

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 519**

51 Int. Cl.:

E04B 1/58 (2006.01)

F03D 11/04 (2006.01)

F16L 23/036 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09175409 .3**

96 Fecha de presentación: **09.11.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2192245**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.06.2010**

54 Título: **Torre para una turbina eólica y método para montar la torre**

30 Prioridad:
27.11.2008 DK 200801671
01.12.2008 US 118680 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.08.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.08.2012

73 Titular/es:
Vestas Wind Systems A/S
Hedeager 44
8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:
Kristensen, Jonas

74 Agente/Representante:
Arias Sanz, Juan

ES 2 386 519 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

Torre para una turbina eólica y método para montar la torre.

Campo técnico

5 La presente invención se refiere generalmente a una planta de energía eólica y a un procedimiento para montar una planta de energía eólica.

Antecedentes de la invención

10 Las torres para plantas de energía eólica pueden estar construidas con, por ejemplo, armazones de enrejado de acero, hormigón, tubos de acero o materiales compuestos. Actualmente, las torres están hechas predominantemente de un número de secciones tubulares de acero montadas unas encima de otras e interconectadas utilizando juntas de bridas atornilladas. El procedimiento para conectar objetos por medio de juntas de bridas atornilladas es conocido desde antiguo en la técnica y el procedimiento se emplea universalmente.

Las bridas están dotadas habitualmente de una pluralidad de orificios pasantes distribuidos uniformemente a lo largo de las bridas. Esta disposición permite utilizar un gran número de tornillos y sus tuercas correspondientes.

15 Un modo de montar secciones de una torre de turbina eólica utilizando tornillos y tuercas se divulga en la solicitud de patente norteamericana US2006000185.

20 Sin embargo continuamente se están desarrollando torres más grandes y pesadas ya que esto es un modo bastante sencillo de aumentar la potencia de salida de la planta de energía eólica aprovechando la mayor velocidad del viento, y por tanto el mayor contenido de energía, a una altitud superior. Como consecuencia, las cargas eólicas sobre la torre han aumentado significativamente y los requerimientos de resistencia de los componentes de la torre eólica en general y de sus juntas de bridas en concreto, aumentarán asimismo. Consecuentemente, el número requerido de tornillos y tuercas correspondientes se ha incrementado significativamente de igual modo. Sin embargo, esto está en conflicto con el objetivo constante de reducir el peso de la torre, el consumo de material, el trabajo necesario para instalar la planta de energía eólica y por tanto el coste total. Una planta de energía eólica de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 es conocida por el documento DE 102 23 429 C1.

Sumario de la invención

25 En vista de lo anterior, un objetivo de la presente invención es posibilitar el uso de un número incrementado de tuercas y tornillos con el fin de interconectar una brida de una sección de torre con una brida de un elemento contiguo.

30 Otro objetivo es disminuir el tamaño de las bridas tanto de las secciones de torre como del elemento contiguo, consiguiendo así ahorros de material.

Aún es otro objetivo aumentar la resistencia estructural de la torre en su conjunto.

Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un procedimiento para montar una torre, siendo dicha torre parte de la planta de energía eólica.

35 En vista de al menos estos objetos, la invención se refiere a una planta de energía eólica que comprende una torre, comprendiendo dicha torre al menos una sección de torre dotada de al menos una brida y que forma al menos parte de la pared de la torre, comprendiendo además dicha planta de energía un elemento dotado de al menos una brida y adaptado para ser instalado contiguamente a dicha sección de torre, en la que dicha sección de torre y dicho elemento tienen bridas en apoyo, estando interconectadas dichas bridas de modo liberable mediante conjuntos de tornillos y tuercas, en el que al menos una superficie asociada con cada conjunto de tornillo y tuerca y que se encara hacia fuera de dichas bridas está dotada de una pluralidad de cavidades para recibir proyecciones de un dispositivo de apriete.

40 Proporcionando una superficie de cada tornillo o tuerca que se encara hacia fuera de dichas bridas con una pluralidad de cavidades y permitiendo consecuentemente que reciban proyecciones del dispositivo de apriete, se puede aplicar un par por medio del dispositivo de apriete sin acoplamiento con las superficies laterales externas del tornillo o la tuerca. En su lugar, la superficie de interfaz para la transmisión de par al tornillo o a la tuerca es la superficie dotada de una pluralidad de cavidades. Como consecuencia, se necesita menos espacio con el fin de apretar conjuntos individuales de tornillos y tuercas.

45 Esto significa que los conjuntos de tornillos y tuercas pueden ser situados más cerca de la pared de la torre dado que se necesita menos espacio alrededor de la tuerca para apretar el tornillo. Por consiguiente, la brida puede ser reducida, reduciendo así el consumo de material, los costes de producción e igualmente el peso de la torre.

