

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 015 125**

51 Int. Cl.:

**F03D 13/20** (2006.01)

**F03D 80/50** (2006.01)

**E02D 27/42** (2006.01)

**E04H 12/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.05.2018 PCT/US2018/032216**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.12.2018 WO18222369**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.05.2018 E 18809120 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2024 EP 3631202**

54 Título: **Sistema de refuerzo de torre de turbina eólica**

30 Prioridad:

**30.05.2017 US 201715607893**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**29.04.2025**

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC RENOVABLES ESPAÑA,  
S.L. (100.00%)  
Calle Roc Boronat 78  
08005 Barcelona, ES**

72 Inventor/es:

**COOPER, GREGORY, EDWARD**

74 Agente/Representante:

**DE ROOIJ, Mathieu Julien**

ES 3 015 125 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

Sistema de refuerzo de torre de turbina eólica

5 **Campo de la invención**

[0001] La presente materia se refiere en general a turbinas eólicas y, más en particular, a un sistema de refuerzo para una torre de soporte de turbina eólica.

10 **Antecedentes de la invención**

[0002] En general, una turbina eólica incluye una torre eólica, una góndola montada en la torre eólica y un rotor acoplado a la góndola. El rotor en general incluye un buje rotatorio y una pluralidad de palas de rotor acopladas a y que se extienden hacia fuera del buje. Cada pala de rotor se puede espaciar alrededor del buje para facilitar la rotación del rotor para permitir que la energía cinética se convierta en energía mecánica utilizable que a continuación se puede transmitir a un generador eléctrico dispuesto dentro de la góndola para la producción de energía eléctrica. Típicamente, se usa una caja de engranajes para accionar el generador eléctrico en respuesta a la rotación del rotor. Por ejemplo, la caja de engranajes se puede configurar para convertir una entrada de baja velocidad y alto par de torsión proporcionada por el rotor en una salida de alta velocidad y bajo par de torsión que puede accionar el generador eléctrico.

[0003] La mayoría de las turbinas eólicas incluyen torres de soporte que incluyen una pluralidad de secciones de soporte de torre de forma tubular. Las secciones de soporte de torre adyacentes se acoplan a conexiones estructurales usando soldadura y/o sujeción mecánica de rebordes de anillo para formar conjuntos de torre de soporte. Las torres eólicas se someten a grandes cargas cíclicas, lo que da como resultado un gran desplazamiento de secciones de soporte de torre e incrementos en tensiones ("stresses") de flexión y tensiones de torsión inducidas en los miembros de soporte de torre. Los rebordes de la conexión estructural entre las secciones de la torre se precargan por las conexiones atornilladas, de modo que se genera una tensión de compresión debajo de la cabeza de perno y la tuerca, que excede cualquier carga fluctuante experimentada por la conexión de torre bajo cargas funcionales, incluyendo par de torsión reactivo de generador, cargas giroscópicas debidas al cambio de dirección del eje de rotación de turbina y cargas dinámicas debidas a desequilibrio o resonancia. Las caras de reborde de acoplamiento se cargan debajo de la tuerca y el perno, relajándose la carga entre las conexiones atornilladas. Las cargas axiales transmitidas a través de la torre alrededor de un eje paralelo al eje vertical de la torre se resisten por la fricción generada entre las caras de reborde bajo la carga de fijación de los pernos por el coeficiente de fricción entre los rebordes.

[0004] Algunos miembros de torre de soporte se pueden someter a tensiones que provocan grietas por fatiga y/o fallos, en particular en la unión entre miembros de torre de soporte adyacentes y entre la parte superior de torre y el rodamiento de orientación. El modo principal de fallo en las conexiones estructurales de las juntas de torre eólica puede ser el fallo de perno por el compromiso de precarga de perno. Los pernos comienzan a experimentar cargas y tensiones fluctuantes una vez que se reduce la precarga de perno, y esta carga fluctuante da lugar a un fallo por fatiga del perno, así como al agrietamiento por fatiga del acero cercano. Los procedimientos convencionales para reparar miembros de torre de soporte incluyen desmontar toda la torre de soporte, reemplazar los miembros de torre de soporte y volver a montar la torre de soporte, lo que es costoso y requiere mucho tiempo. El documento US2010/307097A1 describe un sistema y procedimiento de conexión de reborde estructural; el documento CN204610149U describe en particular un reborde adaptador.

**Breve descripción de la invención**

[0005] Los aspectos y ventajas de la invención se expondrán en parte en la siguiente descripción, o pueden ser obvios a partir de la descripción, o se pueden aprender a través de la práctica de la invención.

[0006] En un aspecto, se divulga un conjunto de refuerzo para una torre de una turbina eólica que tiene al menos una sección de torre en general cilíndrica con una pared exterior y una pared interior que definen una altura y un espesor entre ellas, comprendiendo la sección de torre al menos en general cilíndrica una parte no cilíndrica, ovalada y no redonda ("out-of-round").

[0007] Al menos un reborde de torre en general cilíndrico se acopla a la sección de torre, teniendo el reborde de torre al menos una parte de reborde vertical y al menos una parte de reborde horizontal. Al menos un miembro de refuerzo en general cilíndrico ajustable tiene al menos una parte de miembro vertical que comprende partes flexibles acopladas a la pared exterior de la sección de torre, y al menos una parte de miembro horizontal enganchada de manera ajustable con al menos un espaciador de ajuste. El ajuste del espaciador de ajuste alinea el miembro de refuerzo con un reborde de torre adyacente. Las partes flexibles se configuran para doblarse en una forma no cilíndrica para que coincida con el perfil de sección de torre, permitiendo de este modo el contacto directo entre las partes flexibles y la sección de torre eólica.

