementos clave o críticos de la invención ni delinear el alcance de la invención. Su único propósito es presentar algunos conceptos de la invención en una forma simplificada como preludio de la descripción más detallada que se presenta después.

La invención comprende un método para realizar el mantenimiento de una turbina eólica, la turbina eólica incluyendo una o más palas de turbina conectadas a un eje principal, y una carcasa de la góndola para encerrar los componentes de la turbina eólica que incluyen por lo menos una parte de eje principal y un cojinete principal, el cojinete principal pudiéndose fijar a una posición estacionaria con respecto al eje principal mediante una carcasa de cojinete principal. El método incluye los pasos de: instalar un bloqueo de rotor para resistir la rotación del eje principal durante el mantenimiento de la turbina eólica; proporcionar un dispositivo de elevación, unido al bloqueo del rotor, para elevar el eje principal a una altura libre; retirar el cojinete principal de la carcasa del cojinete principal; e instalar un cojinete principal dividido en el eje principal.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La FIG. 1 ilustra una vista superior de los componentes del alto de la torre de una turbina eólica, con el techo de la góndola en una posición parcialmente retraída, de acuerdo con la divulgación;
La FIG. 2 ilustra una grúa montada en lo alto de la torre en la carcasa de la góndola, de acuerdo con la divulgación;
La FIG. 3 ilustra una realización de un tren de engranajes retirado de la turbina eólica;
La FIG. 4 ilustra una vista mejorada de una sección del tren de engranajes de la FIG. 3 que muestra un dispositivo de elevación del eje de acuerdo con la divulgación;
La FIG. 5 ilustra una primera perspectiva superior de una realización de un tren de engranajes con una realización de un elemento de rotación del eje principal instalado, de acuerdo con una realización de la divulgación;
La FIG. 6 ilustra una vista en perspectiva lateral mejorada del tren de engranajes y el elemento de rotación del eje principal instalado de la FIG. 5;

La FIG. 7 ilustran una vista en perspectiva lateral del tren de engranajes y el elemento de rotación del eje principal de la FIG. 5;

La FIG. 8 ilustra una segunda vista en perspectiva superior de la realización del tren de engranajes y el elemento de rotación del eje principal de la FIG. 5;

5 La FIG. 9 ilustra una vista superior de la realización del tren de engranajes y el elemento de rotación del eje principal de la FIG. 5;

La FIG. 10 ilustra una vista en perspectiva posterior de un tren de engranajes de acuerdo con la divulgación;

La FIG. 11 ilustra una vista en perspectiva de una carcasa de cojinete principal de acuerdo con una realización de la divulgación;

10 La FIG. 12 ilustra una vista en perspectiva de una realización de un cojinete principal dividido de acuerdo con la divulgación; y

La FIG. 13 ilustra una vista posterior de una instalación de una nueva carcasa de cojinete principal de acuerdo con la divulgación.

15 DESCRIPCIÓN DETALLADA

La siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos describen e ilustran realizaciones ejemplares de la invención con el único propósito de permitir que un experto en la técnica relevante haga y use la invención. Como tal, la descripción detallada y la ilustración de estas realizaciones son de naturaleza puramente ejemplar y de ninguna manera se pretende que limiten el alcance de la invención, o su protección, de ninguna manera. También debe entenderse que los dibujos no están a escala y que en ciertos casos se han omitido detalles, que no son necesarios para comprender la presente invención, como detalles convencionales de fabricación y montaje.

20 Cuando una turbina puede incluir una o más palas de turbina conectadas a un eje principal y una carcasa de la góndola para encerrar componentes de la turbina eólica que incluyen por lo menos una parte del eje principal y un cojinete principal, el cojinete principal puede fijarse en una posición estacionaria con respecto al eje principal mediante una carcasa de cojinete principal, el método inventivo para realizar el mantenimiento de la turbina eólica incluye los pasos de instalar un bloqueo del rotor para resistir la rotación del eje principal durante el mantenimiento de la turbina eólica, proporcionar un dispositivo de elevación para elevar el eje principal a una altura libre, retirar el cojinete principal de la carcasa del cojinete principal e instalar un cojinete principal dividido en el eje principal.

25 Las realizaciones de este método para realizar el mantenimiento pueden incluir, además, la fijación de una grúa cerca de una parte de la carcasa de la góndola, la grúa operable para maniobrar y elevar componentes de la turbina eólica. La grúa puede dividirse en secciones de componentes y el paso de fijar la grúa puede incluir además montar los componentes del alto de la torre de la grúa. El bloqueo del rotor puede circunscribir por lo menos una parte del eje principal cuando está instalado. El bloqueo del rotor puede instalarse entre las palas de la turbina y la carcasa del cojinete principal. La altura libre puede ser de aproximadamente una pulgada. El método de mantenimiento puede incluir además retirar la carcasa del cojinete principal y proporcionar una carcasa del cojinete principal de reemplazo para sostener el cojinete principal dividido instalado. Después de que se han retirado el cojinete principal y la carcasa del cojinete principal, y antes de que se puedan instalar la carcasa del cojinete de reemplazo y el cojinete principal dividido, el método puede incluir la reparación del eje principal. La reparación del eje principal puede incluir la eliminación del daño al eje principal en o cerca de la superficie del eje principal, y la adición de material al eje principal para restablecer un diámetro exterior de funcionamiento del eje principal.

30 En algunas realizaciones, el cojinete principal dividido puede incluir una primera pista interior, y por lo menos un conjunto de rodillos, y una pista exterior. La primera pista interior, el por lo menos un conjunto de rodillos, y la pista exterior pueden proporcionarse cada una como pares de componentes sustancialmente semicirculares. El paso de instalar el cojinete principal dividido puede incluir asegurar el par de primeros componentes de pista interior alrededor del eje principal, colocar el par de por lo menos un conjunto de rodillos alrededor de la primera pista interior y asegurar el par de componentes de pista exterior alrededor del por lo menos un conjunto de rodillos asegurando de este modo la primera pista, el por lo menos un conjunto de rodillos y la pista exterior juntos alrededor del eje principal.

35 Las realizaciones de este método pueden incluir además fijar una primera grúa y por lo menos una grúa adicional en o cerca de una parte de la carcasa de la góndola, la primera grúa y por lo menos una grúa adicional operables para maniobrar y elevar componentes de la turbina eólica. La primera grúa puede fijarse sobre o cerca de una parte de la carcasa de la góndola y puede utilizarse para elevar y colocar la por lo menos una grúa adicional para fijar la por lo menos una grúa adicional en o cerca de una parte separada de la carcasa de la góndola. La por lo menos una grúa adicional puede ser divisible en componentes, y la primera grúa puede ser operable para levantar y colocar los componentes para montar la grúa adicional. Los componentes de la grúa adicional pueden pesar individualmente 50 lb o menos.