50 Además, los conjuntos individuales de tornillos y tuercas pueden ser situados más próximos entre sí, asegurando que se puede instalar un número incrementado de tornillos y tuercas a lo largo de la circunferencia de las bridas. El

número incrementado en combinación con la ubicación más cercana de los tornillos y tuercas con relación a la pared de la torre puede aumentar la estabilidad estructural de la torre.

5 El elemento adaptado para ser instalado contiguo a la sección de torre puede ser otra sección de torre, unos cimientos de la torre, una góndola o algún otro componente de la planta de energía eólica. Por consiguiente, los conjuntos de tornillos y tuercas pueden disponerse en cualquier interconexión entre las principales partes estructurales de una planta de energía eólica, partes estructurales que están interconectadas mediante juntas de bridas.

Dichas tuercas pueden estar dotadas de dichas cavidades, por lo que los tornillos como tales pueden ser tornillos estandarizados y fácilmente disponibles.

10 Cada uno de dichos tornillos puede tener una cabeza de tornillo dotada de dichas cavidades. Tal tornillo puede ser utilizado bien con una tuerca estandarizada, fácilmente disponible, o con una tuerca dotada de cavidades.

15 Al menos uno de dichos conjuntos de tornillos y tuercas puede comprender un prisionero y dos tuercas, cada una de dichas tuercas dotada con dichas cavidades. Un prisionero es conocido por tener un vástago roscado lo largo de toda su longitud o a lo largo de una parte de sus dos extremos. Dicho prisionero puede ser un prisionero estandarizado y fácilmente disponible.

Cada tornillo puede comprender adicionalmente un vástago roscado al menos parcialmente, estando dispuesto dicho tornillo de tal modo que el vástago es paralelo al eje longitudinal de la torre y en el que la distancia entre una pared de la torre que se encara con dicha brida y una periferia externa del vástago es inferior a 70 mm, preferentemente inferior a 60 mm, y del modo más preferido inferior a 50 mm.

20 Se debe entender que la distancia a la pared de la torre depende del tamaño de la tuerca y de la cabeza del tornillo. Como el par requerido para tensar el tornillo y la tuerca puede aplicarse mediante un dispositivo de apriete sin acoplarse con los lados laterales de la cabeza del tornillo o de la tuerca, la cabeza del tornillo o la tuerca puede disponerse directamente contiguos a la pared de la torre. Por consiguiente, la anchura de la brida puede reducirse a la vez que se mantiene la estabilidad estructural de la torre.

25 Cada tornillo puede estar dispuesto de tal manera que una cabeza del mismo esté orientada hacia abajo. El técnico que instale la torre eólica puede realizar así sus tareas en una posición de trabajo óptima. Esto facilita asimismo la conexión del tornillo con la tuerca correspondiente, ya que el roscado de la tuerca sobre el vástago del tornillo puede ser controlado visualmente.

30 Dichas cavidades pueden estar dotadas de una profundidad tal que proyecciones de un dispositivo de apriete sean completamente insertables en dichas cavidades. De este modo se asegura el contacto de la superficie del tornillo o tuerca dotado de cavidades y la superficie del dispositivo de apriete a partir del que se extienden las proyecciones. La fricción entre estas dos superficies puede proporcionar un agarre adicional mientras se aprietan el tornillo y la tuerca.

35 Dichas cavidades pueden estar dotadas de tal anchura que las superficies laterales internas de las cavidades apoyen sobre superficies laterales externas de proyecciones de un dispositivo de apriete cuando dichas proyecciones sean insertadas en dichas cavidades. De este modo se consigue un ajuste estrecho del dispositivo de apriete y del tornillo o tuerca, mientras se aprietan el tornillo y tuerca. Esto puede contribuir a una transferencia de par mejorada del dispositivo de apriete al tornillo o tuerca.

40 Las cavidades pueden ser orificios cilíndricos ciegos dispuestos paralelamente entre sí. De este modo, se puede conseguir un proceso de fabricación de tornillos o tuercas simplificado, utilizando útiles relativamente sencillos. Esto puede reducir los costes globales de producción. Se entenderá que se pueden disponer cavidades con la misma función como orificios pasantes.

45 De acuerdo con otro aspecto, la invención se refiere un procedimiento para unir una sección de torre a un elemento contiguo de una planta de energía eólica que comprende: disponer la sección de torre y el elemento de tal modo que una brida de la sección de torre se ponga en contacto con una brida del elemento, alinear orificios dispuestos en la brida de la sección de torre con orificios dispuestos en la brida del elemento, interconectar las bridas por conjuntos de tornillos y tuercas, extendiéndose los tornillos a través de al menos algunos de los orificios alineados y apretar cada conjunto de tornillo y tuerca con un dispositivo de apriete que tiene proyecciones adaptadas para acoplarse con cavidades dispuestas en al menos una superficie asociada con dicho conjunto y encaradas hacia fuera de las bridas.

