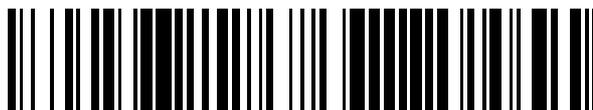


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 770 657**

51 Int. Cl.:

**F03D 13/20** (2006.01)

**F03D 13/25** (2006.01)

**E02B 17/00** (2006.01)

**E02B 17/02** (2006.01)

**E04H 12/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.03.2016 E 16161353 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2019 EP 3076013**

54 Título: **Método y estructura de unión para unir una estructura de cimentación a una estructura de soporte de una planta de energía eólica y planta de energía eólica**

30 Prioridad:

**01.04.2015 DE 202015002455 U**

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

**02.07.2020**

73 Titular/es:

**SENVION GMBH (100.0%)  
Überseering 10  
22297 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

**SEIDEL, MARC**

74 Agente/Representante:

**SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio**

**ES 2 770 657 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**

Método y estructura de unión para unir una estructura de cimentación a una estructura de soporte de una planta de energía eólica y planta de energía eólica

5

La invención se refiere a un método para unir una estructura de cimentación a una estructura de soporte de una planta de energía eólica, en donde la estructura de cimentación, que tiene una brida circular dispuesta en su parte superior, se coloca y se fija en o sobre una base sólida y, posteriormente, se coloca una estructura de soporte en la estructura de cimentación y se fija mediante una unión con brida. La invención además se refiere a una estructura de unión para unir una estructura de cimentación a una estructura de soporte de una planta de energía eólica y a una planta de energía eólica.

10

En la práctica, la construcción de una planta de energía eólica se lleva a cabo en varias etapas. Primero, una estructura de cimentación, es decir, una especie de fundamento, se fija al suelo o en el suelo. Para las plantas de energía eólica en altamar se conocen, por ejemplo, las llamadas estructuras de camisa, que consisten en una torre reticulada con varias patas que se anclan al lecho marino, posiblemente después de niveladas, o monopilotes, es decir, tubos de acero de varios metros de diámetro que se hincan en el lecho marino.

15

Luego, en la parte superior de esta estructura de cimentación se coloca una estructura de soporte de la planta de energía eólica. Esta puede ser la torre o un segmento inferior de la torre, o una llamada "pieza de transición", que puede ser cilíndrica o cónica y en este último caso se crea una transición entre el diámetro más grande de la estructura de cimentación y el diámetro más pequeño de la parte inferior de la torre.

20

Al construir plantas de energía eólica, es muy importante que la unión para la torre esté nivelada con exactitud. Esto es un desafío particular para las plantas de energía eólica en altamar, ya que en la mayoría de los casos el posicionamiento y la alineación de la estructura de cimentación debe hacerse bajo el agua. En el caso de las estructuras de camisa esto se refiere a la alineación de las patas. Al hincar un monopilote, no siempre se garantiza la alineación exacta del mismo.

25

En la actualidad, se utilizan diversas medidas para la nivelación. En los monopilotes se utiliza, por ejemplo, la llamada "junta inyectada". Esta es una conexión de un tubo dentro de otro que se funde con hormigón de alta resistencia. El tubo exterior superior sobre la superficie del agua puede alinearse verticalmente antes de la fundición, y, por tanto, la cavidad entre el monopilote interior y el tubo superior exterior es asimétrica.

30

Las uniones con brida son ventajosas para crear conexiones seguras y que soporten la carga entre la estructura de cimentación y la estructura de soporte. Sin embargo, hincar un monopilote con una brida superior es problemático, ya que la brida puede deformarse. Además, hasta ahora no se conocen soluciones para corregir la alineación de las piezas de unión con bridas en la escala utilizada en el montaje de las plantas de energía eólica.

35

La patente de los Estados Unidos US 2011/0138720 A1 describe una estructura de unión que permite una unión con brida nivelada de un fundamento a la brida de una torre. Para ello, se prepara un fundamento, que tiene un canaleta circular en el que se colocan los pernos de sujeción, con los que se fija una brida del segmento inferior de la torre. Primero se colocan en los pernos manguitos plásticos que crean una junta plana en la superficie del canaleta y protegen los pernos, hasta una altura superior, contra un líquido de lechada y la penetración de agua. Luego se llena con un hormigón de lechada líquida, que es autonivelante.

40

45

Por el contrario, la presente invención tiene por objetivo proporcionar un método y una estructura de unión para una planta de energía eólica, con los que es posible una instalación permanentemente segura y sencilla de plantas de energía eólica, así como una correspondiente planta de energía eólica.

