(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 909 317**

(51) Int. CI.:

F03D 80/50 (2006.01)
F03D 80/70 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.02.2014 E 14156315 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.12.2021 EP 2775137**

(54) Título: **Sistema y método para reajustar un rodamiento de pitch de una turbina eólica**

(30) Prioridad:

07.03.2013 US 201313787958

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.05.2022

(73) Titular/es:

GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US

(72) Inventor/es:

YENIGUN, ESAT SADI;
KULASEKERA, VISHAN RASHMI;
MOORE, BRADLEY GRAHAM y
NEUMANN, ULRICH WERNER

(74) Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

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

Sistema y método para reajustar un rodamiento de pitch de una turbina eólica

[0001] La presente materia se refiere en general a las turbinas eólicas y, más concretamente, a los sistemas y métodos para reajustar un rodamiento de pitch de una turbina eólica.

[0002] La energía eólica se considera una de las fuentes de energía más limpias y respetuosas con el medio ambiente que existen en la actualidad, y las turbinas eólicas han ganado cada vez más atención en este sentido, Una turbina eólica moderna suele incluir una torre, un generador, una multiplicadora, una góndola y un rotor. El rotor suele incluir un buje giratorio con una o más palas unidas a él. Un rodamiento de pitch está típicamente configurado de forma operativa entre el buje y la pala de rotor para permitir la rotación alrededor de un eje de pitch. Las palas de rotor capturan la energía cinética del viento utilizando los principios conocidos de los perfiles alar. Las palas de rotor transmiten la energía cinética en forma de energía rotativa para hacer girar un eje que acopla las palas de rotor a una multiplicadora o, si no se utiliza una multiplicadora, directamente al generador. A continuación, el generador convierte la energía mecánica en energía eléctrica que puede ser enviada a una red de suministro.

[0003] Durante el funcionamiento, un rodamiento de pitch puede desgastarse provocando que una o varias palas de rotor se desvíen de un ajuste de pitch deseado. El rango de pitch operativo normal de las palas de rotor suele ser mucho menor que el rango circunferencial completo del rodamiento y, en el caso de un sector desgastado del rodamiento, éste puede ajustarse a un nuevo sector en relación con el engranaje/motor de accionamiento del paso. Este procedimiento suele llevarse a cabo retirando y bajando la pala de rotor, ajustando el rodamiento de pitch para que encaje en un nuevo conjunto de dientes del rodamiento de pitch, y levantando y volviendo a colocar la pala de rotor. Los sistemas y métodos actuales para desmontar las palas de rotor utilizan grúas grandes y especializadas, ya que las grúas deben tener capacidad de carga para bajar la pala del buje al suelo y luego volver a la altura del buje. El uso, el alquiler y/o el mantenimiento de dichas grúas son costosos y a menudo requieren la construcción de carreteras específicas simplemente para llevar la grúa al emplazamiento de la turbina eólica. Véanse, por ejemplo, los documentos US 2012/141280 y EP 2 224 126.

[0004] El documento US 2012/141280 describe un método de mantenimiento de turbinas eólicas que tienen un buje que contiene un rodamiento de corona de rotación al que se sujeta una pala de rotor de forma que el ángulo de pitch es ajustable, fijando adaptadores específicos con pernos roscados a la brida de pala de rotor y al buje.

[0005] Por lo tanto, sería ventajoso un sistema y un método mejorados para reajustar un rodamiento de pitch de una turbina eólica. Por ejemplo, un sistema y un método para reajustar un rodamiento de pitch de una turbina eólica en el que no sea necesario bajar la pala de rotor hasta el suelo sería lo deseado en la materia.

[0006] Diversos aspectos y ventajas de la invención se expondrán en parte en la siguiente descripción, o pueden resultar claros a partir de la descripción, o pueden aprenderse mediante la práctica de la invención.

[0007] La presente invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

[0008] Varias características, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor con referencia a la siguiente descripción y a las reivindicaciones adjuntas. Los dibujos adjuntos, que se incorporan a esta especificación y forman parte de ella, ilustran realizaciones de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la misma. En los dibujos:

La FIG. 1 ilustra una vista en perspectiva de una turbina eólica según la presente divulgación;

La FIG. 2 ilustra una vista en despiece de un sistema para reajustar un rodamiento de pitch según la presente divulgación;

La FIG. 3 ilustra una realización de un primer montaje según la presente divulgación;

La FIG. 4 ilustra una vista en sección de una parte del sistema según la presente divulgación;

La FIG. 5 ilustra otra vista en sección de una parte del sistema según la presente divulgación;

La FIG. 6 ilustra otra vista en sección de una parte del sistema según la presente divulgación;

La FIG. 7 ilustra otra vista en sección de una parte del sistema según la presente divulgación;

La FIG. 8 ilustra una vista en perspectiva de una realización del sistema según la presente divulgación;

La FIG. 9 ilustra otra vista en perspectiva de una realización del sistema según la presente divulgación;

La FIG. 10 ilustra otra realización del sistema según la presente divulgación; y

La FIG. 11 ilustra una realización de un método para reajustar un rodamiento de pitch según la presente divulgación.

[0009] A continuación se hará referencia en detalle a las realizaciones de la invención, uno o más ejemplos de las cuales se ilustran en los dibujos. Cada ejemplo se proporciona a modo de explicación de la invención, no de limitación de la misma. De hecho, será evidente para los expertos en la materia que se pueden realizar diversas modificaciones y variaciones en la presente invención sin apartarse del alcance de la misma. Por ejemplo, las características ilustradas o descritas como parte de una realización pueden utilizarse con otra realización para obtener otra realización más. Por lo tanto, se pretende que la presente invención abarque las modificaciones y variaciones que entren en el ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

[0010] Refiriéndose a los dibujos, la FIG. 1 ilustra una vista en perspectiva de una realización de una turbina eólica 10. Como se muestra, la turbina eólica 10 incluye una torre 12 que se extiende desde una superficie de apoyo 14, una góndola 16 montada en la torre 12 y un rotor 18 acoplado a la góndola 16. El rotor 18 incluye un buje giratorio 20 y al menos una pala de rotor 22 acoplada y que se extiende hacia el exterior desde el buje 20. Por ejemplo, en la realización ilustrada, el rotor 18 incluye tres palas 22. Sin embargo, en una realización alternativa, el rotor 18 puede incluir más o menos de tres palas 22. Cada pala de rotor 22 está acoplada operativamente al rotor 18 mediante un rodamiento de pitch (no mostrado). Además, cada pala 22 de rotor puede estar espaciada alrededor del buje 20 para facilitar la rotación del rotor 18 y permitir que la energía cinética se transfiera del viento a energía mecánica utilizable y, posteriormente, a energía eléctrica. Por ejemplo, el buje 20 puede estar acoplado de forma giratoria a la góndola 16, que encierra un generador eléctrico (no mostrado) para permitir la producción de energía eléctrica.