50 El procedimiento permite, como se ha discutido anteriormente a la vista de la planta de energía eólica, situar conjuntos de tornillos y tuercas más cerca de la pared de la torre. Esto puede hacer posible reducir la anchura de la brida, reduciendo así el consumo de material y el peso total de la torre.

Además, el procedimiento de la invención puede hacer posible instalar un número incrementado de conjuntos de tornillos y tuercas a lo largo de la circunferencia de la brida, aumentando así la estabilidad estructural de la torre.

5 El procedimiento puede comprender además la etapa de disponer cada tornillo de tal modo que una cabeza del mismo esté orientada hacia abajo. El técnico que instale la torre puede realizar así sus tareas (por ejemplo, el apriete de los conjuntos de tornillos y tuercas) en una posición de trabajo óptima. Esto facilita asimismo la conexión del tornillo con la tuerca correspondiente, ya que el roscado de la tuerca sobre el vástago del tornillo puede ser controlado visualmente.

Otros objetivos, características y ventajas de la presente invención se presentarán a partir de la siguiente descripción detallada, de las reivindicaciones adjuntas así como de los dibujos.

10 En general, todos los términos utilizados en las reivindicaciones deben ser interpretados de acuerdo con su significado ordinario en el campo técnico, a menos que se defina aquí explícitamente de otro modo. Todas las referencias a "un/uno/el [elemento, dispositivo, componente, medios, etapa, etc.]" se interpretarán de modo abierto en referencia al menos a un ejemplo de dicho elemento, dispositivo, componente, medios, etapa, etc., a menos que se establezca explícitamente de otro modo. Las etapas de cualquier procedimiento divulgado aquí no tienen que ser realizadas en el orden exacto divulgado, a menos que se establezca explícitamente.

Breve descripción de los dibujos

15 Lo anterior, así como objetos, características y ventajas adicionales de la presente invención, se comprenderá mejor mediante la siguiente descripción detallada ilustrativa y no limitativa de realizaciones preferidas de la presente invención, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que los mismos números de referencia se utilizarán para elementos similares.

La figura 1 es una vista esquemática de una planta de energía eólica.

20 La figura 2 es una vista en sección transversal de una junta de bridas entre dos secciones contiguas de la torre sin ningún tornillo ni tuerca.

La figura 3 es una vista en sección transversal de una junta de bridas entre dos secciones contiguas de la torre con una pluralidad de conjuntos de tornillos y tuercas.

La figura 4 muestra una primera realización de un conjunto de tornillo y tuerca.

25 La figura 5 muestra una segunda realización de un conjunto de tornillo y tuerca.

La figura 6 muestra una realización de un dispositivo de apriete.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

30 La figura 1 es una vista esquemática de una planta de energía eólica 1 con una góndola 3 soportada por una torre 2. El propósito de la torre 2 es soportar el peso de una góndola 3 que está dispuesta en la parte superior de la torre 2. Adicionalmente, sirve para ubicar las palas de rotor 4 a una altura de funcionamiento adecuada.

Las torres modernas comprenden una pluralidad de secciones tubulares de torre 5, que pueden fabricarse en segmentos de 20-30 metros de longitud y montarse subsiguientemente unas encima de otras para proporcionar la torre de una altura suficiente. Típicamente, las secciones de torre están fabricadas de acero. La forma de las secciones individuales de torre es normalmente de cilindro recto o troncocónica.

35 La figura 2 es una vista en sección transversal vertical de una parte de una sección de torre superior 8 e inferior 9 con bridas 6, 7 correspondientes.

40 Cada sección de torre 8, 9 comprende normalmente una brida situada en cada extremo de la sección de torre. Una primera brida 6 está unida a la sección de torre superior 8 y una segunda brida 7 está unida a la sección de torre inferior 9. En la realización divulgada, cada brida 6, 7 discurre a lo largo de toda la circunferencia de la sección de torre 8, 9 asociada. Debe entenderse que las bridas pueden estar divididas asimismo en un número de secciones de brida que forman conjuntamente una brida circunferencial continua o no continua.

Por razones prácticas, cada brida 6, 7 está montada normalmente a la sección de torre individual como una pieza separada utilizando una técnica de unión adecuada, por ejemplo soldadura.

45 La primera brida 6 tiene una sección transversal en forma sustancialmente de L, con una primera pata 10 que se extiende horizontalmente hacia el interior de la torre, formando así un ángulo sustancialmente perpendicular con el eje longitudinal LA de las secciones de torre 8 y 9, y una segunda pata 11 unida a la sección de torre superior 8 por medio de un cordón de soldadura 50 en el borde inferior 12 de dicha sección de torre superior 8.