5 [0008] En otro aspecto, se divulga un procedimiento para reforzar una torre de una turbina eólica: desenganchar una parte superior de una sección de torre en una conexión con reborde en general cilíndrica, teniendo la conexión con reborde al menos un reborde de torre superior y al menos un reborde de torre inferior; colocando al menos un espaciador de ajuste en una parte de reborde horizontal del reborde de torre inferior; enganchando el al menos un espaciador de ajuste con una parte de miembro horizontal de un miembro de refuerzo ajustable en general cilíndrico; situando el miembro de refuerzo encima del reborde de torre inferior; y, ajustando el al menos un espaciador de ajuste para alinear el miembro de refuerzo con el reborde de torre superior; apretando al menos una tuerca de ajuste sobre el espaciador de ajuste para asegurar el miembro de refuerzo; acoplado una parte flexible de miembro vertical del miembro de refuerzo con la sección de torre; y reenganchando la parte superior de la sección de torre sujetando el reborde de torre superior al miembro de refuerzo.

15 [0009] Estas y otras características, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor con referencia a la siguiente descripción y reivindicaciones adjuntas. Los dibujos adjuntos, que se incorporan en y constituyen una parte de esta memoria descriptiva, ilustran modos de realización de la invención y, conjuntamente con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención.

### Breve descripción de los dibujos

20 [0010] Una divulgación completa y suficiente de la presente invención, incluyendo el mejor modo de la misma, dirigida a un experto en la técnica, se expone en la memoria descriptiva, que hace referencia a las figuras adjuntas, en las que:

la FIG. 1 ilustra un modo de realización de una turbina eólica de construcción convencional;

25 la FIG. 2 ilustra una vista en perspectiva de un modo de realización de una torre de turbina eólica con un miembro de refuerzo unido al reborde superior;

la FIG. 3 ilustra una vista en sección de un modo de realización del sistema de refuerzo de torre eólica;

30 la FIG. 4 es una vista en despiece de un modo de realización del sistema de refuerzo de torre eólica;

la FIG. 5 es una vista en despiece de otro modo de realización del sistema de refuerzo de torre eólica;

35 la FIG. 6 es una vista lateral más detallada de un modo de realización de las conexiones de miembro de refuerzo en el sistema de refuerzo de torre eólica.

[0011] Se pretende que el uso repetido de caracteres de referencia en la presente memoria descriptiva y dibujos represente las características o elementos idénticos o análogos de la presente divulgación.

### 40 Descripción detallada de la invención

45 [0012] Ahora se hará referencia en detalle a modos de realización de la invención, de los que uno o más ejemplos se ilustran en los dibujos. Cada ejemplo se proporciona a modo de explicación de la invención, no de limitación de la invención. De hecho, será evidente para los expertos en la técnica que se pueden realizar diversas modificaciones y variaciones en la presente invención sin apartarse del alcance de la invención. Por ejemplo, se pueden usar características ilustradas o descritas como parte de un modo de realización con otro modo de realización para proporcionar todavía otro modo de realización. Por tanto, se pretende que la presente invención cubra dichas modificaciones y variaciones como vienen dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

50 [0013] En general, la presente materia divulga una conexión con reborde de torre eólica reforzada usando un miembro de refuerzo unido a una sección de torre eólica existente como modernización ("retrofit"). El miembro de refuerzo puede tener suficiente capacidad estructural para soportar fatiga y cargas de torre extremas que son mayores que el reborde de torre original. El miembro de refuerzo se puede unir como una "tapa" en la torre eólica existente formando de este modo un reborde superior de refuerzo para la turbina eólica. La leyenda direccional en los dibujos define las direcciones vertical (V) y horizontal (H) como se usa en el presente documento.

60 [0014] La FIG. 1 ilustra una turbina eólica 10 de construcción convencional. La turbina eólica 10 incluye una torre eólica 12 con una góndola 14 montada sobre la misma. Una pluralidad de palas de rotor 16 se montan en un buje de rotor 18, que a su vez se conecta a un reborde principal que gira un eje de rotor principal, como se analiza a continuación. Los componentes de control y generación de potencia de turbina eólica se alojan dentro de la góndola 14. La vista de la FIG. 1 se proporciona solo con propósitos ilustrativos para colocar la presente invención en un campo de uso de ejemplo. Se debe apreciar que la invención no se limita a ningún tipo particular de configuración de turbina eólica.

65 [0015] Como se muestra además en la FIG. 1, la torre eólica 12 de acuerdo con la presente divulgación se puede formar a partir de una pluralidad de secciones de torre eólica 20. Cada una de la pluralidad de secciones de torre

eólica 20 se puede disponer adyacente y acoplada a otra de la pluralidad de secciones de torre eólica 20 para formar al menos parcialmente la torre eólica 12. En modos de realización de ejemplo, las secciones de torre eólica 20 se pueden formar de un metal o aleación de metal adecuado, tal como acero al carbono. De forma alternativa, sin embargo, las secciones de torre eólica 20 se pueden formar a partir de cualquier material adecuado, tal como, por ejemplo, diversos materiales compuestos adecuados.