[0011] Refiriéndose ahora a la FIG. 2, se ilustra una vista en despiece de un sistema 30 para reajustar un rodamiento de pitch de una turbina eólica. El sistema 30 puede incluir una pluralidad de primeros soportes 32; una pluralidad de segundos soportes (no mostrados); un sistema hidráulico para bajar la pala de rotor una primera distancia vertical desde el buje (no mostrado); y una pluralidad de soportes conectados entre la pluralidad de primeros y segundos soportes. La realización representada ilustra el sistema 30 incorporado con la pala de rotor 22, que suele estar acoplada operativamente al buje 20 mediante el rodamiento de pitch 40 y una pluralidad de pernos de las palas de rotor 24. Además, la realización ilustrada del sistema 30 divulga la pala de rotor 22 en una posición de seis en punto. El sistema 30 incluye uno o más primeros soportes 32 instalados en la pista exterior fija del rodamiento de pitch 40 por un operario dentro del buje 20. Dicha instalación se realiza típicamente mientras la pala de rotor 22 está en una posición de las doce en punto; sin embargo, la instalación de los primeros soportes no se limita a esta configuración. Además, en una realización, pueden instalarse tres primeros soportes 32 en la brida de raíz 26, sin embargo, en otras realizaciones, pueden instalarse más de tres o menos de tres primeros soportes en la brida de raíz 26.

[0012] Refiriéndose ahora a la FIG. 3, se ilustra un esquema detallado de uno de los primeros montajes 30 unidos a la pista exterior fija 42 del rodamiento de pitch 40. El primer soporte 32 está unido a la pista exterior fija 42 mediante al menos un tornillo de pala de rotor 24 y la correspondiente tuerca 28. En otra realización, el primer soporte 32 puede estar unido a la pista exterior fija 42 mediante una pluralidad de pernos de las palas de rotor 24 y tuercas 28. En otras realizaciones, los primeros soportes 32 pueden instalarse de cualquier manera adecuada conocida en la técnica. Además, un elevador 34 puede fijarse a uno de los primeros soportes 32 o a todos ellos. Como tal, el elevador 34 puede estar configurado para elevar la pluralidad de soportes (FIGS. 8-10) desde el suelo o desde cualquier posición inferior.

[0013] Refiriéndose ahora a las FIGS. 4-7, se ilustra el sistema hidráulico 50 del sistema 30 en etapas de instalación (visto desde el interior del buje). La FIG. 4 ilustra una vista lateral en sección transversal de la pala de rotor 22 acoplada al rodamiento de pitch 40 en la posición de las seis en punto antes de que se haya instalado el sistema hidráulico 50. Como se representa, una pluralidad de pernos de la pala de rotor 24 están dispuestos a través de la pista interior 44 del rodamiento de pitch 40 y la pala de rotor 22. Más concretamente, los pernos 24 están dispuestos a través de la brida de las palas de rotor 26. Los pernos 24 se fijan dentro de la brida de las palas de rotor 26 mediante tuercas de las palas de rotor 28. La FIG. 5 ilustra el sistema hidráulico 50 instalado en la pista interior 44 del rodamiento de pitch 40. Como se ilustra, el sistema hidráulico 50 se acopla entre la brida de raíz 26 de la pala de rotor 22 y la pista interior 42 del rodamiento de pitch 40 para bajar la pala de rotor 22 una primera distancia vertical D1 (FIG. 6) desde el buje 20. Además, el sistema hidráulico 50 puede incluir una pluralidad de cilindros hidráulicos 52 con espárragos de elevación 54 que se ajustan a través del rodamiento de pitch 40 y la brida de raíz 26 de la pala de rotor 22. Tal y como se ha representado, los cilindros hidráulicos 52 se han instalado en la pista interior 44 del rodamiento de pitch 40 retirando una pluralidad de pernos de las palas de rotor 24 y las correspondientes tuercas de las palas 28 (FIG. 4) y sustituyéndolos por los espárragos de elevación 54 de los cilindros hidráulicos 52.

[0014] Refiriéndose ahora a la FIG. 6, el sistema hidráulico 50 puede estar presurizado para soportar el peso de la pala de rotor 22 con el sistema hidráulico 50. Además, la pala de rotor 22 puede separarse del rodamiento de

pitch 40. Más concretamente, las tuercas restantes 28 pueden retirarse de los demás pernos de las palas de rotor 54 (que no han sido sustituidos por un cilindro hidráulico), de modo que los pernos de elevación 54 de los cilindros hidráulicos 52 pueden utilizarse para bajar la pala de rotor 22. Como se ilustra, la pala de rotor 22 se ha bajado una distancia vertical predeterminada D1 desde el buje utilizando el sistema hidráulico 50. Si es necesario, los espárragos de elevación 54 pueden sustituirse posteriormente por espárragos de desplazamiento 56 (FIG. 7) que tienen una longitud axial mayor que los espárragos de elevación 54. De este modo, la pala de rotor 22 puede seguir bajando hasta una distancia vertical final predeterminada D2 con los espárragos de desplazamiento 54 (FIG. 7). Además, la segunda distancia vertical D2 puede ser mayor que la primera distancia vertical D1, como se ilustra en las FIGS. 6 y 7.

[0015] Refiriéndose ahora a la FIG. 8, se ilustra una vista en perspectiva exterior del sistema 30 para reajustar el rodamiento de pitch. Como se representa, el sistema 30 incluye una pluralidad de segundos soportes 60 fijados a la pala de rotor 22. Más concretamente, la pluralidad de segundos soportes 60 se instalan en la brida de raíz 26 de la pala de rotor 22. Los segundos soportes 60 también pueden alinearse verticalmente con los primeros soportes 32. Además, puede instalarse cualquier número adecuado de segundos soportes en la pala de rotor. Por ejemplo, como se ilustra, pueden instalarse tres segundos soportes 60 en la brida de raíz 26. En otras realizaciones, pueden instalarse más de tres segundas fijaciones 60 o menos de tres segundas fijaciones en la brida de raíz 26. Además, el sistema 30 puede incluir una pluralidad de soportes 58 conectables entre la pluralidad de primeros soportes 30 y la pluralidad de segundos soportes 60. La pluralidad de soportes 58 puede ser cualquiera, o una combinación, de cadenas, cables o similares.

[0016] Una vez instalada la pluralidad de soportes, el peso de la pala de rotor 22 puede transferirse de los espárragos de desplazamiento 56 a la pluralidad de soportes 58, de manera que los espárragos de desplazamiento 56 pueden retirarse posteriormente, como se muestra en la FIG. 9. A continuación, el sistema hidráulico 50 puede desacoplarse del rodamiento de pitch 40 y de la brida de raíz 26 de la pala de rotor 22 (FIG. 9) y retirarse del sistema. La pluralidad de soportes, por tanto, está configurada para soportar todo el peso de la pala de rotor 22. De este modo, el rodamiento de pitch 40 puede reajustarse para que se acople a un nuevo conjunto de dientes del rodamiento de pitch. Por consiguiente, el rodamiento de pitch 40 puede reajustarse sin necesidad de bajar la pala de rotor al suelo, eliminando así el uso de grúas grandes y especializadas.