50 Análogamente, la segunda brida 7 tiene asimismo una sección transversal en forma sustancialmente de L, con una primera pata 13 que se extiende horizontalmente hacia el interior de la torre, formando así un ángulo sustancialmente perpendicular con el eje longitudinal LA de las secciones de torre 8, 9, y una segunda pata 14 unida a la sección de torre inferior 9 mediante un cordón de soldadura 50 en el borde superior 15 de dicha sección de torre

inferior 9.

Las primeras patas 10, 13 que se extienden horizontalmente hacia dentro de las bridas 6, 7 primera y segunda están en contacto directo entre sí.

5 Cada brida 6, 7 está dotada a lo largo de su extensión circunferencial de un número de orificios pasantes 16. Los orificios pasantes 16 pueden estar separados entre sí circunferencialmente por igual, o dispuestos en grupos. Los orificios pasantes 16 de la primera brida 6 están alineados con los orificios pasantes de la segunda brida 7.

Las bridas 6, 7 se utilizan como superficies planas de soporte cuando las dos secciones de torre contiguas superior 8 e inferior 9 van a interconectarse.

10 Ahora volviendo de nuevo a la figura 3, se muestra una parte de las secciones de torre superior e inferior 8, 9 con las bridas 6, 7 correspondientes en un estado interconectado.

Como se puede observar, las bridas 6, 7 están interconectadas mediante una pluralidad de conjuntos 18 de tornillos 19 y tuercas 20 que se acoplan con dichos orificios pasantes 16. Los tornillos pueden estar dotados de arandelas (no mostradas).

15 Típicamente, cada tornillo 19 está dispuesto de tal modo que una cabeza de tornillo 25 del mismo, una vez instalado, está orientada hacia abajo. Sin embargo, se pueden concebir igualmente cabezas de tornillo 25 orientadas hacia arriba. Típicamente, se utilizan tornillos estandarizados y fácilmente disponibles. El tornillo 19 puede estar roscado a lo largo de toda la longitud de su vástago 26 o, como se muestra, estar roscado sólo a lo largo de su extremo libre.

20 Como se puede observar en las figuras 3 y 4, cada tuerca 20 tiene un roscado interno que se acopla con la sección roscada del vástago del tornillo 26. La tuerca 20 de acuerdo con la realización mostrada tiene una sección transversal circular, aunque se debe entender que otras formas de sección transversal son igualmente posibles. Esto se aplica asimismo a la cabeza de tornillo 25.

25 La superficie 22 de la tuerca 20 encarada hacia afuera de la cabeza del tornillo 25 y la brida está dotada de una pluralidad de cavidades 21 que se extienden en la dirección longitudinal del vástago 26. En la realización divulgada, las cavidades 21 están conformadas como orificios cilíndricos ciegos y dispuestas paralelamente entre sí y distribuidas circunferencialmente de modo uniforme. Aun así debe entenderse que se puede utilizar cualquier patrón y geometría. Asimismo, debe entenderse que las cavidades pueden ser proporcionadas como orificios pasantes. Típicamente, existen 6-12 cavidades 21 por tuerca 20, dependiendo del tamaño de la tuerca.

Aunque no se muestra, debe entenderse que, generalmente, la cabeza del tornillo 25 como tal puede estar dotada de cavidades que se corresponden con las cavidades de la tuerca.

30 Volviendo de nuevo a la figura 5, como alternativa a un tornillo roscado y a una tuerca dotada de dichas cavidades, el tornillo puede ser un denominado prisionero 19', esto es, un vástago 26' dotado de roscas, ya sea a lo largo de toda su longitud o a lo largo de sus dos extremos libres. Tal prisionero 19' se utiliza conjuntamente con dos tuercas 20', cada una de las cuales tiene las cavidades 21 anteriormente descritas.

35 La figura 6 muestra una realización de un dispositivo de apriete 27. El dispositivo de apriete 27 comprende típicamente una cabeza de acoplamiento 30 que tiene una pluralidad de proyecciones 28 distribuidas circunferencialmente. El patrón de distribución así como el tamaño y geometría de las proyecciones 28 se corresponde con aquellos de las cavidades 21 de la tuerca 20. Un dispositivo de apriete 27 dedicado puede estar disponible para cada tamaño de tuerca.

40 El dispositivo de apriete 27 puede incluir, como se muestra en la figura 6, un mango 31 adaptado para funcionar conjuntamente con la cabeza de acoplamiento 30. El mango 31 puede ser un mango fijo, un mango intercambiable, o incluso una llave de trinquete.