40 Una realización adicional para realizar el mantenimiento de una turbina eólica puede incluir fijar una primera grúa en o cerca de una parte de la carcasa de la góndola, la primera grúa puede dividirse en secciones de componentes, fijar una segunda grúa en o cerca de una parte separada de la carcasa de la góndola, partes de la

segunda grúa se levantan en su lugar usando la primera grúa fijada y la segunda grúa puede ser operable para maniobrar y levantar componentes de la turbina eólica, instalar un bloqueo del rotor entre las palas de la turbina y la carcasa del cojinete principal para resistir la rotación de la eje principal, el bloqueo del rotor instalado circunscribiendo por lo menos una parte del eje principal, proporcionar un dispositivo de elevación para elevar el eje principal a una altura libre, retirar la carcasa del cojinete principal, retirar el cojinete principal del eje principal, instalar un cojinete principal dividido en el eje principal, el cojinete principal dividido compuesto por una pluralidad de componentes semicirculares, y proporcionar una carcasa del cojinete principal de reemplazo para sostener el cojinete principal dividido instalado. Las realizaciones de los métodos para realizar el mantenimiento de una turbina eólica pueden realizarse en lo alto de la torre de la turbina eólica. Los componentes de la primera grúa pueden pesar aproximadamente 50 lb o menos. El mantenimiento puede incluir además reparar el eje principal después de retirar el cojinete principal, y antes de instalar un cojinete principal dividido.

Con referencia ahora a las FIGS. 1-3, la región del alto de la torre de una turbina eólica 100 incluye una carcasa de la góndola 110 con un techo de la góndola 112, ilustrado en la FIG. 1 entre una posición cerrada y retraída. El techo de la góndola 112 puede moverse entre la posición cerrada y retraída desenganchando o desatornillando usando equipos conocidos o por descubrir. Una vez que el techo de la góndola 112 está en su posición retraída, puede realizarse el mantenimiento de los componentes alojados dentro de la carcasa de la góndola 110. También se proporciona un cubo 104, desde el que se proyectan una pluralidad de palas de la turbina 102. Alojado dentro de la góndola 110 hay un eje de engranaje principal 120 que se extiende desde un cubo 104 a través de la góndola 110 y está conectado a la caja de engranajes 130, que puede proporcionarse para aumentar la velocidad de rotación del eje 120 para un generador de electricidad (no ilustrado). En su funcionamiento más básico, la turbina 100 es operable para generar electricidad a partir del viento, mostrando a la fuerza las palas de la turbina 102 en una rotación angular, debido a la naturaleza inclinada de las palas 102, rotando de este modo el cubo 104 y el eje 120. Un generador puede utilizar entonces la mecánica y la energía rotacional del eje 120, a través de la caja de engranajes 130, para la generación de electricidad. El peso de estos componentes, además de las fuerzas ejercidas por el viento y las fuerzas de rotación resultantes del eje 110, requiere que el eje 110 esté situado dentro de un cojinete principal 122 para permitir la rotación libre. El cojinete principal 122 puede estar situado dentro de una carcasa del cojinete principal 124, que puede estar asegurado o conectado a tierra en la carcasa de la góndola 120. La carcasa de la góndola 112 proporciona por lo tanto un recinto para proteger los componentes que se encuentran dentro, como el cojinete 122 y la caja de engranajes 130, así como componentes adicionales que pueden mostrarse o describirse en la presente.

Puede accederse al interior de la carcasa de la góndola 110 a través de un techo de la góndola retráctil 112. Un método o sistema para retraer el techo de la góndola 112 utiliza una grúa 200 que puede instalarse o montarse cerca de los componentes del alto de la torre. En la realización ilustrada, se puede instalar una grúa de pluma 200 en la parte superior de la carcasa de la góndola 110 mediante cualquier medio de sujeción o fijación conocido o por descubrir incluyendo, pero no limitados a, sujeciones roscadas, abrazaderas, adhesivos, ajuste por fricción, succión o ajuste a presión, o cualquier combinación de los mismos. Una realización de la grúa 200 se ilustra en la FIG. 2. La grúa 200 puede dividirse en secciones o dividirse en múltiples componentes y montarse en lo alto de la torre. Por ejemplo, en una realización, la grúa 200 puede ser divisible en componentes que no pesen más de aproximadamente cincuenta libras. La grúa 200 puede tener una capacidad de elevación o carga de por lo menos 1000 kg para levantar y manipular apropiadamente los componentes del alto de la torre, de acuerdo con la divulgación.

En algunas realizaciones, una grúa auxiliar o más pequeña (no ilustrada) puede instalarse primero en lo alto de la torre o cerca de la carcasa 110, por ejemplo en un bloque de apoyo de la caja de engranajes. La grúa auxiliar puede dividirse en secciones de componentes de aproximadamente 50 lb o menos, y puede elevarse a lo alto de la torre en su posición. Una vez instalada en lo alto de la torre, la grúa auxiliar puede utilizarse entonces para levantar y manipular los componentes de la grúa 200 con el propósito de instalar la grúa 200 en lo alto de la torre. La grúa auxiliar puede tener una capacidad de elevación o carga de por lo menos 500 kg, lo que puede facilitar la instalación de las realizaciones de la grúa 200 que no son divisibles en componentes más pequeños, aunque se contempla una capacidad de elevación sustancialmente menor dentro de la divulgación, particularmente como se ha tratado anteriormente en realizaciones en las que la grúa 200 puede dividirse en segmentos de 50 libras o más ligeros. Por tanto, en una realización de la divulgación, la grúa auxiliar puede tener una capacidad de carga de elevación de por lo menos 20 kg y preferiblemente de por lo menos 500 kg. En realizaciones de la divulgación que incluyen la grúa auxiliar, la grúa auxiliar puede montarse en lo alto de la torre cerca de una parte de carcasa 110 mientras que la grúa 200 se monta y se instala cerca de otra parte de carcasa 110. Por ejemplo, la grúa auxiliar puede montarse en el bloque de apoyo de la caja de engranajes mientras la grúa 200 puede montarse en otro bloque de apoyo. Tanto la grúa 200 como la grúa auxiliar pueden instalarse después de colocar el techo de la góndola 112 en su posición retraída.

Como se ilustra en las FIGS. 4-11, cuando la grúa 200 está instalada, y los componentes dentro de la carcasa de la góndola 120 son accesibles, por ejemplo a través de un techo de la góndola retraído 112 como se describe en la presente en una realización de la divulgación, puede proporcionarse un elemento de bloqueo o fijación de la rotación del eje principal o 300 para bloquear rotativamente el eje principal 120 de la rotación durante el

reemplazo de los componentes del alto de la torre, incluyendo el cojinete principal 122. También puede proporcionarse un dispositivo de elevación 210 para elevar el eje 110 a una altura libre que puede ser aproximadamente de una pulgada, para instalar un componente de reemplazo, que puede ser un cojinete principal de reemplazo 122A como se describe en la presente de acuerdo con una realización. La altura de elevación debería ser suficiente para crear un espacio libre entre el cojinete principal 122 y la placa de la base 144. En la realización ilustrada, el dispositivo de elevación 210 puede ser uno o más pistones hidráulicos 220, que se ilustran pudiéndose colocar debajo del eje 110 para empujar el eje 110 hacia arriba elevando de este modo el eje 110 a una altura libre. Se contemplan posiciones alternativas para los pistones 220 dentro de la divulgación incluyendo, por ejemplo, sobre el eje 110 para levantar o tirar del eje 110 hacia arriba.