[0017] Refiriéndose ahora a la FIG. 10, el sistema 30 puede incluir también un arnés de pala 72 unido a la pala de rotor 22. El arnés de la pala 72 puede ser cualquier arnés adecuado conocido en la técnica y puede envolver toda la pala o una parte de ella. Además, el arnés de pala 72 también puede estar unido a al menos una línea de soporte de extremo de cola 72 que está unida a una grúa de cola 70. Esta configuración proporciona una estabilidad adicional a la pala de rotor 22 durante el proceso de reajuste del rodamiento de pitch 40.

[0018] Refiriéndose ahora a la FIG. 11, se ilustra una realización de un método 100 para reajustar un rodamiento de pitch de una turbina eólica. El método 100 puede incluir el posicionamiento de la pala de rotor en una posición de las doce en punto. Otra etapa del método 100 puede incluir (etapa 101) la instalación de una pluralidad de primeros soportes en la pista exterior fija del rodamiento de pitch. Además, el método 100 puede incluir (etapa 102) el posicionamiento de la pala de rotor en una posición de las seis en punto. Una etapa siguiente incluye (paso 103) la instalación de un sistema hidráulico entre la pista interior del rodamiento de pitch y la brida de raíz de la pala de rotor. Otra etapa (paso 104) incluye la presurización del sistema hidráulico para soportar el peso de la pala de rotor con el sistema hidráulico. Además, el método 100 puede incluir (etapa 105) la separación de la pala de rotor del rodamiento de pitch con el sistema hidráulico presurizado.

[0019] Otra etapa (etapa 106) incluye el descenso de la pala de rotor a una distancia vertical predeterminada desde el buje mediante el sistema hidráulico. La etapa de descenso de la pala de rotor con el sistema hidráulico puede incluir también el descenso de la pala de rotor hasta una primera distancia vertical dictada por los espárragos de elevación, y posteriormente la sustitución de los espárragos de elevación por espárragos de desplazamiento que tengan una longitud axial mayor que la de los espárragos de elevación, y luego el descenso de la pala de rotor hasta una distancia vertical final predeterminada con los espárragos de desplazamiento.

[0020] Otra etapa (etapa 107) incluye la instalación de una pluralidad de segundas fijaciones en la pala de rotor. Más concretamente, los segundos soportes pueden instalarse en la brida de raíz de la pala de rotor. Una etapa adicional (paso 108) puede incluir también la fijación de una pluralidad de soportes entre los primeros y segundos soportes. El método 100 puede incluir también (etapa 109) la transferencia del peso de la pala de rotor desde el sistema hidráulico a la pluralidad de soportes. Además, el método 100 puede incluir (etapa 110) la desconexión del sistema hidráulico del rodamiento de pitch y de la brida de raíz de la pala de rotor, de manera que el rodamiento de pitch pueda volver a ser reajustado. Otra etapa del método 100 incluye (etapa 111) el reajuste del rodamiento de pitch para que se acople un nuevo conjunto de dientes del rodamiento de pitch.

[0021] El método 100 puede incluir además la instalación de una pluralidad de cilindros hidráulicos en el rodamiento de pitch retirando una pluralidad de tuercas de las palas de rotor y una pluralidad de pernos de las palas de rotor dispuestos a través del rodamiento de pitch y la pala de rotor. Además, el método 100 puede incluir la sustitución de los pernos de las palas de rotor retirados por los espárragos de elevación de los cilindros

hidráulicos. En otra realización, el método 100 puede incluir la fijación de un arnés de pala y al menos una línea de soporte de extremo de cola a la pala de rotor. Además, la línea de soporte de extremo de cola puede estar unida al arnés de la pala y a una grúa de cola. Dicha configuración proporciona una estabilidad adicional mientras el rodamiento de pitch está siendo reajustado.

[0022] Esta descripción escrita utiliza ejemplos para divulgar la invención, incluyendo el modo preferido, y también para permitir a cualquier persona experta en la materia practicar la invención, incluyendo la fabricación y el uso de cualquier dispositivo o sistema y la realización de cualquier método incorporado. El alcance patentable de la invención está definido por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se les ocurran a los expertos en la materia. Estos otros ejemplos se consideran dentro del ámbito de las reivindicaciones si incluyen elementos estructurales que no difieren del lenguaje literal de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método (100) para reajustar un rodamiento de pitch (40) de una turbina eólica (10), el rodamiento de pitch (40) acoplado operativamente entre un buje (20) y una pala de rotor (22), el rodamiento de pitch (40) con una pista exterior fija (42) y una pista interior giratoria (44), la pala de rotor (22) con una brida de raíz atornillada a la pista interior (44), el método (100) comprendiendo:

   instalar (101) una pluralidad de primeros soportes (32) en la pista exterior fija (42) del rodamiento de pitch (40);
   posicionar (102) la pala de rotor (22) en una posición orientada hacia abajo;
   instalar (103) un sistema hidráulico (50) entre la pista interior (44) del rodamiento de pitch (40) y la brida de raíz de la pala de rotor (22);
   presurizar (104) el sistema hidráulico (50) para soportar el peso de la pala de rotor (22) con el sistema hidráulico (50);
   desmontar (105) la pala de rotor (22) del rodamiento de pitch (40) con el sistema hidráulico (50) presurizado;
   bajar (106) la pala de rotor (22) una distancia predeterminada desde el buje (20) utilizando el sistema hidráulico (50);
   instalar (107) una pluralidad de segundas fijaciones (60) en una brida de raíz (26) de la pala de rotor (22);
   montar (108) una pluralidad de soportes (58) entre los primeros soportes (32) y los segundos soportes (60), en los que los soportes (58) son una, o una combinación, de cadenas y cables
   transferir (109) el peso de la pala de rotor (22) desde el sistema hidráulico (50) a la pluralidad de soportes (58);
   desenganchar (110) el sistema hidráulico (50) del rodamiento de pitch (40) y de la brida de raíz de la pala de rotor (22); y
   reajustar (111) el rodamiento de pitch (40) para encajar un nuevo conjunto de dientes del rodamiento de pitch.

2. El método (100) según la reivindicación 1, en el que el sistema hidráulico (50) comprende una pluralidad de cilindros hidráulicos (52) con espárragos de elevación (54) que se ajustan a través del rodamiento de pitch (40) y la brida de raíz de la pala de rotor (22).