**[0016]** La FIG. 2 ilustra un modo de realización de una sección de torre eólica 20 de acuerdo con la presente divulgación. Como se muestra, en modos de realización de ejemplo, la sección de torre eólica 20 puede ser una sección de torre eólica en general cilíndrica 20. Por ejemplo, la forma de sección transversal de la sección de torre eólica 20 puede ser en general circular, tubular u ovalada. Además, en algunos modos de realización, la forma de sección transversal de la sección de torre eólica 20 puede ser en general poligonal, teniendo una pluralidad de lados de modo que la sección transversal poligonal se aproxima a una sección transversal en general circular, tubular u ovalada.

**[0017]** La sección de torre eólica 20 de acuerdo con la presente divulgación tiene una pared exterior 22 y una pared interior 24. La pared exterior 22 y la pared interior 24 pueden ser cada una en general cilíndrica con respecto a la sección de torre eólica 20 en general. La pared exterior 22 y la pared interior 24 pueden definir en general una altura 26 de la sección de torre eólica 20. La pared exterior 22 y la pared interior 24 pueden definir además en general un espesor 28 (véase la fig. 3) de la sección de torre eólica 20 entre ellas.

**[0018]** Como se muestra además en la FIG. 2, cada una de las secciones de torre eólica 20 puede comprender, en algunos modos de realización, una pluralidad de módulos tubulares de torre eólica 30. Cada uno de los módulos tubulares de torre eólica 30 puede ser una parte en general cilíndrica de la sección de torre eólica 20, y puede definir una parte de la altura 26 de la sección de torre eólica 20 así como el espesor 28 de la sección de torre eólica 20. Cada uno de la pluralidad de módulos tubulares de torre eólica 30 se puede disponer adyacente y acoplado a otro de la pluralidad de módulos tubulares de torre eólica 30 para formar al menos parcialmente la sección de torre eólica 20. Por ejemplo, una pluralidad de módulos tubulares de torre eólica 30 se pueden apilar de extremo a extremo para formar la sección de torre eólica 20. Además, los módulos tubulares de torre eólica 30 se pueden acoplar conjuntamente, por ejemplo, soldando los módulos tubulares de torre eólica 30 conjuntamente en las intersecciones 32 entre los módulos tubulares de torre eólica adyacentes 30. Se debe entender, sin embargo, que la presente divulgación no se limita a la soldadura, y que se puede utilizar cualquier dispositivo o procedimiento de sujeción adecuado para acoplar los módulos tubulares de torre eólica 30 conjuntamente, por ejemplo, rebordes atornillados.

**[0019]** Se debe entender que el área de sección transversal de la sección de torre eólica 20, y por tanto de los módulos tubulares de torre eólica 30, puede permanecer constante o se puede estrechar a través de la altura 26 de la sección de torre eólica o partes de la misma. Por ejemplo, en algunos modos de realización, el área de sección transversal de cada uno de los módulos tubulares de torre eólica 30 y las secciones de torre eólica 20 puede disminuir a través de la altura 26 o una parte de la misma. Además, se debe entender que las secciones de torre eólica 20 que forman la torre eólica 12 pueden ser todas cónicas o pueden tener todas secciones transversales en general constantes, o una o más de las secciones de torre eólica 20 pueden ser cónicas mientras que otras de las secciones de torre eólica 20 pueden tener secciones transversales en general constantes.

**[0020]** Cada una de la pluralidad de secciones de torre eólica 20 se puede disponer adyacente y acoplada a otra de la pluralidad de secciones de torre eólica 20 para formar al menos parcialmente la torre eólica 12. Por ejemplo, una pluralidad de secciones de torre eólica 20 se pueden apilar de extremo a extremo para formar la torre eólica 12. Además, cada una de las secciones de torre eólica 20 puede comprender al menos un reborde 40 o una pluralidad de rebordes 40. La parte de reborde horizontal de los rebordes 40 se puede orientar radialmente hacia adentro o radialmente hacia afuera desde la línea central de la torre eólica 12. Los rebordes 40 se pueden configurar para acoplar la sección de torre eólica 20 a una sección de torre eólica adyacente 20. Por ejemplo, cada reborde 40 se puede disponer en un extremo de la sección de torre eólica 20. En modos de realización de ejemplo, el reborde 40 puede definir una pluralidad de orificios perforados 42. Los orificios perforados 42 se pueden espaciar en general de manera circunferencial alrededor del reborde 40. Los orificios perforados 42 se pueden configurar para aceptar un sujetador mecánico 44, tal como una combinación de tuerca y perno, un remache, un tornillo o cualquier otro sujetador mecánico adecuado 44, a través de ellos. Para acoplar la sección de torre eólica 20 a una sección de torre eólica adyacente 20, el reborde 40 se puede acoplar con un reborde adyacente 40 de la sección de torre eólica adyacente 20, y los orificios perforados 42 de los rebordes de acoplamiento 40 se pueden alinear. Por ejemplo, un reborde de torre superior 56 se puede alinear con un reborde de torre inferior 58 para unir mecánicamente una conexión con reborde de torre usando sujetadores mecánicos 44, por ejemplo, pernos y tuercas. Se pueden colocar sujetadores mecánicos 44 a través de al menos una parte de los orificios perforados de acoplamiento 42 para acoplar las secciones de torre eólica 20 conjuntamente, haciendo de este modo una conexión con reborde atornillado. Se debe entender, sin embargo, que la presente divulgación no se limita a las secciones de torre eólica 20 que tienen rebordes 40 como se describe anteriormente, y que más bien se puede utilizar cualquier dispositivo o procedimiento de sujeción adecuado para acoplar las secciones de torre eólica 20 conjuntamente.