En la realización ilustrada, el elemento de bloqueo del eje principal 300 se proporciona en el eje de seguro 120 impidiendo, o por lo menos restringiendo, de este modo la rotación del eje 120 durante los reemplazos en lo alto de la torre de varios componentes de la turbina, como el reemplazo de cojinete principal 122, cuando el elemento de bloqueo 300 está en una posición instalada. El elemento de bloqueo puede asegurarse a tanto el eje 120, que es de rotación libre, como a un elemento conectado a tierra, como una parte de la carcasa de la góndola 112, restringiendo o evitando de este modo la rotación del eje 120. El elemento de bloqueo 300 puede dimensionarse y conformarse para encajar por lo menos parcialmente alrededor del eje 120 y se puede colocar, en la realización ilustrada, entre el cubo 104 y la carcasa del cojinete principal 124. Dimensionar el elemento de bloqueo 300 para extenderse más alrededor del eje puede proporcionar de este modo una mayor área de superficie desde la cual se pueden proporcionar sujeciones 304 para unir al cubo 104. En una realización, el elemento de bloqueo 300 se extiende circunferencialmente alrededor de aproximadamente la mitad del eje 120 cuando el elemento de bloqueo 300 se proporciona en la posición instalada. Un método para instalar el elemento de bloqueo 300 puede incluir deslizar o insertar el elemento de bloqueo 300 ya sea por encima o por debajo del eje 120 y entre el cubo 104 y la carcasa del cojinete principal 124, y luego asegurar el elemento de bloqueo 300 a una parte del cubo 104 y una parte de la carcasa de la góndola 112 mediante, por ejemplo, sujeciones 304. En esta divulgación se contemplan otras formas y dimensiones del elemento de bloqueo 300, y en esta divulgación se contemplan otras posiciones de instalación del elemento de bloqueo 300 próximas al eje 120 para restringir la rotación del eje de bloqueo 120 durante el reemplazo de los componentes de turbina. Como resultado de la instalación del elemento de bloqueo 300, se puede restringir la rotación del eje principal 120 en una o ambas direcciones, incluso mientras la turbina 100 experimenta velocidades de viento de 25 metros por segundo o más.

A medida que se retira la carcasa del cojinete principal 124 para reemplazar el cojinete principal 122, la colocación del elemento de bloqueo 300 entre la carcasa del cojinete principal 124 y el cubo 112 puede, en consecuencia, restringir que la carcasa del cojinete principal 124 se deslice lateralmente o se mueva hacia el cubo 112 después de que la carcasa del cojinete 124 se haya aflojado desde la parte de la carcasa de la góndola 112 a la cual la carcasa del cojinete 124 está asegurada o conectada a tierra. En otra realización, la carcasa del cojinete principal puede permanecer en su posición actual y el cojinete principal 122 puede deslizarse a lo largo del eje 120. En otra realización más, el bloqueo del rotor 300 se usa para evitar el movimiento del eje principal debido a la fuerza del viento aplicada a las palas. La carcasa del cojinete principal 124 puede asegurarse a una placa de base 144, que puede estar unida a la carcasa de la góndola 112 o puede ser una pieza integral de la carcasa de la góndola 124. En consecuencia, se puede proporcionar un borde o cresta de bloqueo 302 en el elemento de bloqueo 300 que puede contactar, o casi contactar con la carcasa del cojinete 124 para restringir el movimiento lateral de la carcasa del cojinete 124 cuando se instala el elemento de bloqueo 300. Como se muestra en la realización ilustrada, el borde de bloqueo 302 puede ser una extrusión del elemento de bloqueo 300 que contacta, o casi contacta, con la carcasa del cojinete de bloqueo 124 cuando se instala el elemento de bloqueo 300. En la divulgación se contemplan realizaciones adicionales del borde de bloqueo 302 incluyendo, por ejemplo, un componente separado unido o que se puede unir al elemento de bloqueo 300. El borde de bloqueo 302 puede proporcionarse en una o múltiples partes del elemento de bloqueo 300. En la realización ilustrada, el cojinete principal la carcasa 124 puede asegurarse a las superficies laterales correspondientes 140A, 140B de la placa de base 144. Las superficies laterales 140A, 140B pueden ser planas o sustancialmente planas por lo menos en la parte de las superficies 140A, 140B en las que está unida la carcasa del cojinete principal 124. Las superficies laterales 140A, 140B pueden terminar en el reborde de la superficie lateral 142, y el borde de bloqueo 302 puede colocarse en o sobre una o más de las superficies laterales 140A, 140B para contactar, o casi contactar, con un borde de la carcasa del cojinete principal 124 cuando el elemento de bloqueo está en la posición instalada. El posicionamiento del borde de bloqueo 302 del reborde de la superficie lateral 142 puede funcionar adicionalmente para restringir la rotación del eje 120 cuando se instala el elemento de bloqueo 300 como resultado de que el reborde de la superficie lateral 142 contacte con el borde de bloqueo 302 interfiriendo de este modo con la rotación del eje 120.

El eje 120 puede tener un diámetro variable con el diámetro del eje 120 mayor hacia la parte posterior próxima a la caja de engranajes 130, restringiendo de este modo inherentemente el movimiento de la carcasa del cojinete 124 cuando no está asegurado de la carcasa de la góndola 112. La placa de base 144 también puede tener componentes unidos o integrados para restringir el deslizamiento no deseado de la carcasa del cojinete principal 124. Adicionalmente, pueden proporcionarse partes o componentes de la placa de base 144 cerca de la carcasa del cojinete principal 124 para contactar, o casi contactar, con la carcasa del cojinete principal 124, aparte de los puntos de conexión en las superficies laterales 140A, 140B, restringiendo de este modo que se mueva lateralmente hacia la

caja de engranajes 130. La placa de base 144 puede extruirse de la carcasa de la góndola 112 o unirse a la carcasa de la góndola 112 como un elemento instalable separado. Pueden proporcionarse adicionalmente uno o más ojos de bloqueo 142 como una parte de la placa de base 144, que pueden estar desplazados de la trayectoria de extracción de la carcasa del cojinete principal 124.

Para retirar la carcasa del cojinete principal 124, las sujeciones que conectan la carcasa del cojinete principal 124 con la placa de base 144 pueden aflojarse y retirarse. La carcasa del cojinete principal puede entonces deslizarse a la fuerza a lo largo del eje 120 hacia la caja de engranajes 130. En algunas realizaciones en las que el eje 120 tiene un diámetro variable, la carcasa del cojinete principal 124 puede ser más manipulable cuando se desliza hacia la caja de engranajes 130 en un área que puede ser referenciada en la presente como una posición de retirada de la carcasa del cojinete principal 124. La carcasa del cojinete principal 124 puede retirarse perforando dos orificios en una posición superior (o las 12 en punto) y una posición inferior (o las 6 en punto). En la divulgación se contemplan otros métodos conocidos de corte para retirar la carcasa del cojinete principal. 124. Para retirar luego el cojinete principal 122, puede aplicarse calor desde una fuente de calor para permitir que el cojinete principal 122 se deslice hacia abajo del eje 120 en la misma dirección que la carcasa del cojinete principal 124 puede deslizarse a una posición de retirada, como se ha descrito anteriormente. Con un espacio o distancia creada entre el eje 120 y el cojinete 122 en la posición de extracción donde la parte del eje 120 tiene un diámetro más pequeño, puede insertarse un material protector (no ilustrado) entre el cojinete 122 y el eje 120 para proteger el eje 120 a medida que se retira el cojinete 122. El cojinete 122 puede entonces retirarse mediante un proceso de corte, con una sierra o amoladora, por ejemplo, o cualquier otro método conocido o por desarrollar para retirar el cojinete principal.