3. El método (100), como en la reivindicación 2, comprende además instalar los cilindros hidráulicos (52) en el rodamiento de pitch (40) retirando una pluralidad de tuercas de las palas de rotor (28) y una pluralidad de pernos de las palas de rotor (24), la pluralidad de pernos de las palas de rotor (24) dispuestos a través del rodamiento de pitch (40) y la pala de rotor (22); y reemplazar los pernos de las palas de rotor retirados (24) con los espárragos de elevación (54) de los cilindros hidráulicos (52).

4. El método (100) según la reivindicación 2 o la reivindicación 3, en el que el descenso de la pala de rotor (22) con el sistema hidráulico (50) comprende el descenso de la pala de rotor (22) hasta una primera distancia vertical dictada por los espárragos de elevación (54), y posteriormente la sustitución de los espárragos de elevación (54) por espárragos de desplazamiento (56) que tienen una longitud axial mayor que los espárragos de elevación (54), y luego el descenso de la pala de rotor (22) hasta una distancia vertical final predeterminada con los espárragos de desplazamiento (56).

5. El método (100) como en cualquier reivindicación anterior, en el que la pluralidad de segundos soportes (60) se instalan en la brida de raíz de la pala de rotor (22).

6. El método (100) como en cualquier reivindicación anterior, comprende además la fijación de un arnés de pala (72) y de al menos una línea de soporte de extremo de cola (74) a la pala de rotor (22), donde la al menos una línea de soporte de extremo de cola (74) está unida al arnés de pala (72) y a una grúa de cola (70).

7. El método (100), como en cualquier reivindicación anterior, comprende además el acoplamiento de al menos un elevador (34) a uno de los primeros soportes (32), en el que el elevador (34) está configurado para elevar la pluralidad de soportes (58).

8. Un sistema (30) para reajustar un rodamiento de pitch (40) de una turbina eólica (10), el rodamiento de pitch (40) acoplado operativamente entre un buje (20) y una pala de rotor (22), el sistema comprendiendo:

   una pluralidad de primeros soportes (32) configurados para acoplarse a una pista exterior fija (42) del rodamiento de pitch (40);
   una pluralidad de segundos soportes (60) configurados para fijarse a una brida de raíz (26) de la pala de rotor (22), estando dicha pluralidad de segundos soportes (60) instalados en dicha brida de raíz (26);
   un sistema hidráulico (50) acoplable entre la brida de raíz de la pala de rotor (22) y una pista interior (44) del rodamiento de pitch (40) para bajar la pala de rotor (22) una primera distancia vertical desde el buje (20); y
   una pluralidad de soportes (58) conectables entre la pluralidad de primeros soportes (32) y la pluralidad de

segundos soportes (60) para sostener la pala de rotor (22) mientras se reajusta el rodamiento de pitch (40), donde los soportes (58) son una, o una combinación, de cadenas y cables.

9. El sistema (30) según la reivindicación 8, en el que el sistema hidráulico (50) comprende una pluralidad de cilindros hidráulicos (52) con espárragos de elevación (54) que se ajustan a través del rodamiento de pitch (40) y la brida de raíz de la pala de rotor (22).

10. El sistema (30) según la reivindicación 9, que comprende además una pluralidad de espárragos de desplazamiento (56) que tienen una longitud axial mayor que los espárragos de elevación (54), en la que los espárragos de desplazamiento (56) están configurados para sustituir a los espárragos de elevación (54) de manera que bajen la pala de rotor (22) una segunda distancia vertical desde el buje (20), en la que la segunda distancia vertical es mayor que la primera distancia vertical.

11. El sistema (30) como en cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, que comprende además un arnés de pala (72) y al menos una línea de soporte de extremo de cola (74), donde la al menos una línea de soporte de extremo de cola (74) está unida al arnés de pala (72) y a una grúa de cola (70).

12. El sistema (30) como en cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, que comprende además un elevador (34) configurado para acoplarse a una de la pluralidad de primeros soportes (32), en el que el elevador (34) está configurado para elevar la pluralidad de soportes (58).