45 En referencia de nuevo a las figuras 2 y 3, cuando se unen las dos secciones de torre 8, 9 mediante dicha junta de bridas, las dos secciones de torre se disponen una encima de la otra con las dos bridas 6, 7 opuestas apoyándose planas una contra la otra de modo que sus correspondientes orificios pasantes 16 estén alineados. Un tornillo 19 se dispone en cada orificio pasante 16 así formado y una tuerca 20 se rosca en el extremo libre del tornillo 19. A continuación, la cabeza de acoplamiento 30 del dispositivo de apriete 27 se dispone contra la tuerca 20 con las proyecciones 28 insertadas en las cavidades 21. Finalmente, el tornillo 19 se tensa aplicando un par suficiente sobre la tuerca 20. Este procedimiento se repite a lo largo de toda la junta de bridas.

50 Al permitir juego entre la superficie inferior de la cavidad 21 y la superficie delantera de la proyección 28, es decir la profundidad de las cavidades está excediendo la longitud de las proyecciones, las proyecciones 28 del dispositivo de apriete 27 son completamente insertables en dichas cavidades 21. Esto significa que se asegura el contacto entre la superficie de la tuerca 22 dotada de las cavidades 21 y la superficie del dispositivo de apriete 27 a partir del que se extienden las proyecciones 28. Consecuentemente, la fricción entre las superficies laterales internas de las cavidades y las superficies laterales externas de las proyecciones proporciona un agarre adicional mientras se está

apretando la tuerca 20.

5 Al proporcionar cavidades 21 con tal anchura que sus superficies laterales internas apoyen contra las superficies laterales externas de las proyecciones 28, se consigue un ajuste estrecho del dispositivo de apriete 27 y de la tuerca 20 mientras se aprieta la tuerca 20. Esto puede contribuir a una transferencia mejorada de par del dispositivo de apriete 27 a la tuerca 20.

Por el diseño de las cavidades 21 y las proyecciones 28, el dispositivo de apriete 27 puede acoplarse con la tuerca 20 y apretarla sobre el tornillo 19 sin acoplarse con las superficies laterales de la tuerca 20. Como consecuencia, se necesita menos espacio con el fin de apretar tuercas individuales 20.

10 Al acoplarse el dispositivo de apriete 27 con la tuerca 20 en la dirección longitudinal del tornillo 19 sin ningún acoplamiento circunferencial externo, se puede utilizar un mayor número de conjuntos 18 de tornillos 19 y tuercas 20, lo que permite una mayor resistencia estructural de la torre. Asimismo, la anchura de las bridas puede ser reducida ya que los conjuntos 18 de tornillos 19 y tuercas 20 pueden disponerse más cerca de la pared longitudinal de la sección de torre, lo que permite un peso y un consumo de material reducidos y por lo tanto un diseño de torre más barato.

15 El diseño anteriormente descrito de la junta de bridas es conocido como junta de bridas en L. Aunque las bridas se describen como dirigidas hacia el interior de la torre, pueden estar dirigidas, dentro del ámbito de la invención, hacia fuera desde el interior de la torre. Asimismo, el concepto de la invención es aplicable igualmente a juntas de bridas en T (no mostradas) en las que cada brida tiene una sección transversal en forma de T con una primera pata que se extiende horizontalmente en el interior de la torre y una segunda pata que se extiende horizontalmente hacia el exterior de la torre, en las que ambas patas están dotadas de orificios pasantes para recibir conjuntos de tornillos y tuercas.

25 La junta de bridas anteriormente divulgada ha sido descrita con relación a dos secciones de torre contiguas, superior e inferior, que van a ser interconectadas. Sin embargo, se puede concebir asimismo la junta de bridas descrita con relación a otros elementos de la planta de energía eólica, tales como entre una sección de torre y una parte de los cimientos de la torre, o entre la góndola y una sección más superior de la torre. En el caso de que se utilicen conjuntos de tornillos y tuercas entre la góndola y la sección más superior de la torre, dichos tornillos se disponen preferentemente para extenderse a través de un sistema de guiñada, sistema de guiñada que permite que la góndola gire a la vista de la torre. La junta de bridas es aplicable asimismo en la conexión de otros elementos tales como piezas de transición a las secciones de torre.