Con el elemento de bloqueo 300 en su posición de instalación, restringiendo o asegurando de este modo la rotación del eje principal 120 en una o ambas direcciones de rotación, el dispositivo de elevación 220 puede activarse para levantar el eje 210 hacia arriba con el fin de separar el eje 120 una distancia libre 230 de la posición de funcionamiento del eje. De acuerdo con la invención, el dispositivo de elevación (210) está unido al elemento de bloqueo 300 y, en consecuencia, se instalan sustancialmente de manera simultánea. En la realización ilustrada, una parte superior del dispositivo de elevación 210 está asegurada al cubo 104 mientras que una parte inferior del dispositivo de elevación 210 está asegurada a la carcasa de la góndola 112, con por lo menos un pistón hidráulico 220 provisto entre las partes superior e inferior del dispositivo de elevación 210. Por consiguiente, el accionamiento del pistón 220 da como resultado la elevación del eje 120. Por consiguiente, un método para transferir el eje principal 120 desde una posición de funcionamiento a una posición elevada puede incluir asegurar que el eje principal 120 no rote usando el elemento de bloqueo 300, retirar la carcasa del cojinete principal 124, y elevar a la fuerza el eje 120 usando el dispositivo de elevación 210. Como apreciarán los expertos en la técnica, en realizaciones donde la carcasa del cojinete principal 124 se retira del eje 120 en la posición elevada del eje 120, componentes como el borde de conexión 302, partes de la placa de base 144, y el diámetro aumentado del eje principal 120 funcionan para restringir que la carcasa del cojinete 124 se deslice incontrolablemente transversalmente a lo largo del eje 120 los que puede dañar potencialmente los componentes de la turbina, como la caja de engranajes 130 o el cubo 104.

Una vez que el cojinete principal 122 y la carcasa del cojinete principal 124 se retiran del eje principal 120, puede realizarse la inspección y el posible mantenimiento del eje principal 120. En el transcurso del funcionamiento, el eje principal 120 puede experimentar daños en la superficie, o cerca de la superficie, como macro picaduras, que pueden describirse como el desarrollo de picaduras en o cerca de la superficie del eje principal 120. Estas picaduras pueden desarrollarse, por ejemplo, como resultado de la fricción, un proceso que ocurre debido al contacto entre el cojinete principal 122 y el eje principal 120 durante el funcionamiento. Por consiguiente, la reparación del eje principal 120 puede incluir la reparación de las picaduras u otros daños en la superficie del eje principal 120. Además, el diámetro exterior del eje principal 120 puede haberse reducido o volverse desigual en el transcurso del funcionamiento. Como tal, el diámetro del eje 120 puede restaurarse a su diámetro exterior óptimo. Tal reparación del eje principal 120 no solo puede prevenir fallos futuros, sino que también permite instalar cojinetes de reemplazo uniformes en el eje principal 120. Por ejemplo, si el eje principal 120 experimenta una reducción en el diámetro, se puede requerir un cojinete de reemplazo personalizado para acomodar el nuevo diámetro.

En la FIG. 12 se ilustra una realización del cojinete principal dividido 150. El cojinete principal dividido comprende una primera pista o componente interior 152, por lo menos un conjunto de rodillos 154, y una segunda pista o componente exterior 156. Cada componente 152, 154, 156 o cojinete principal dividido 150 puede proporcionarse como parejas semicirculares y acoplables de componentes. Los cojinetes principales tradicionales 122 están compuestos de componentes circulares que pueden instalarse deslizándolos a lo largo del eje 120. Para que esto suceda, el tren de engranajes debe retirarse de su posición en lo alto de la torre y el cojinete principal 122 debe instalarse en una localización fuera del sitio de la turbina eólica. Esto puede ser extremadamente costoso y llevar mucho tiempo. El método descrito para reemplazar componentes en lo alto de la torre de una turbina eólica y, más particularmente, reemplazar por consiguiente el cojinete principal es más barato y más rentable ya que todo el proceso se produce en lo alto de la torre. Al retirar el cojinete principal 122 e instalar el cojinete dividido 150, el reemplazo puede producirse en lo alto de la torre sin la necesidad de retirar todo el tren de engranajes.

En referencia ahora a la FIG. 13, puede instalarse una carcasa de cojinete principal 124 colocando una parte inferior o primera 124A de la carcasa del cojinete principal 124B en el eje 120 en o cerca del área de

instalación del eje 120 donde el eje 120 tiene un diámetro menor. Una vez colocada sobre el eje 120, la primera parte 124A puede rotarse para colocarla en la parte inferior del eje 120. Luego puede instalarse una segunda parte o superior 124B en la parte superior del eje 120 y las dos partes 124A/124B pueden conectarse o unirse y deslizarse de nuevo a su posición de funcionamiento, donde puede unirse a la placa de base 144. Para facilitar la rotación de la parte inferior 124B, puede haber una distancia de separación diseñada desde las paredes laterales 140A/140B, la carcasa de la góndola 110, la placa de base 144 y otros componentes que están lateralmente próximos al eje 110. En una realización, el eje 120 y la placa de base 144 tienen una distancia libre de aproximadamente 21 pulgadas.

Se pretende que las descripciones expuestas anteriormente sean ilustrativas y no limitativas, y los expertos en la técnica reconocerán que se considera que varias desviaciones comunes y conocidas de las estructuras descritas anteriormente están dentro del alcance de los conceptos divulgados descritos en la presente, el alcance de la invención estando definido por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Un método para realizar el mantenimiento de una turbina eólica (100), la turbina eólica comprendiendo una o más palas de turbina (102) conectadas a un eje principal (120) y una carcasa de la góndola (110) para encerrar componentes de la turbina eólica que incluyen por lo menos una parte del eje principal y un cojinete principal (122), el cojinete principal pudiéndose fijar en una posición estacionaria con respecto al eje principal mediante una carcasa del cojinete principal, el método comprendiendo los pasos de:

10 instalar un bloqueo del rotor (300), que tiene unido un dispositivo de elevación (210), para resistir la rotación del eje principal durante el mantenimiento de la turbina eólica;
 en donde el dispositivo de elevación está configurado para elevar el eje principal a una altura libre;
 retirar el cojinete principal del eje principal; e
 instalar un cojinete principal dividido en el eje principal.

15 **2.** El método de la reivindicación 1, que comprende además fijar una grúa (200) en o cerca de una parte de la carcasa de la góndola, la grúa siendo operable para maniobrar y elevar componentes de la turbina eólica.

20 **3.** El método de la reivindicación 1, en el que el bloqueo del rotor circunscribe por lo menos una parte del eje principal cuando se instala.

25 **4.** El método de la reivindicación 3, en el que el bloqueo del rotor se instala entre las palas de la turbina y la carcasa del cojinete principal.