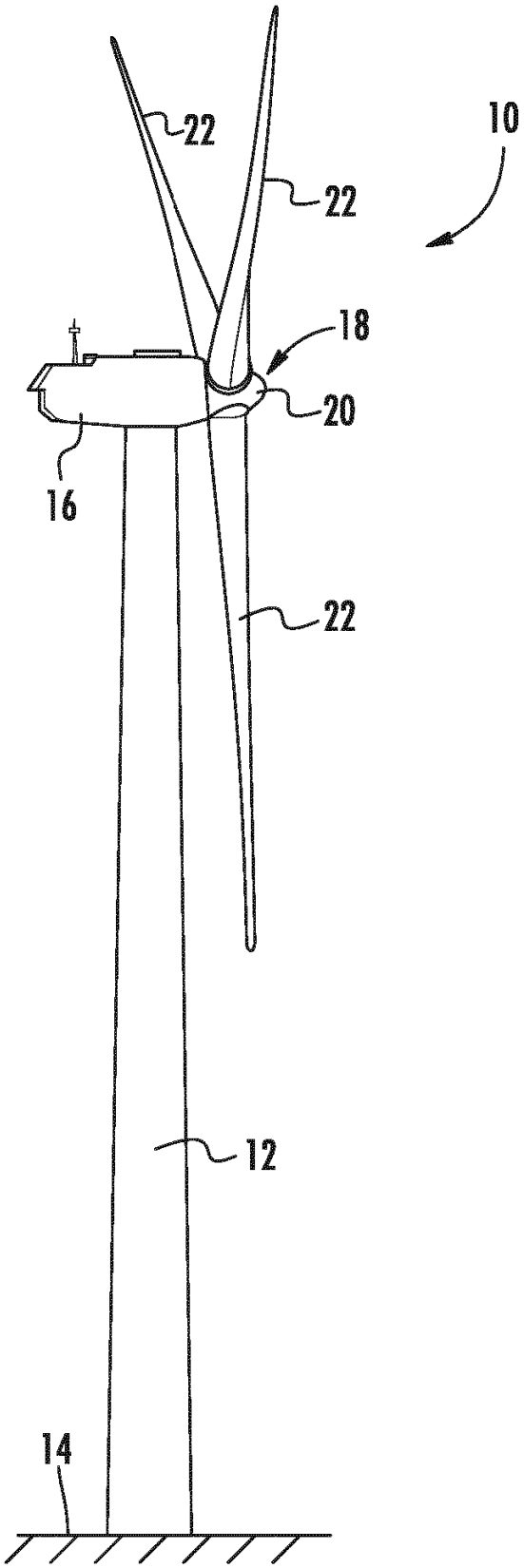


FIG. 1

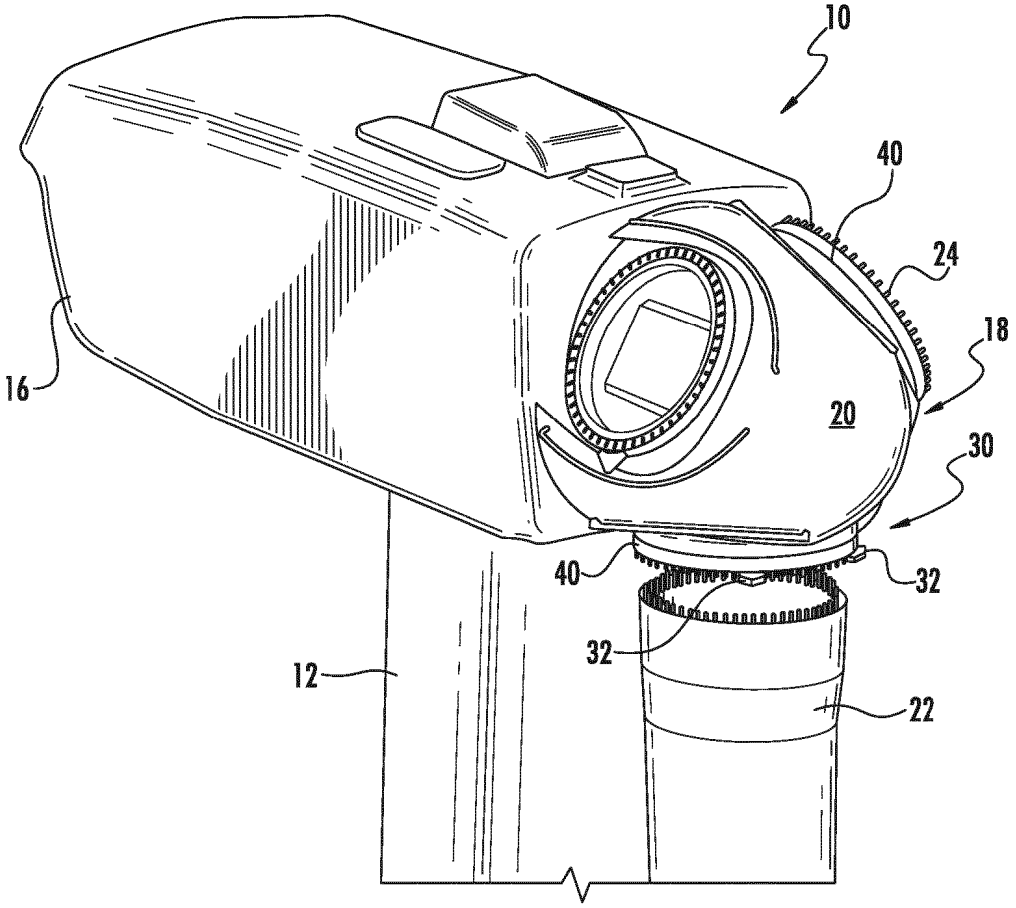


FIG. 2

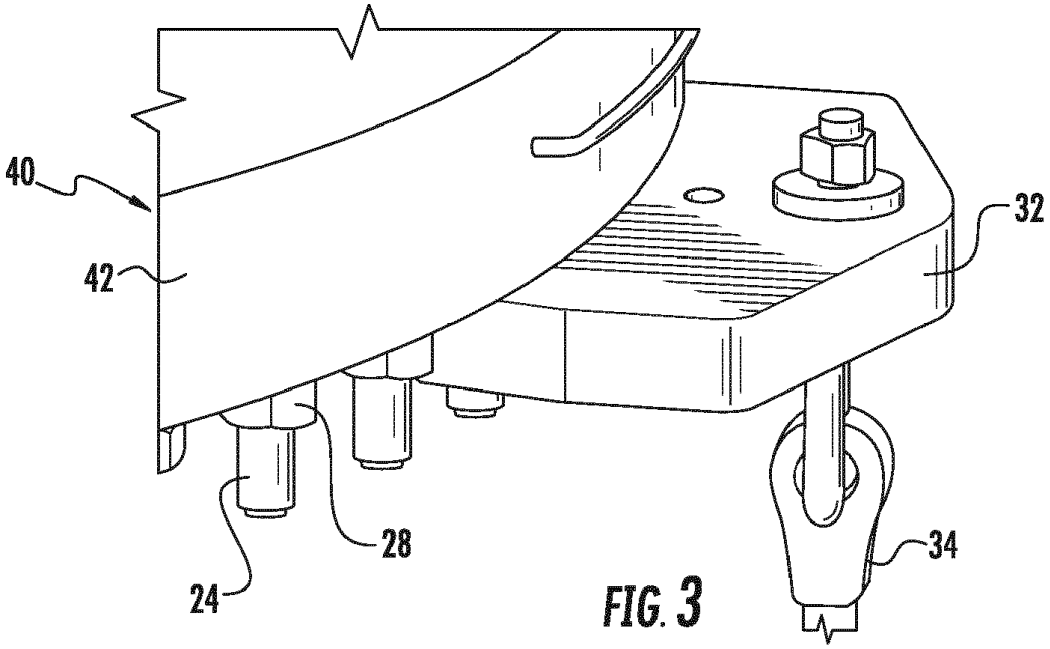


FIG. 3

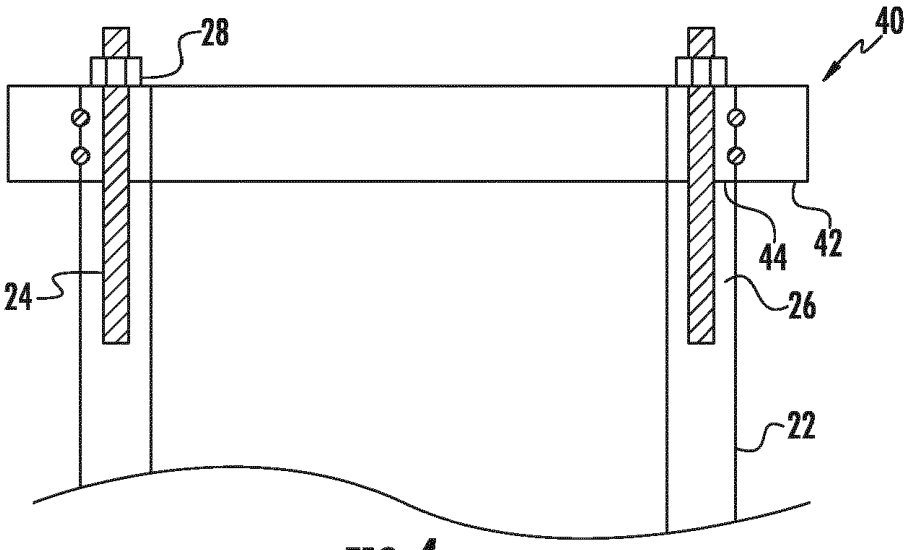


FIG. 4

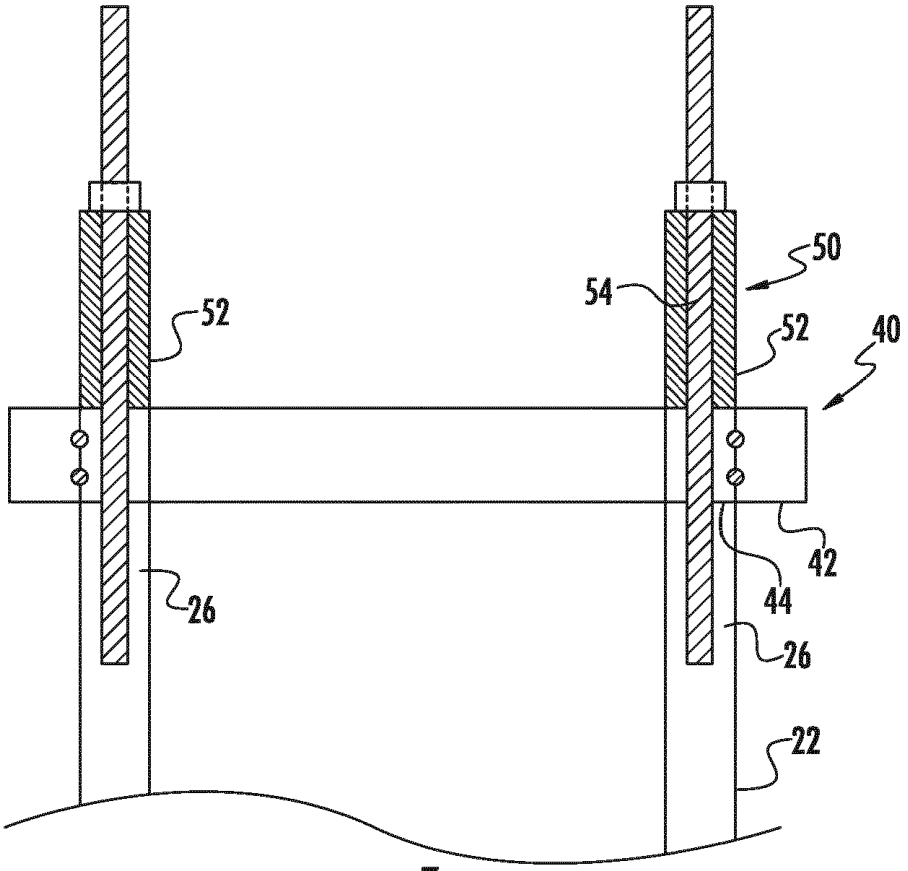


FIG. 5

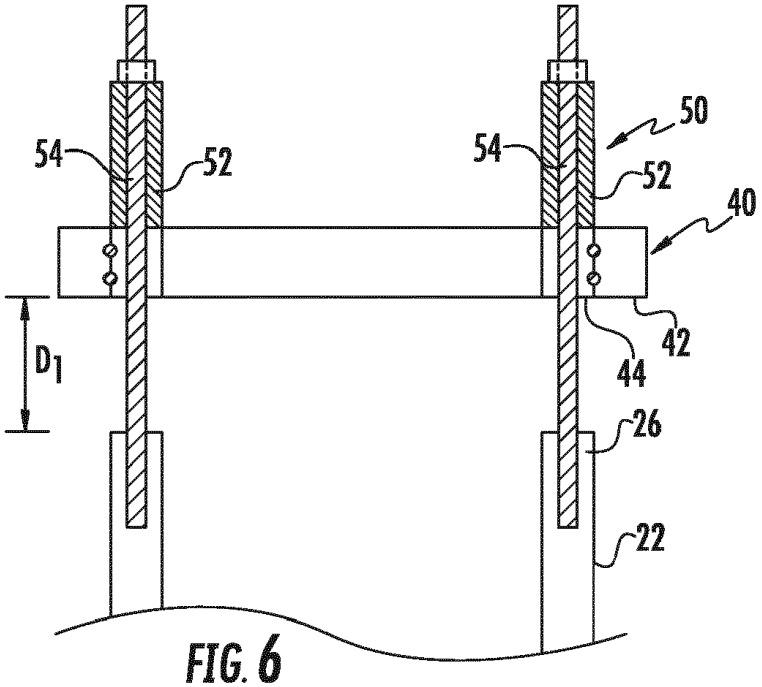


FIG. 6

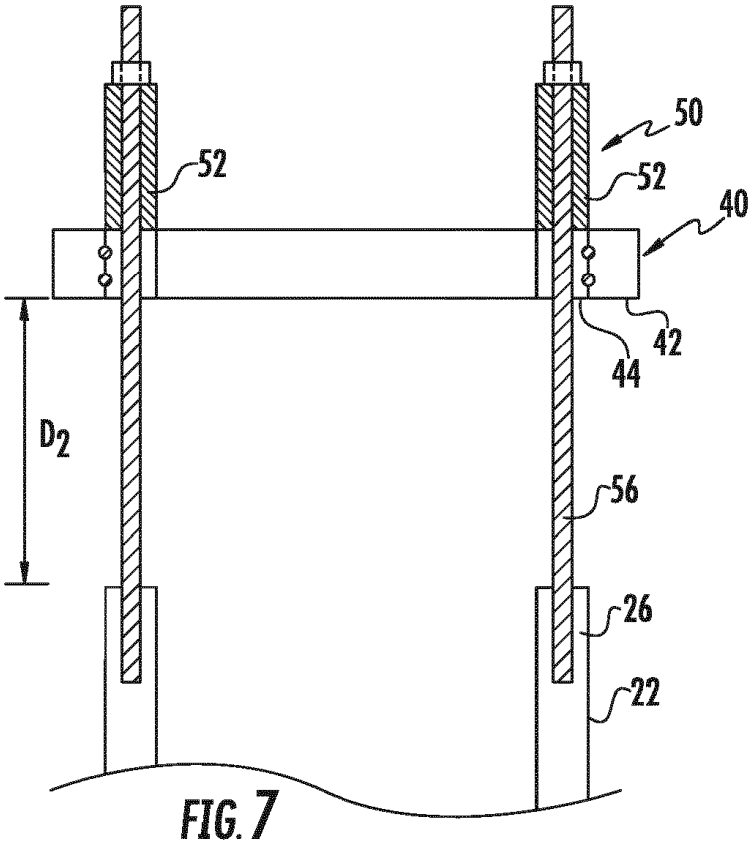


FIG. 7

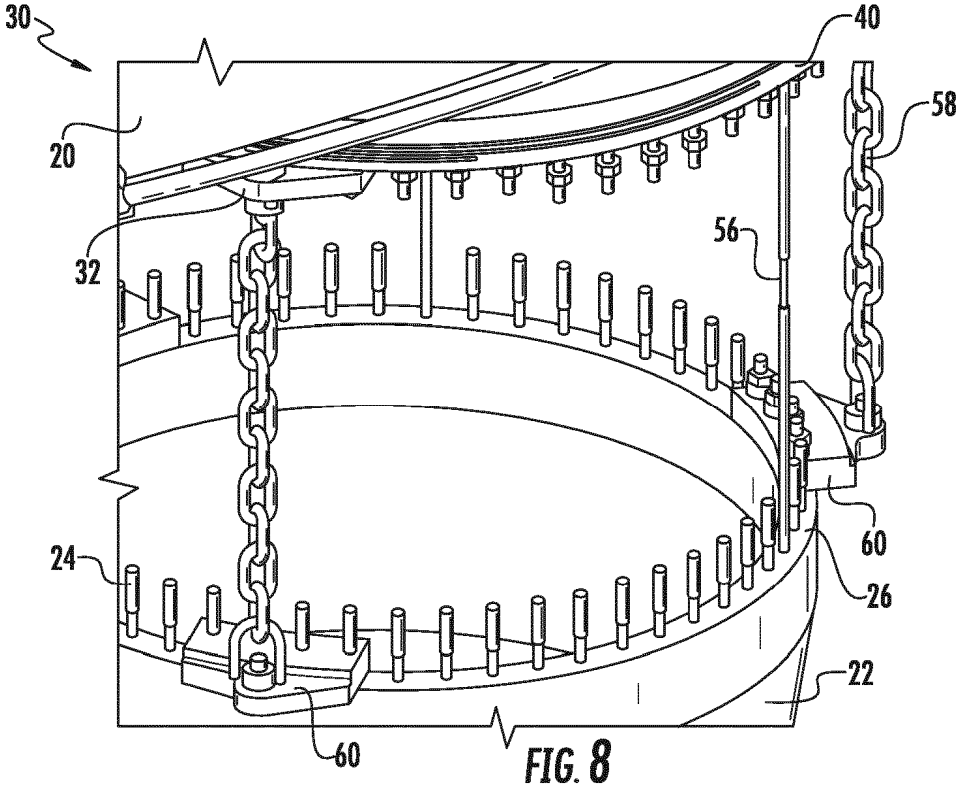


FIG. 8