30 La invención ha sido descrita principalmente en lo anterior con referencia a realizaciones, según se definen por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una planta de energía eólica que comprende una torre (2), comprendiendo dicha torre al menos una sección de torre (8) dotada de al menos una brida (6) y que forma al menos parte de la pared de la torre,
- 5 comprendiendo además dicha planta de energía un elemento (9) dotado de al menos una brida (7) y adaptado para ser instalado contiguamente a dicha sección de torre, en el que dicha sección de torre (8) y dicho elemento (9) tienen bridas en apoyo (6, 7), estando dichas bridas interconectadas de modo liberable mediante conjuntos (18) de tornillos (19) y tuercas (20), caracterizada porque
- al menos una superficie asociada con cada conjunto de tornillo y tuerca y enfrentada hacia fuera de dichas bridas está dotada de una pluralidad de cavidades (21) para recibir proyecciones (28) de un dispositivo de apriete (27).
- 10 2. Una planta de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicho elemento (9) es una sección de torre.
3. Una planta de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicho elemento (9) es unos cimientos de la torre.
- 15 4. Una planta de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicho elemento (9) es una góndola de la planta de energía eólica.
5. Una planta de energía eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichas tuercas (20) están dotadas de dichas cavidades (21).
6. Una planta de energía eólica de acuerdo con las reivindicaciones 1-4, en la que cada uno de dichos tornillos (19) tiene una cabeza de tornillo dotada de dichas cavidades (21).
- 20 7. Una planta de energía eólica de acuerdo con las reivindicaciones 1-4, en la que al menos uno de dichos conjuntos (18) de tornillos y tuercas comprende un prisionero (19') y dos tuercas (20'), dichas dos tuercas dotadas cada una de dichas cavidades (21).
8. Una planta de energía eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que cada tornillo (19) comprende además un vástago (26) roscado al menos parcialmente, estando dispuesto dicho tornillo de tal modo que su vástago es paralelo al eje longitudinal de la torre y en el que la distancia entre una pared de la torre enfrentada hacia dicha brida (6, 7) y una periferia externa del vástago es inferior a 70 mm, preferentemente inferior a 60 mm, y, en el modo preferido, inferior a 50 mm.
- 25 9. Una planta de energía eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que cada tornillo (19) está dispuesto de tal modo que una cabeza del mismo está orientada hacia abajo.
- 30 10. Una planta de energía eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichas cavidades (21) están dotadas de tal profundidad que las proyecciones (28) del dispositivo de apriete (27) son completamente insertables en dichas cavidades (21).
11. Una planta de energía eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichas cavidades (21) están dotadas de tal anchura que las superficies laterales internas de las cavidades apoyan sobre superficies laterales externas de las proyecciones (28) del dispositivo de apriete (27) cuando dichas proyecciones están insertadas en dichas cavidades.
- 35 12. Una planta de energía eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichas cavidades (21) son taladros cilíndricos ciegos dispuestos paralelamente entre sí.
13. Un procedimiento para unir una sección de torre (8) a un elemento contiguo (9) de una planta de energía eólica, que comprende:
- 40 disponer la sección de torre (8) y el elemento (9) de tal modo que una brida (6) de la sección de torre se ponga en contacto con una brida (7) del elemento,
- alinear orificios (16) dispuestos en la brida de la sección de torre con orificios (16) dispuestos en la brida del elemento,
- 45 interconectar las bridas mediante conjuntos (18) de tornillos (19) y tuercas (20), estando dispuestos y extendiéndose los tornillos a través de al menos algunos de los orificios alineados, y
- apretar cada conjunto de tornillo y tuerca con un dispositivo de apriete (27) que tiene proyecciones (28) adaptadas para acoplarse con cavidades dispuestas en al menos una superficie asociada con dicho conjunto y enfrentada hacia fuera de las bridas.

14. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, que comprende adicionalmente la etapa de disponer cada tornillo de tal modo que una cabeza del mismo esté orientada hacia abajo.