**[0021]** Algunos miembros de torre eólica de soporte se pueden someter a tensiones que provocan grietas por fatiga y/o fallos, en particular en la intersección 32 entre miembros de torre eólica de soporte adyacentes, en particular entre el reborde superior de torre eólica 58 y el rodamiento de orientación 56 que se une a la góndola 14, como se observa en la FIG. 5. Por tanto, se divulga un sistema de refuerzo 50 para la torre eólica 12. El sistema de refuerzo 50 permite que una torre eólica 12 se modernice para una turbina eólica 10 que pueda estar experimentando grietas por fatiga o que se haya mejorado creando de este modo una carga estructural mayor en la torre eólica 12. El sistema de refuerzo 50 permite la modernización eficaz y rentable de torres eólicas 12 que se pueden usar en diversas ubicaciones con diversas condiciones ambientales. Además, el sistema de refuerzo 50 puede permitir que las turbinas eólicas existentes 12 se actualicen, por ejemplo, con componentes más pesados, sin requerir el reemplazo de la torre eólica 12. Por el contrario, antes, durante o después de la actualización, el sistema de refuerzo 50 se puede modernizar en la torre eólica 12 para adaptar la torre eólica 12 a la actualización.

**[0022]** El sistema de refuerzo 50, como se muestra en las FIGS. 2 a 6, incluye un conjunto de refuerzo 54, y al menos una sección de torre eólica 20 con un reborde de torre existente 58 que puede ser el reborde de torre superior 58. Además, el sistema de refuerzo 50 incluye al menos un miembro de refuerzo 60 o una pluralidad de miembros de refuerzo 60. El miembro de refuerzo 60 se puede dividir en partes de miembro de refuerzo segmentadas 61, tales como partes segmentadas de un reborde de anillo situadas de extremo a extremo, para una instalación más fácil del conjunto de refuerzo 54. Las partes de miembro de refuerzo segmentadas 61 se pueden formar según una irregularidad de torre específica. El miembro de refuerzo 60 interactúa con la al menos una sección de torre eólica 20 para reforzar la al menos una sección de torre eólica 20. El conjunto de refuerzo 54 se puede unir a la pared exterior 22 de la sección de torre eólica 20 perforando orificios en la sección de torre eólica existente 20 y sujetando con sujetadores sin mantenimiento. La geometría del miembro de refuerzo 60 se puede formar como un ángulo de patas desiguales con una parte de miembro vertical 66 y una parte de miembro horizontal 68. La parte del miembro vertical 66 se puede denominar descriptivamente parte de "faldón", ya que se extiende para cubrir una parte dañada de la torre. El miembro de refuerzo 60 se puede orientar en cualquier dirección necesaria para acoplarse con la conexión con reborde existente. Por ejemplo, para reforzar un reborde superior 56, las partes flexibles 69 se pueden disponer verticalmente hacia arriba y asegurarse a una parte superior de la sección de torre 20, con espaciadores de ajuste 74, por ejemplo pernos de elevación o cuñas, que se extienden por encima o por debajo de la parte de miembro horizontal 68 para proporcionar ajuste de posición del miembro de refuerzo 60.

**[0023]** Además, la parte de miembro vertical 66 del miembro de refuerzo 60 se puede extender tanto verticalmente hacia arriba como verticalmente hacia abajo, como se observa en la FIG. 5, con la parte hacia arriba asegurada a una parte superior de la sección de torre 20 y la parte hacia abajo asegurada a una parte inferior de la sección de torre 20. Además, dos miembros de refuerzo separados (primero y segundo) 60 se pueden apilar uno sobre otro en una forma doble invertida o volteada de modo que la superficie superior de las partes de miembro horizontal 68 de cada miembro de refuerzo doble 60 estén en contacto directo. En la configuración doble, la parte de miembro vertical 66 del primer miembro de refuerzo 60 apunta verticalmente hacia arriba y la parte de miembro vertical 66 del segundo miembro de refuerzo 60 apunta verticalmente hacia abajo.

**[0024]** El conjunto de refuerzo 54 puede tener al menos una sección de torre eólica en general cilíndrica 20 definiendo una pared exterior 22 y una pared interior 24 una altura 26 y un espesor 28 entre ellas. Al menos un reborde de torre en general cilíndrica 58 se puede acoplar a la sección de torre eólica 20, por ejemplo, por soldadura en la intersección 32. El reborde de torre 58 puede tener al menos una parte de reborde vertical 57 y al menos una parte de reborde horizontal 59. Al menos un miembro de refuerzo en general cilíndrico ajustable 60, puede tener al menos una parte de miembro vertical 66 acoplada de manera ajustable a la pared exterior 22 de la sección de torre eólica 20, y, al menos una parte de miembro horizontal 68 enganchada de manera ajustable, por ejemplo roscada, con al menos un perno de elevación o cuña 74, de modo que el espaciador de ajuste 74 se ajusta para alinear el miembro de refuerzo 60 con un reborde de torre adyacente para unión mecánica.