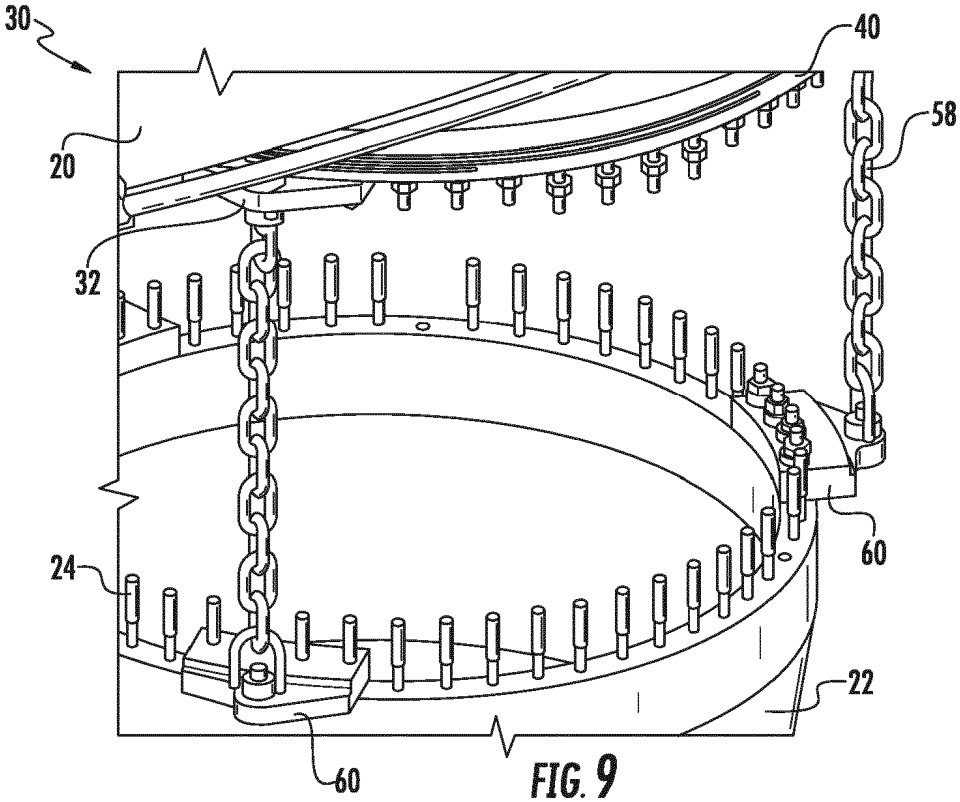


FIG. 9

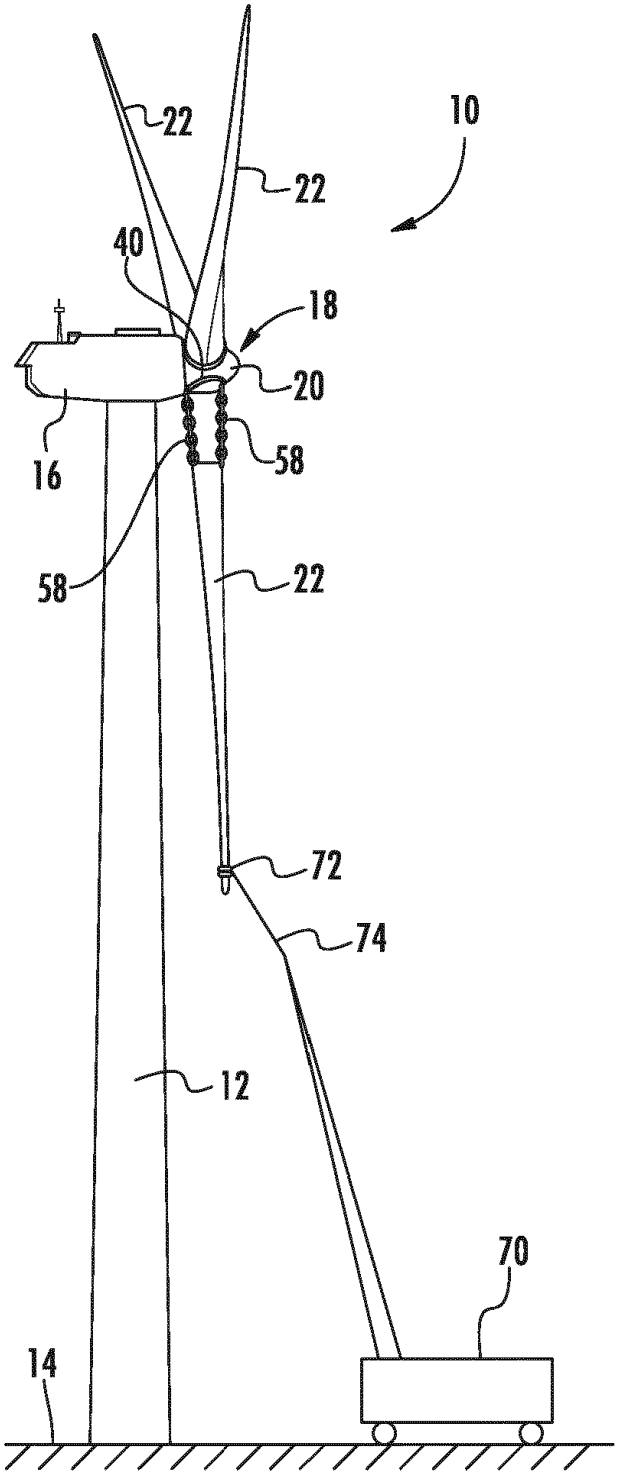


FIG. 10

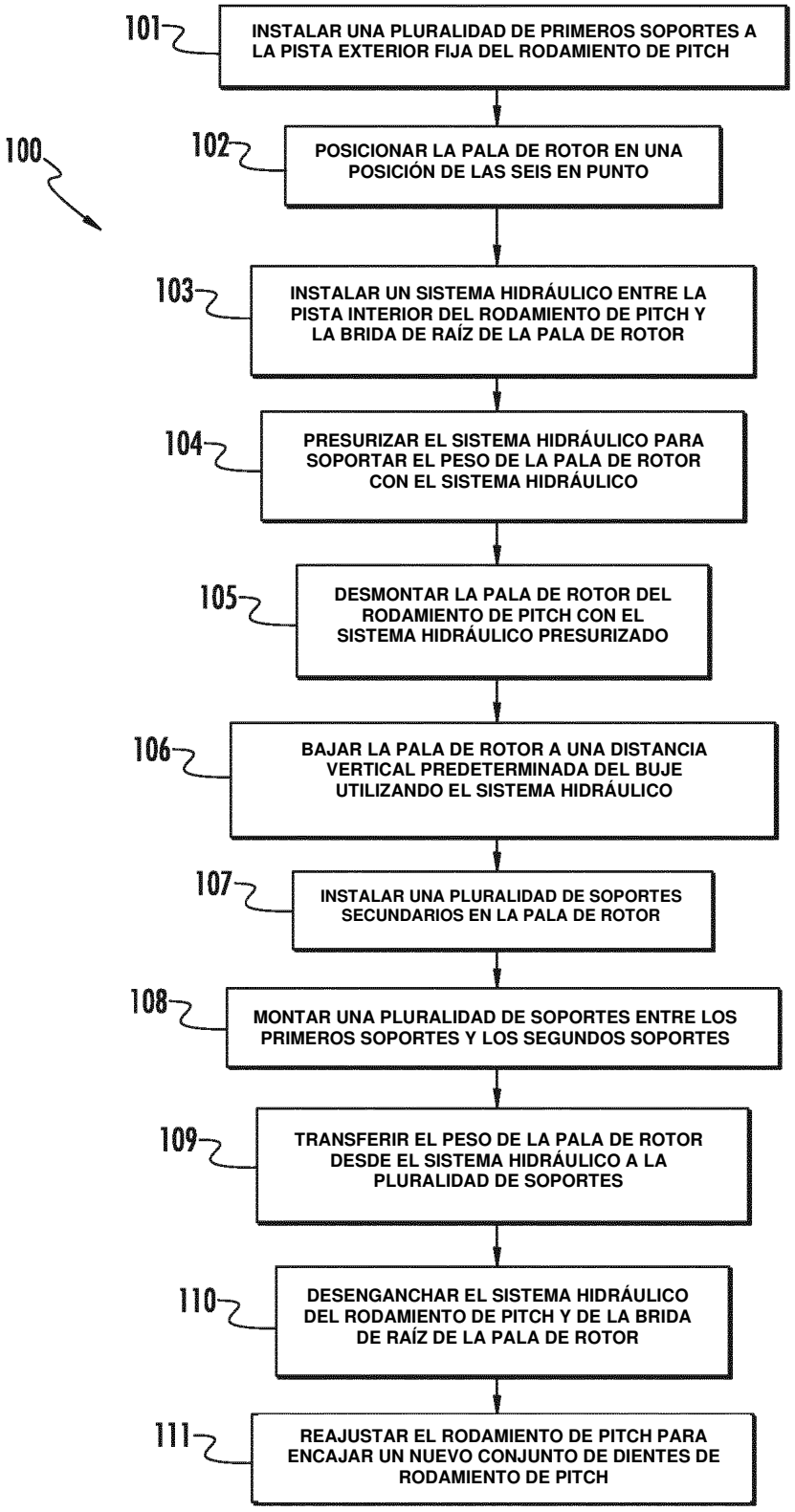

100
101
INSTALAR UNA PLURALIDAD DE PRIMEROS SOPORTES A LA PISTA EXTERIOR FIJA DEL RODAMIENTO DE PITCH
102
POSICIONAR LA PALA DE ROTOR EN UNA POSICIÓN DE LAS SEIS EN PUNTO
103
INSTALAR UN SISTEMA HIDRÁULICO ENTRE LA PISTA INTERIOR DEL RODAMIENTO DE PITCH Y LA BRIDA DE RAÍZ DE LA PALA DE ROTOR