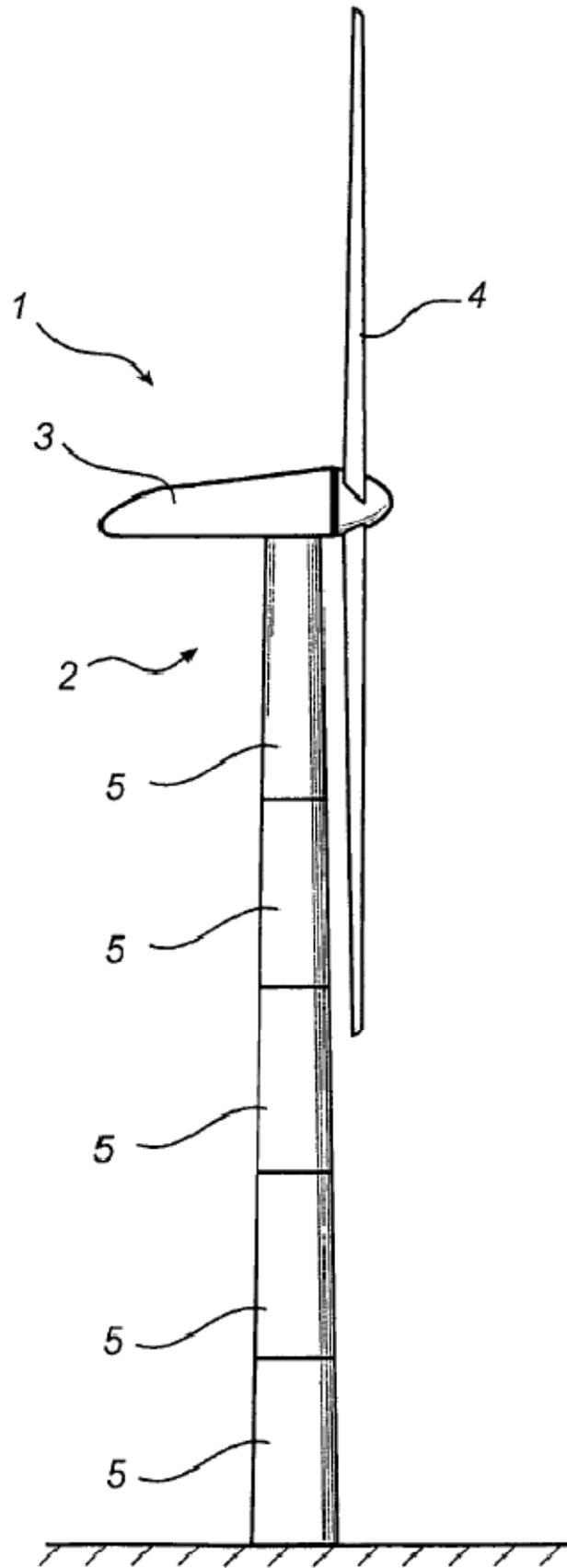


Fig. 1

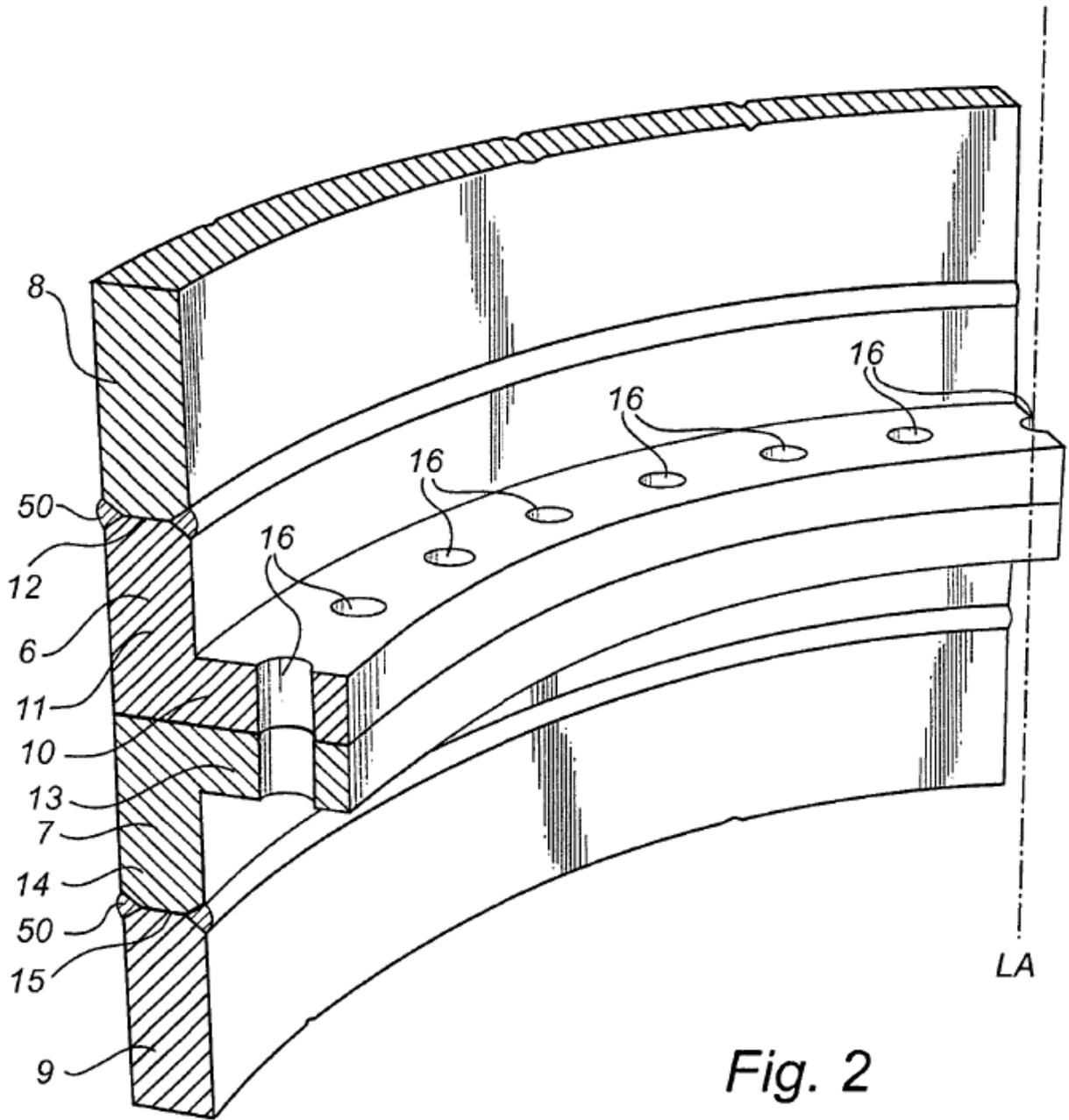