30 **5.** El método de la reivindicación 1, que comprende además retirar la carcasa del cojinete principal, antes de retirar el cojinete principal, y proporcionar una carcasa del cojinete principal de reemplazo para sostener el cojinete principal dividido instalado.

35 **6.** El método de la reivindicación 5, que comprende además reparar el eje principal después de que se hayan retirado el cojinete principal y la carcasa del cojinete principal, y antes de instalar la carcasa del cojinete de reemplazo y el cojinete principal dividido.

40 **7.** El método de la reivindicación 6, en el que la reparación del eje principal incluye eliminar daños en el eje principal en o cerca de la superficie del eje principal y añadir material al eje principal para restablecer un diámetro exterior de funcionamiento del eje principal.

45 **8.** El método de la reivindicación 1, en el que el cojinete principal dividido comprende una pluralidad de componentes semicirculares.

50 **9.** El método de la reivindicación 8, en el que la pluralidad de componentes semicirculares incluye una primera pista interior, por lo menos un conjunto de rodillos y una pista exterior.

55 **10.** El método de la reivindicación 1, que comprende además fijar una primera grúa y por lo menos una grúa adicional en o cerca de una parte de la carcasa de la góndola, la primera grúa y por lo menos una grúa adicional siendo operables para maniobrar y elevar componentes de la turbina eólica.

60 **11.** El método de la reivindicación 10, en el que la primera grúa se fija en o cerca de una parte de la carcasa de la góndola y se utiliza para elevar y colocar la por lo menos una grúa adicional para fijar la por lo menos una grúa adicional en o cerca de una parte separada de la carcasa de la góndola.

65 **12.** El método de la reivindicación 11, en el que la por lo menos una grúa adicional es divisible en componentes, la primera grúa siendo operable para elevar y posicionar los componentes para montar la grúa adicional.