104
PRESURIZAR EL SISTEMA HIDRÁULICO PARA SOPORTAR EL PESO DE LA PALA DE ROTOR CON EL SISTEMA HIDRÁULICO
105
DESMONTAR LA PALA DE ROTOR DEL RODAMIENTO DE PITCH CON EL SISTEMA HIDRÁULICO PRESURIZADO
106
BAJAR LA PALA DE ROTOR A UNA DISTANCIA VERTICAL PREDETERMINADA DEL BUJE UTILIZANDO EL SISTEMA HIDRÁULICO
107
INSTALAR UNA PLURALIDAD DE SOPORTES SECUNDARIOS EN LA PALA DE ROTOR
108
MONTAR UNA PLURALIDAD DE SOPORTES ENTRE LOS PRIMEROS SOPORTES Y LOS SEGUNDOS SOPORTES
109
TRANSFERIR EL PESO DE LA PALA DE ROTOR DESDE EL SISTEMA HIDRÁULICO A LA PLURALIDAD DE SOPORTES
110
DESENGANCHAR EL SISTEMA HIDRÁULICO DEL RODAMIENTO DE PITCH Y DE LA BRIDA DE RAÍZ DE LA PALA DE ROTOR
111
REAJUSTAR EL RODAMIENTO DE PITCH PARA ENCAJAR UN NUEVO CONJUNTO DE DIENTES DE RODAMIENTO DE PITCH

FIG. 11