**[0025]** El espaciador de ajuste 74 se puede situar encima de una almohadilla de ajuste 78 que se puede centrar encima de una parte de ajuste de los orificios perforados 53 en la parte de reborde horizontal 59 del reborde de torre 58. La parte de ajuste puede incluir la parte de los orificios perforados 42 no ocupada por los sujetadores mecánicos 44. La posición de parte de ajuste se puede alternar con sujetadores mecánicos 44 alrededor del perímetro del miembro de refuerzo 60. El al menos un espaciador de ajuste 74 se puede enganchar por rosca con una tuerca de ajuste 76 configurada para asegurar la posición del miembro de refuerzo ajustable 60. La parte de miembro vertical 66 del miembro de refuerzo 60 puede tener un borde ondeado ("scalloped") formando de este modo partes flexibles de parte de miembro vertical 69 para acoplarse mecánicamente a una parte no cilíndrica, ovalada o no redonda de la sección de torre eólica 20. Las partes flexibles 69 se pueden configurar usando cualquier modificación de forma o perfil apropiada que permite doblar partes, tal como muescas, cortes, hendiduras, ondas u otras formas irregulares. Las partes flexibles 69 se pueden doblar en una forma no cilíndrica para que coincida con el perfil de sección de torre 20, permitiendo de este modo el contacto directo entre las partes flexibles 69 y la sección de torre eólica 20. Las partes flexibles 69 se acoplan mecánicamente a continuación a la sección de torre 20 usando cualquier sujetador mecánico adecuado. El miembro de refuerzo 60 se puede enganchar por rosca a un conjunto de rodamiento de orientación 55 que se acopla a una góndola 14 de la turbina eólica 10.

5 [0026] Un procedimiento para reforzar una torre de una turbina eólica 10 puede incluir las etapas de; desenganchar una parte superior de una sección de torre eólica 20 en una conexión con reborde en general cilíndrica, la conexión con reborde puede tener al menos un reborde de torre superior 56 y al menos un reborde de torre inferior 58; colocar al menos un espaciador de ajuste 74 encima de una almohadilla de ajuste 78 que se sitúa en general encima de una parte de ajuste de los orificios perforados 53 en una parte de reborde horizontal 59 del al menos un reborde de torre inferior 58; enganchar el espaciador de ajuste 74 con una parte de miembro horizontal 68 de un miembro de refuerzo ajustable en general cilíndrico 60; situar el miembro de refuerzo 60 encima del reborde de torre inferior 58; y alinear el miembro de refuerzo 60 en la posición final ajustando al menos un espaciador de ajuste 74.

15 [0027] Las etapas de procedimiento adicionales pueden incluir apretar al menos una tuerca de ajuste 76 sobre el espaciador de ajuste 74 para mantener la posición final del miembro de refuerzo 60. A continuación, se acopla la parte de miembro vertical 66 del miembro de refuerzo 60 con la sección de torre eólica 20, por ejemplo, usando sujetadores mecánicos sin mantenimiento. Y finalmente, reenganchar la parte superior de la sección de la torre eólica 20 sujetando el reborde de torre superior 56 al miembro de refuerzo 60 con sujetadores mecánicos 44. El reborde de torre superior 56 se puede integrar con un conjunto de rodamiento de orientación 55, situando de este modo la conexión con reborde reforzada en la parte superior de la torre eólica 12.

20 [0028] También se divulga una turbina eólica 10 que tiene una góndola 14, un rotor 18 acoplado a la góndola 14, teniendo el rotor 18 una o más palas de rotor 16 unidas al mismo, y una torre 12 que soporta la góndola. La torre 12 puede tener un sistema de refuerzo 50 como se divulga en el presente documento.

25 [0029] Se debe apreciar que el sistema de refuerzo 50 divulgado en el presente documento se puede aplicar a cualquier conexión de torre eólica con reborde, por ejemplo, el miembro de refuerzo 60 se puede aplicar a un reborde de torre superior 56, un reborde de torre inferior 58, un reborde de torre intermedia y/o un reborde de cimentación. El miembro de refuerzo 60 también se puede orientar con los bordes festoneados y las partes flexibles 69 apuntando hacia arriba o hacia abajo para su conexión a una sección de torre 20. Además, el miembro de refuerzo puede tener múltiples partes de miembro horizontales 68 y múltiples partes de miembro verticales 66 apuntando en direcciones tanto hacia arriba como hacia abajo para proporcionar una unión más segura a la sección de torre 20. Adicionalmente, el miembro de refuerzo puede tomar la forma de una reborde ancho o forma estructural similar para proporcionar soporte estructural adicional.