FIG. 1

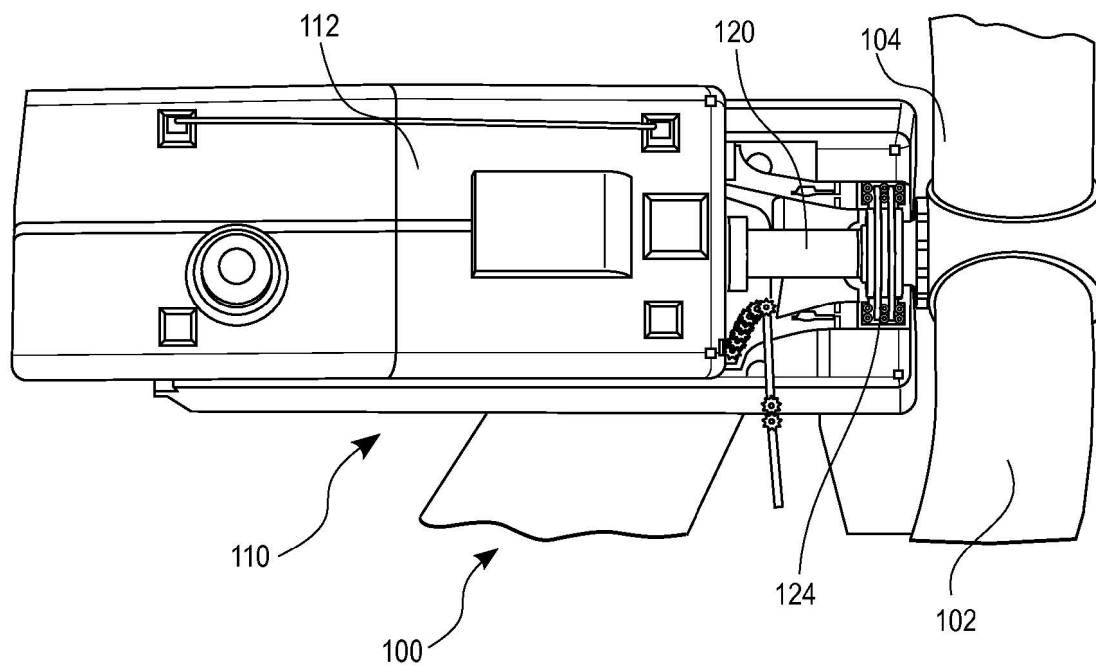


FIG. 2

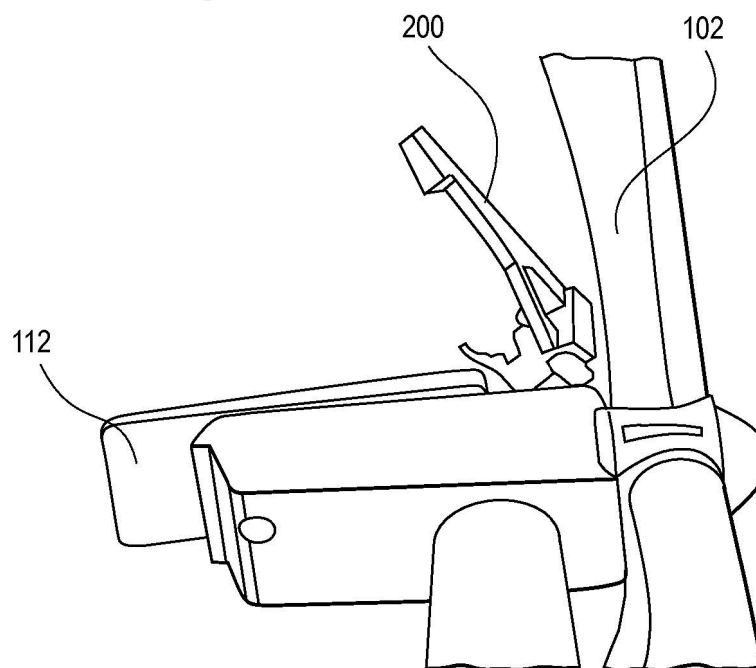


FIG. 3

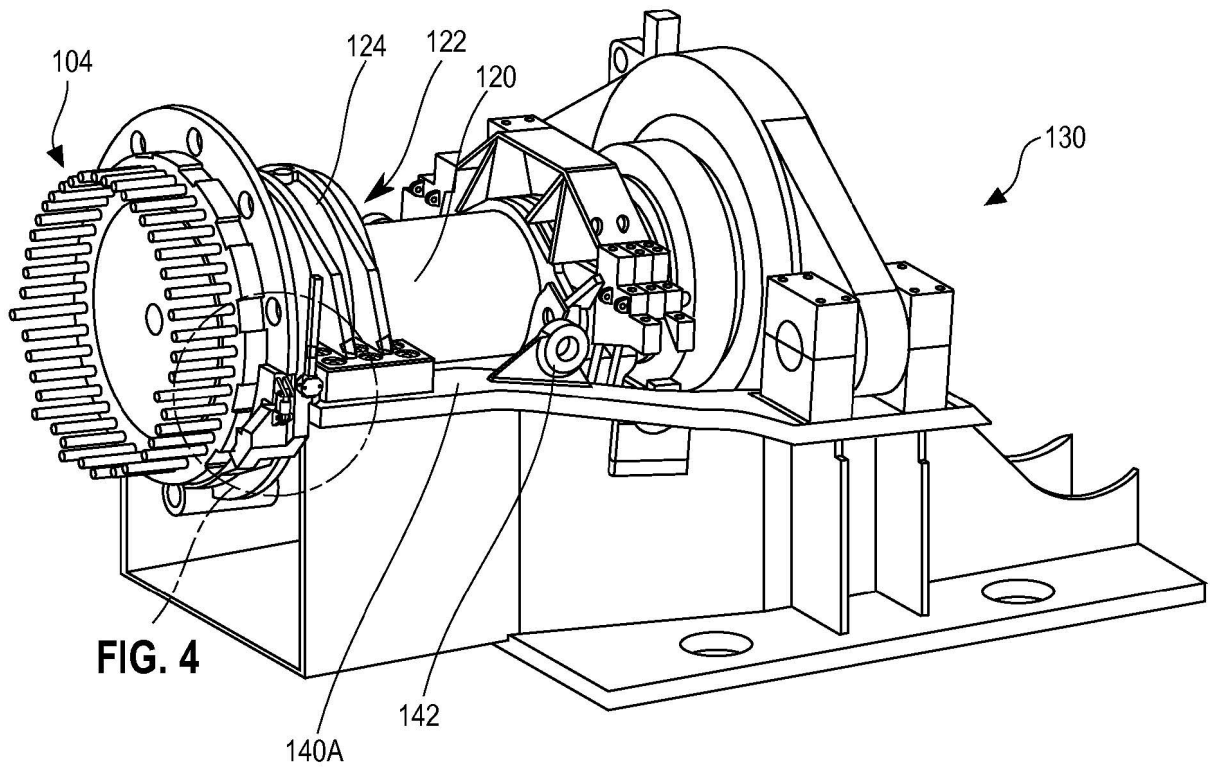


FIG. 4

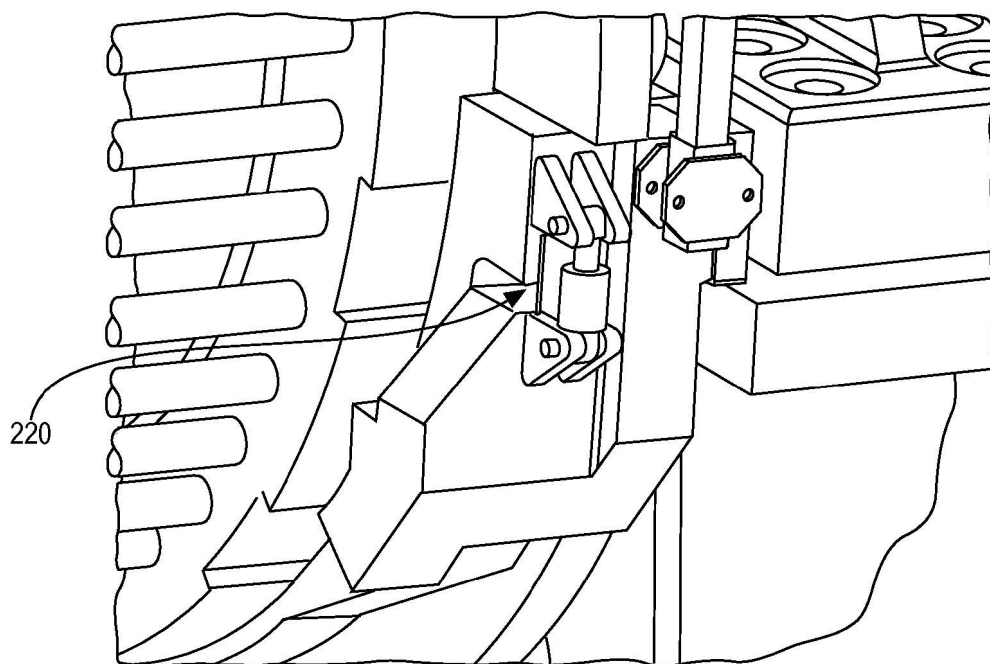


FIG. 4