50

Este objetivo se logra con un método para unir una estructura de cimentación a una estructura de soporte de una planta de energía eólica, en donde la estructura de cimentación tiene una brida circular dispuesta en su parte superior, y el método tiene las etapas de:

- Colocar y fijar la estructura de cimentación en o sobre una base,
- Rellenar un canaleta circular en la brida circular de la estructura de cimentación con un compuesto de relleno autonivelante al menos hasta una profundidad mínima de llenado,
- Colocar una estructura de soporte sobre la estructura de cimentación, en donde la estructura de soporte se coloca en el canal sobre el compuesto de relleno endurecido con una brida circular inferior,
- Fijar la estructura de soporte (80) sobre la estructura de cimentación (70) por medio de una unión con brida utilizando sujetadores,
- Tensar los sujetadores para que el compuesto de relleno (67) se coloque bajo un pretensado, que se logra mediante la inserción y/o colocación de una junta en una cavidad exterior entre la pared interior de un canaleta y una cubierta exterior de la estructura de soporte durante o después de producirse la unión con brida entre la estructura de cimentación y la estructura de soporte.

55

60

De manera particularmente ventajosa se resuelve un método de unión de una estructura de cimentación a una estructura de soporte de una planta de energía eólica, en donde la estructura de cimentación, que tiene una brida circular dispuesta en su parte superior, se coloca y se fija en o sobre una base sólida y, posteriormente, se posiciona una estructura de soporte sobre la estructura de cimentación y se fija por medio de una unión con brida, que se perfecciona aún más, por el hecho de que la brida circular de la estructura de cimentación tiene un canaleta circular que se llena con un compuesto de relleno autonivelante al menos hasta una profundidad de relleno mínima antes de colocar la estructura de soporte, la estructura de soporte se coloca con una brida circular inferior en el canaleta sobre el compuesto de relleno endurecido, y la unión con brida se produce utilizando sujetadores con los que el compuesto de relleno se coloca bajo un pretensado.

Para la unión realizada de acuerdo con la invención no se requiere ninguna otra medida de apoyo. Por la influencia de la gravedad, el uso de un compuesto de relleno autonivelante asegura por sí solo que la superficie de soporte de la brida inferior esté nivelada y sea horizontal para la estructura de soporte. El compuesto de relleno es autonivelante. Esto significa que tiene una viscosidad suficientemente baja durante la fundición como para que pueda distribuirse en el canaleta circular de manera tal que forme una superficie lisa alineada perpendicularmente con respecto a la dirección de la gravedad. De esta manera, por ejemplo, se pueden compensar las inclinaciones de los monopilotes. También permite el hincado de un monopilote, en el que la brida se puede distorsionar y ya no sería adecuada para una unión con brida convencional, ya que las deformaciones de la brida que se producen en el rango de milímetros también se compensan con el compuesto de relleno y el canaleta. En tal caso, los orificios de las bridas para los sujetadores en la brida circular de la estructura de cimentación y/o la estructura de soporte deben ser lo suficientemente grandes como para permitir la holgura que se produce de esa manera.

Mecánicamente, se garantiza una unión estable manteniendo una profundidad mínima de relleno a lo largo de toda la circunferencia del canaleta, lo que asegura que la brida superior, que recibe todo el peso de la torre, la sala de máquinas y el rotor de la planta de energía eólica al compuesto de relleno, no se quiebre. La profundidad mínima específica debe ser seleccionada en base a las propiedades del material de fundición seleccionado y las fuerzas que actúan sobre él. Preferentemente, se utiliza una resina de moldeo como compuesto de relleno. Preferentemente, la profundidad mínima de relleno alcanza también al menos 20 mm, esencialmente al menos 30 mm, en un punto plano del fondo del canaleta causado por una inclinación o deformación de la brida.

Como sujetadores con los que se puede colocar el compuesto de relleno bajo un pretensado se utilizan, preferentemente, uniones atornilladas. Alternativamente, se pueden usar pernos, remaches, varillas o cuerdas.

Cuando se utilizan tornillos como sujetadores, el compuesto de relleno en el canaleta es pretensado apretando los tornillos de la unión con brida y se establece una pretensión o presión que excede las cargas alternas durante el funcionamiento de la planta de energía eólica. Independientemente de las condiciones de carga momentáneas durante la operación, el material de fundición siempre está sometido a una presión que el material de fundición, que puede ser soportada bien a largo plazo, por ejemplo, por la resina de moldeo. De esta manera no se producen las cargas de tensión perjudiciales, que dañarían el material de fundición, por ejemplo, a través de la formación de grietas. Para asegurar la estabilidad de la planta, la posible disminución de la pretensión residual de los tornillos se debe comprobar regularmente durante el funcionamiento de la planta de energía eólica y volver a apretarse si es necesario. Para ello se pueden calcular los intervalos de postensado.

Preferentemente, la estructura de la brida, en la que se incrusta el canaleta con el compuesto de relleno, debería seleccionarse con una pared de canaleta y un fondo de canaleta tan macizo o fuerte que las cargas de presión que emanan de la brida de la estructura de soporte y se transmiten a través del compuesto de relleno hacia abajo y hacia los lados sean absorbidas y transmitidas sin dañar la brida. Una fuerte carga de presión se aplica en un ángulo de 45° desde los bordes de la brida de la estructura de soporte que presiona sobre el compuesto de relleno.