35 [0030] Esta descripción escrita usa ejemplos para divulgar la invención, incluyendo el mejor modo, y también para permitir que cualquier experto en la técnica practique la invención, incluyendo fabricar y usar cualquier dispositivo o sistema y realizar cualquier procedimiento incorporado. El alcance patentable de la invención se define por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de refuerzo (50) para una torre (12) de una turbina eólica (10), que comprende:
  - 5 al menos una sección de torre en general cilíndrica (20) que comprende una pared exterior (22) y una pared interior (24) definiendo una altura (26) y un espesor (28) entre ellas;  
comprendiendo la sección de torre al menos en general cilíndrica (20) una parte no cilíndrica, ovalada y no redonda;
  - 10 al menos un reborde de torre en general cilíndrica (40) acoplado a la sección de torre (20), comprendiendo el reborde de torre (40) al menos una parte de reborde vertical (57) y al menos una parte de reborde horizontal (59); y,
  - 15 al menos un miembro de refuerzo en general cilíndrico ajustable (60), comprendiendo el miembro de refuerzo (60) al menos una parte de miembro vertical (66), comprendiendo la parte de miembro vertical (66) partes flexibles (69) acopladas a la pared exterior (22) de la sección de torre (20), y al menos una parte de miembro horizontal (68) enganchada de manera ajustable con al menos un espaciador de ajuste (74),
  - 20 en el que el ajuste del espaciador de ajuste (74) alinea el miembro de refuerzo (60) con un reborde de torre adyacente (40); y en el que las partes flexibles (69) se configuran para doblarse en una forma no cilíndrica para que coincida con la parte no cilíndrica de la sección de torre, permitiendo de este modo el contacto directo entre las partes flexibles (69) y la sección de torre eólica (20).
- 25 2. El conjunto de refuerzo (50) de la reivindicación 1, en el que el reborde de torre (40) se sitúa encima de la sección de torre (20).
- 30 3. El conjunto de refuerzo (50) de las reivindicaciones 1-2, en el que el al menos un espaciador de ajuste (74) se sitúa encima de una almohadilla de ajuste (78).
- 35 4. El conjunto de refuerzo (50) de la reivindicación 3, en el que la almohadilla de ajuste (78) se centra encima de una parte de ajuste de los orificios perforados (53) en la parte de reborde horizontal (59) de la reborde de torre (40).
- 40 5. El conjunto de refuerzo (50) de la reivindicación 4, en el que la parte de ajuste de los orificios perforados (53) se sitúa alternativamente con sujetadores mecánicos (44) alrededor del perímetro del miembro de refuerzo (60).
- 45 6. El conjunto de refuerzo (50) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el miembro de refuerzo (60) comprende partes de miembro de refuerzo segmentadas (61).
7. El conjunto de refuerzo (50) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende al menos dos miembros de refuerzo (60) configurados de forma doble con una superficie superior de las partes de miembro horizontal (68) de cada miembro de refuerzo (60) en contacto directo y la parte de miembro vertical (66) de cada miembro de refuerzo (60) extendiéndose en direcciones opuestas.
8. Un procedimiento para reforzar una torre (12) de una turbina eólica (10), comprendiendo el procedimiento:
  - 50 desenganchar una parte superior de una sección de torre (20) en una conexión con reborde en general cilíndrica (40), comprendiendo la conexión con reborde al menos un reborde de torre superior (56) y al menos un reborde de torre inferior (58);  
colocar al menos un espaciador de ajuste (74) en una parte de reborde horizontal (59) del reborde de torre inferior (58);
  - 55 enganchar el al menos un espaciador de ajuste (74) con una parte de miembro horizontal (68) de un miembro de refuerzo ajustable en general cilíndrico (60);
  - 60 situar el miembro de refuerzo (60) encima del reborde de torre inferior (58);  
ajustar el al menos un espaciador de ajuste (74) para alinear el miembro de refuerzo (60) con el reborde de torre superior (56);
  - 65 apretar al menos una tuerca de ajuste (76) sobre el espaciador de ajuste (74) para asegurar el miembro de refuerzo (60);

acoplar un parte flexible (69) de miembro vertical (66) del miembro de refuerzo (60) con la sección de torre (20); y

5 reenganchar la parte superior de la sección de la torre (20) sujetando el reborde de torre superior (56) al miembro de refuerzo (60).

9. El procedimiento de la reivindicación 8, en el que el miembro de refuerzo (60) comprende partes de miembro de refuerzo segmentadas (61).

10

10. El procedimiento de la reivindicación 8, en el que el miembro de refuerzo ajustable (60) se configura de forma doble.