Fig. 2

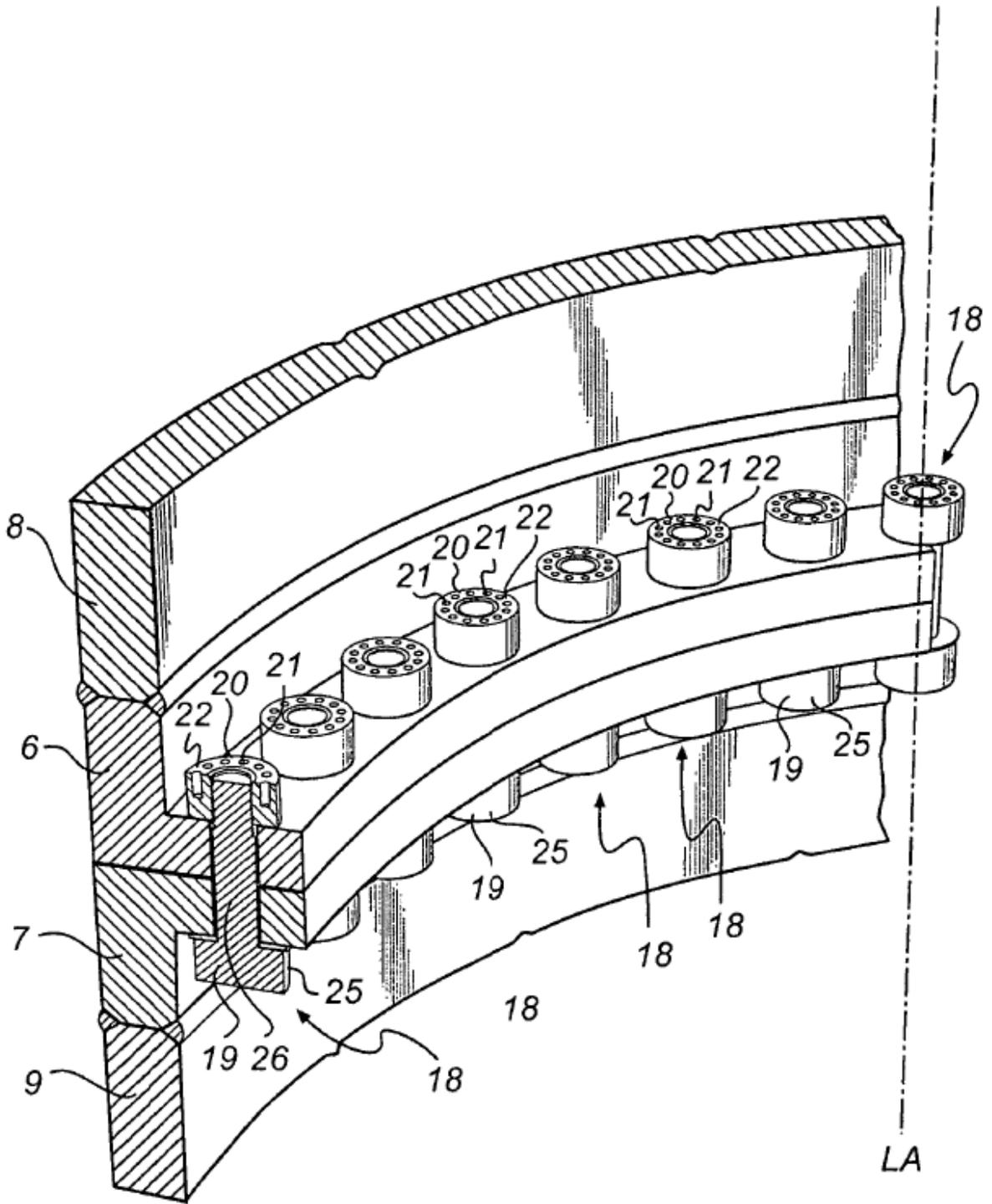


Fig. 3