FIG. 5

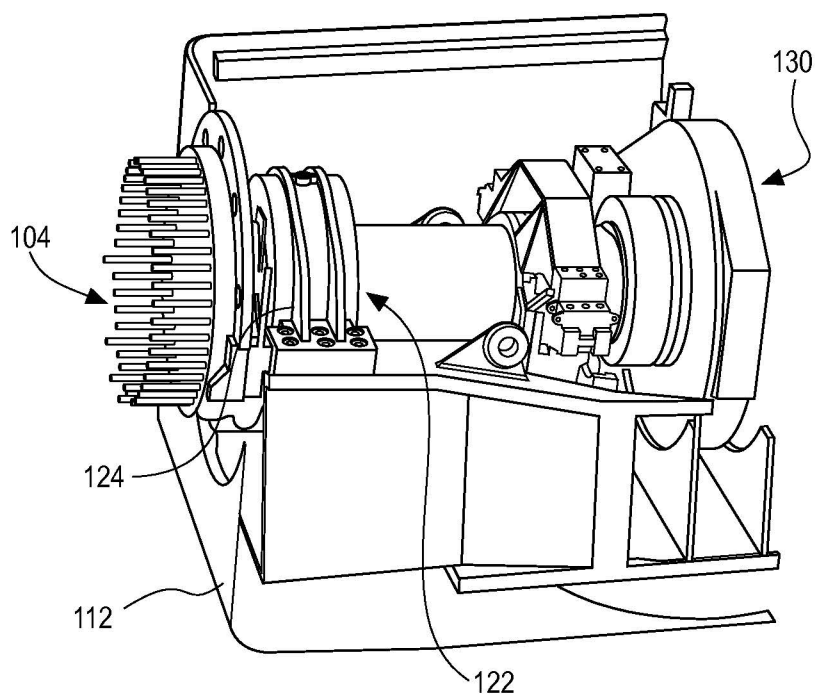


FIG. 6

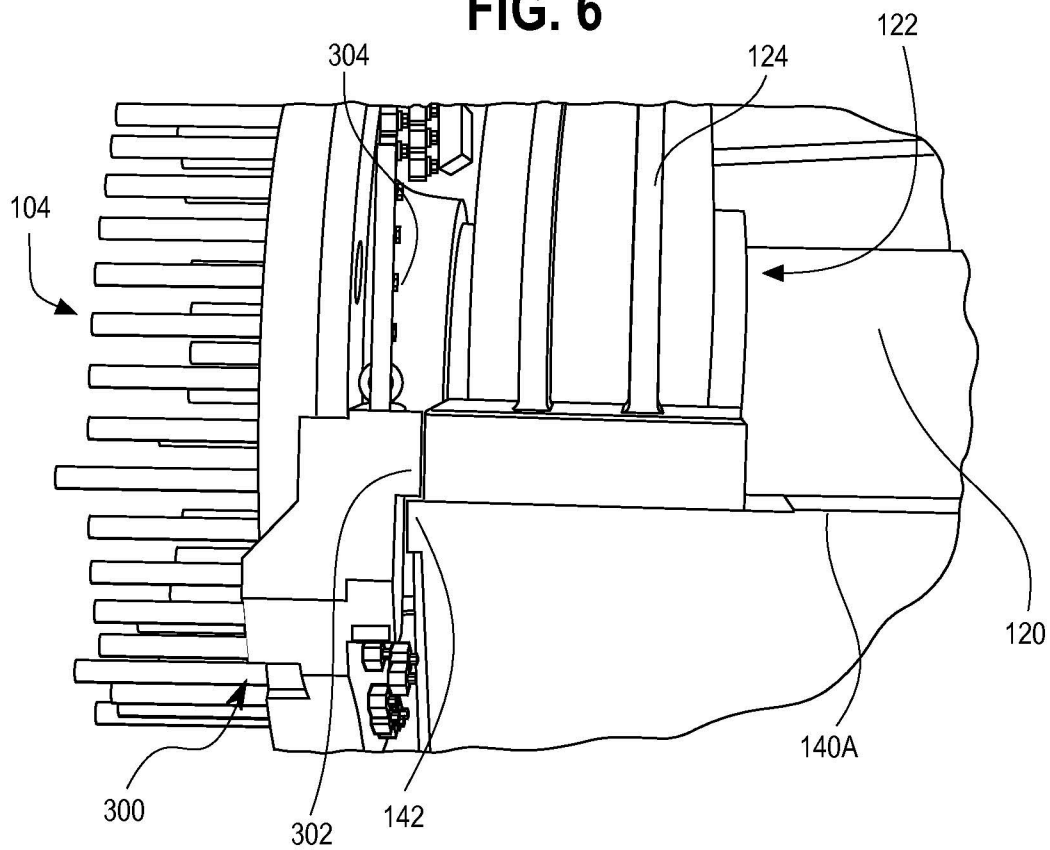


FIG. 7

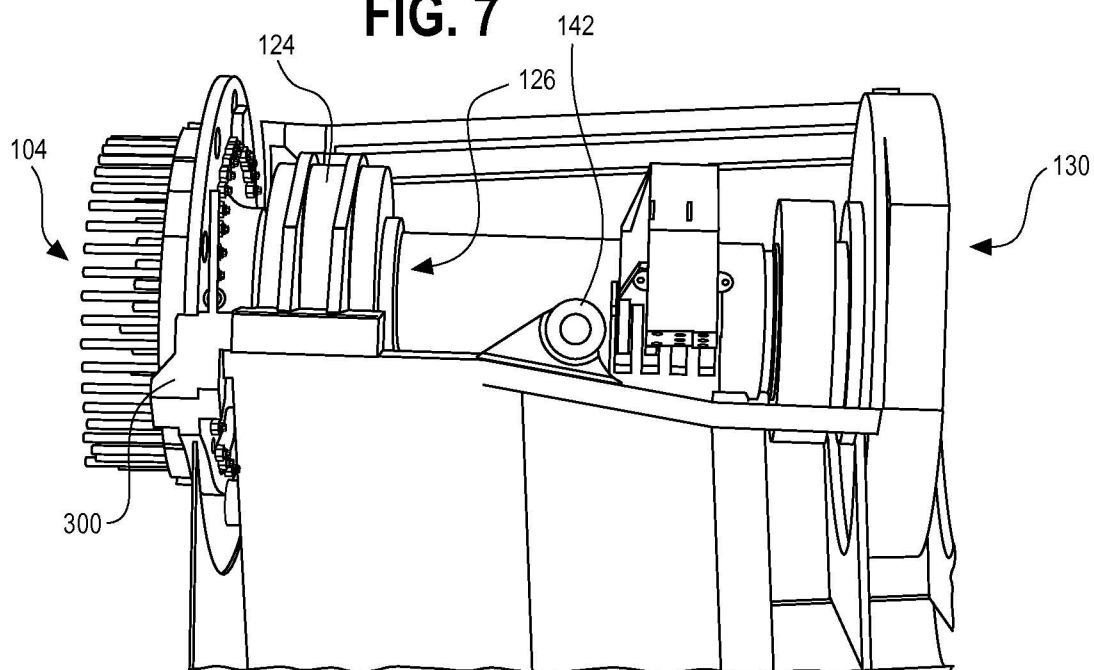


FIG. 8

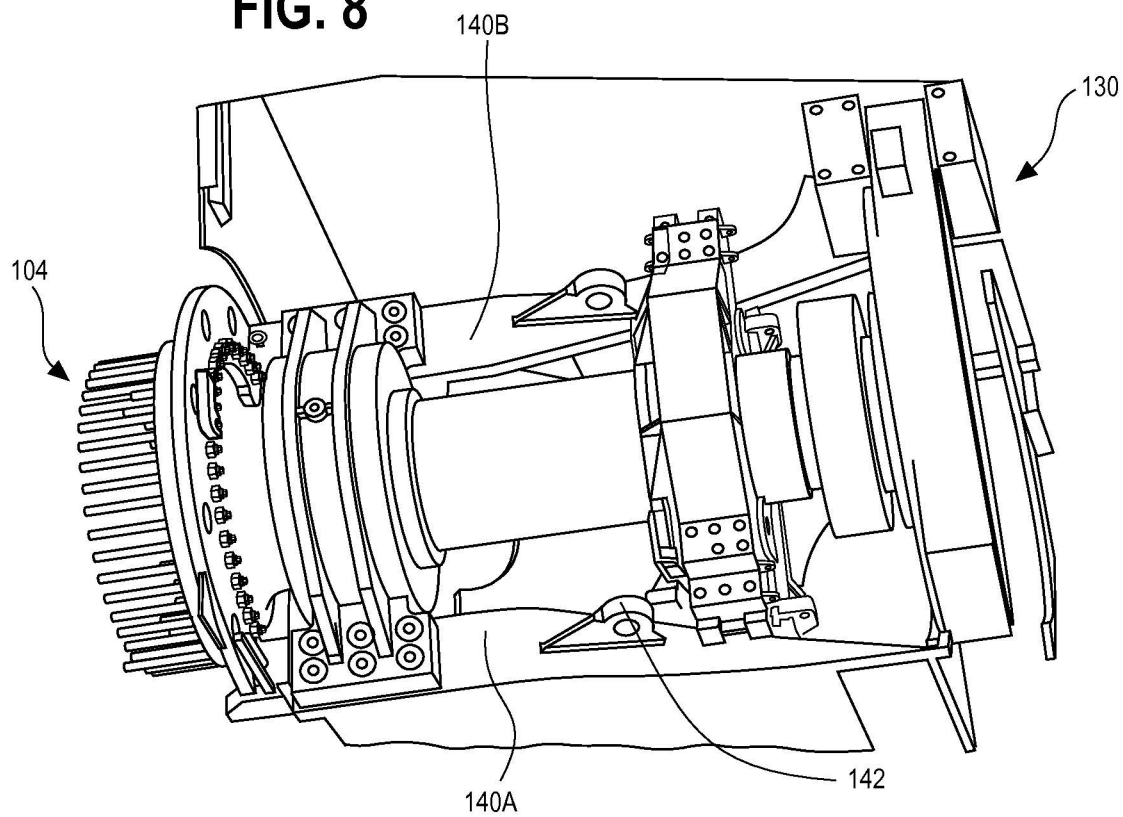


FIG. 9