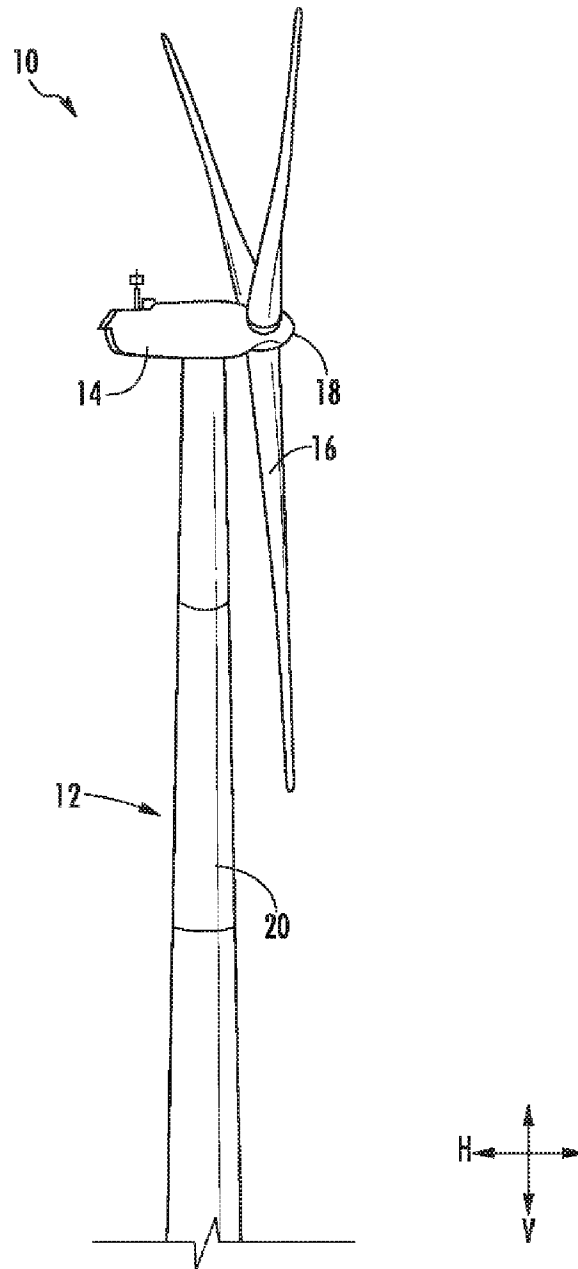


FIG. 1

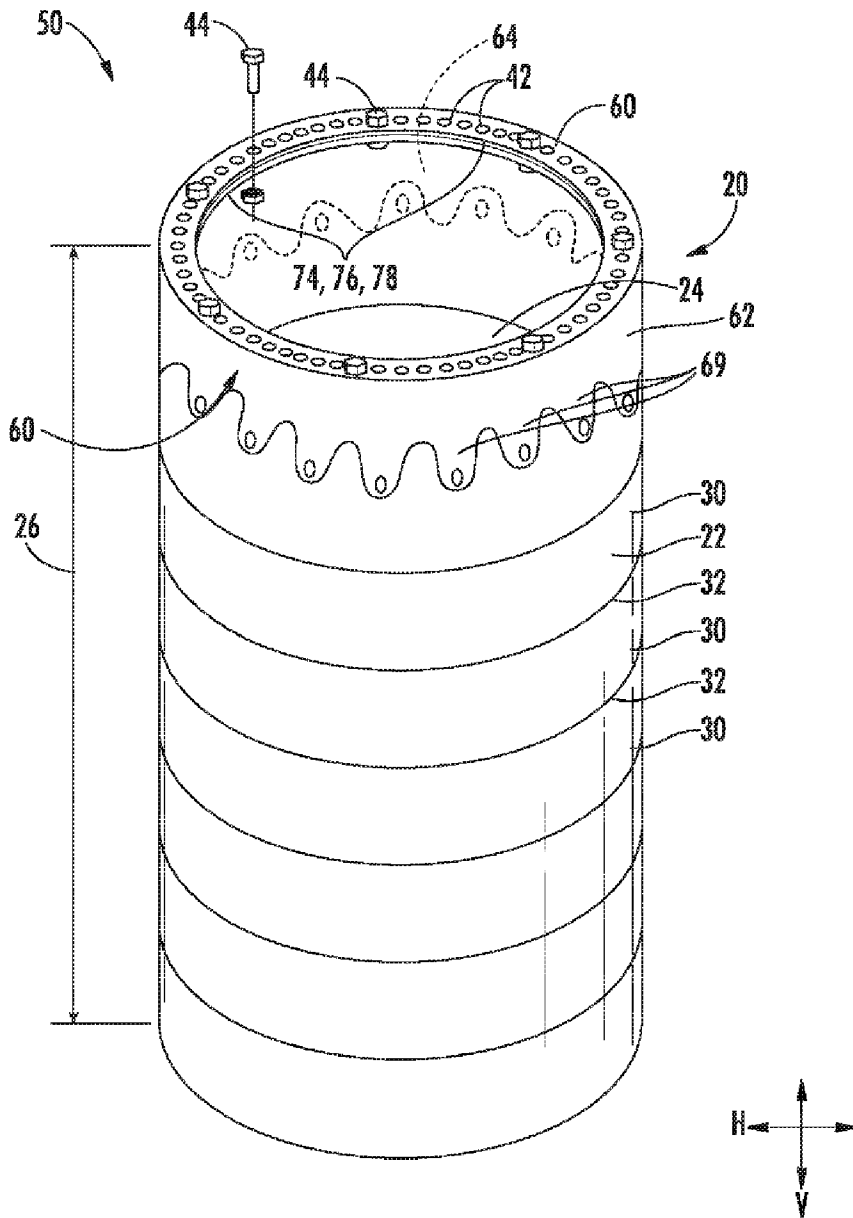


FIG. 2