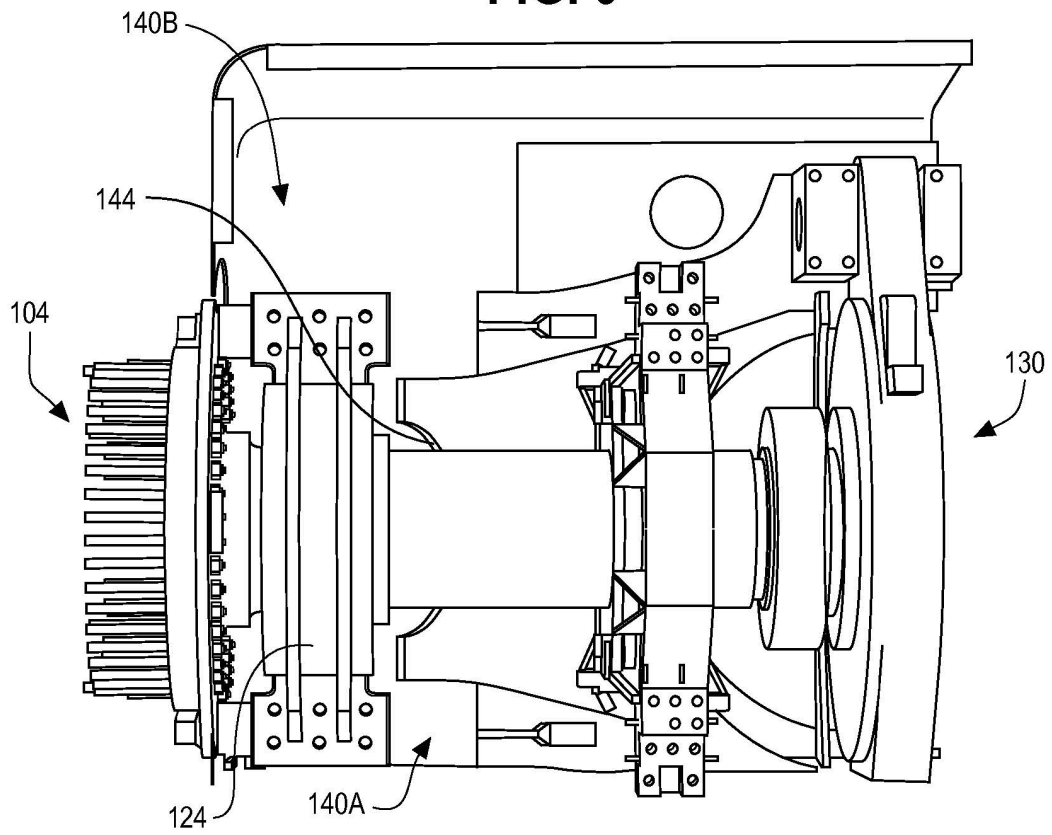


FIG. 10

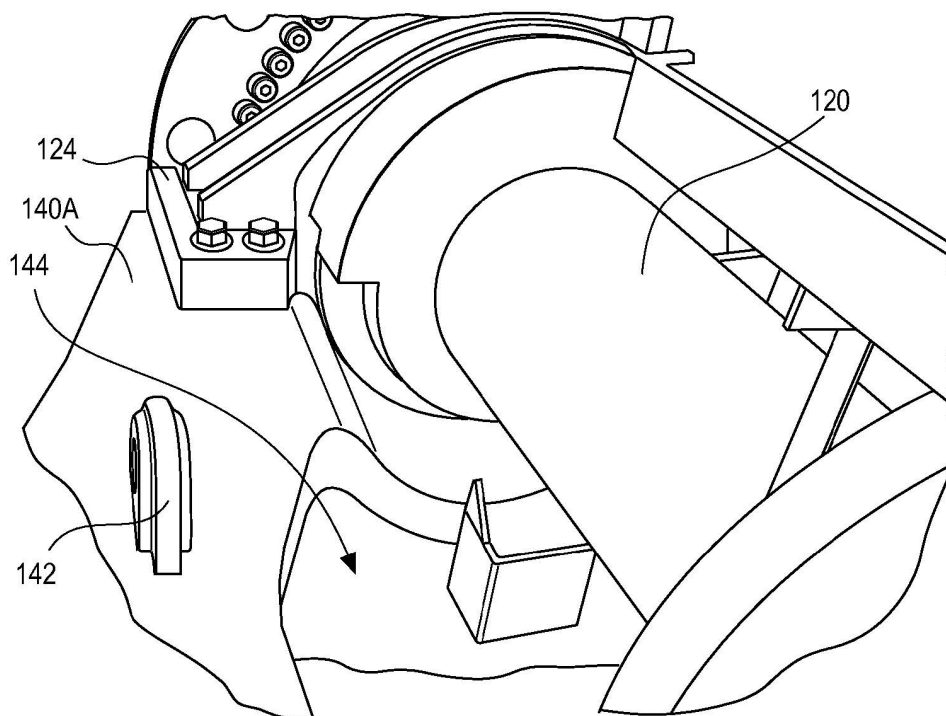


FIG. 11

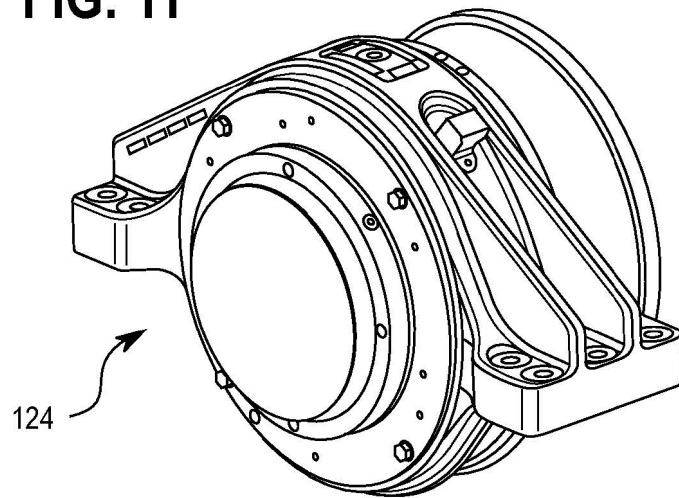


FIG. 12

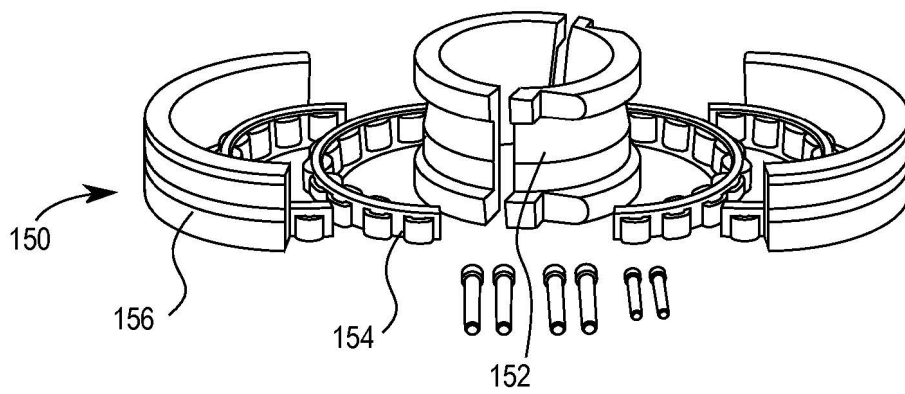


FIG. 13