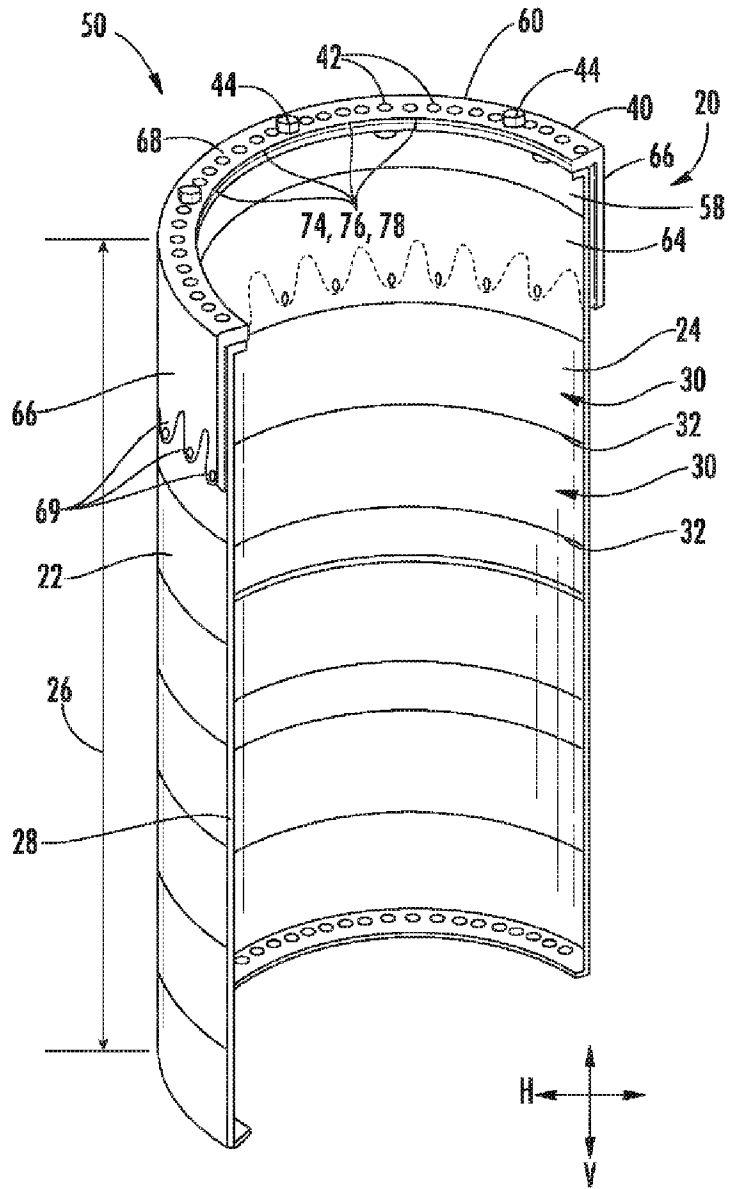


FIG. 3

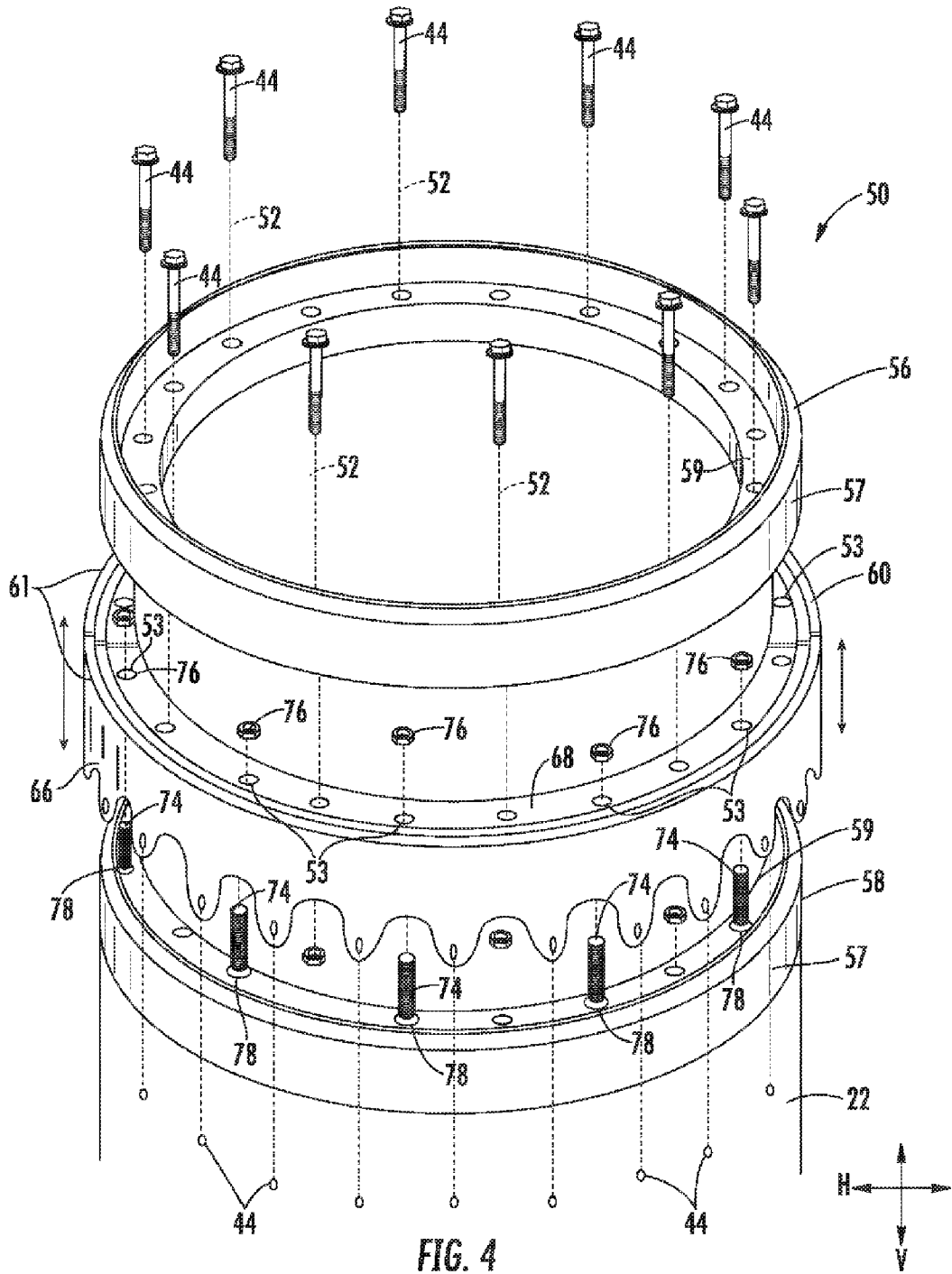


FIG. 4