Ventajosamente, el canaleta tiene una forma que coincide con la sección transversal de la brida de la estructura de soporte. En una modalidad particularmente preferida es circular.

A fin de facilitar el tratamiento posterior del compuesto de relleno después de la fundición, ventajosamente los orificios pasantes de la brida circular de la estructura de cimentación se protegen contra la penetración del compuesto de relleno en los orificios de la brida mediante cuerpos de relleno o manguitos insertados a través de los orificios de la brida, especialmente en forma de paredes de entramado, en donde esencialmente los cuerpos de relleno o manguitos se retiran de nuevo antes de colocar la estructura de soporte sobre la brida. De esta manera, es posible mantener abiertos y libres de compuesto de relleno los orificios de la brida situados en el fondo del canaleta, previstos para pasar los sujetadores, preferentemente tornillos, con los que se produce y se pretensa la unión con brida.

Estos cuerpos de relleno o manguitos se retiran fácilmente después de que el compuesto de relleno se haya fraguado o en un momento en el que ya haya perdido su fluidez. Los manguitos también pueden dejar si su diámetro interno es lo suficientemente grande como para permitir el paso de los sujetadores, preferentemente tornillos, lo cual evita una etapa de trabajo adicional. La altura de los manguitos sobre el fondo del canaleta debe exceder la profundidad máxima de relleno prevista. Una altura que se corresponda con toda la profundidad del canaleta es suficiente.

Alternativamente, los orificios pasantes para los sujetadores, preferentemente tornillos, también pueden hacerse posteriormente, perforando el compuesto de relleno.

De acuerdo con la invención, durante o después de lograr la unión con brida entre la estructura de cimentación y la estructura de soporte, se inserta una junta y/o se coloca en o en una cavidad exterior entre una pared interior del canaleta y una cubierta exterior de la estructura de soporte, en donde la pared interior del canaleta y/o la cubierta exterior de la estructura de soporte tienen esencialmente una forma que permite fijar la junta por adherencia de forma o de fuerza. Preferentemente, se trata de una junta de expansión de volumen que se adapta a la cavidad con un ajuste perfecto y evita así el acceso a las partes de la cavidad que no están completamente cubiertas. Las juntas exteriores, es decir, las expuestas a la intemperie, protegen el compuesto de relleno en el canaleta de la influencia destructiva de la intemperie, es decir, en el caso de las plantas de energía eólica en altamar, por ejemplo, de la sal marina. Si es necesario, las juntas pueden ser reemplazadas a intervalos regulares. Se pueden insertar después de que se haya completado la unión con brida o se pueden colocar inmediatamente alrededor de una parte inferior de la estructura de soporte y penetrar en la cavidad que se va a sellar cuando se conecten a la estructura de la armazón.

La estructura de cimentación es preferentemente un monopilote hincado en el subsuelo, esencialmente en el fondo marino, en donde el hincado se realiza en un encofrado exterior, esencialmente en una pared exterior del canaleta, o en una estructura de cimentación de camisa. Con una estructura de cimentación de camisa, se puede omitido o al menos acortar la costosa alineación de las patas. La invención también incluye estructuras de cimentación alternativas, como tripilotes y trípodas.

El objetivo de la presente invención también se cumple mediante una estructura de unión para unir una estructura de cimentación a una estructura de soporte de una planta de energía eólica mediante una unión con brida, que comprende una brida circular en la parte superior de una estructura de cimentación que se puede fijar a una sección inferior en o sobre una base sólida, en donde la brida circular tiene un canaleta circular que se puede rellenar con un compuesto de relleno autonivelante, esencialmente una resina de moldeo, hasta una profundidad mínima de relleno, que se perfecciona por el hecho de que una cavidad exterior del canaleta se sella con una junta. Esta formación de un canaleta en la brida circular de la estructura de cimentación y su relleno, al menos parcialmente pero completamente circular, con un compuesto de relleno cumple y permite todas las ventajas y efectos técnicos descritos anteriormente para el método de acuerdo con la invención.

La estructura de unión comprende además una brida circular en la parte inferior de una estructura de soporte de la planta de energía eólica, que se puede colocar sobre el compuesto de relleno endurecido en el canaleta, en donde se puede producir una unión con brida pretensada entre la estructura de soporte y la estructura de cimentación por medio de sujetadores, preferentemente tornillos. Para ello, el canaleta tiene preferentemente un ancho mayor que el ancho de la brida de la estructura de soporte.

Ventajosamente, el canaleta tiene una profundidad que asegura que el compuesto de relleno se vierta con la profundidad mínima de relleno aun cuando la estructura de cimentación esté inclinada hasta  $0,5^\circ$ , esencialmente hasta  $1^\circ$ , siendo la profundidad mínima de relleno esencialmente 20 mm, esencialmente 30 mm. Tal profundidad mínima de relleno asegura en todos los puntos del canaleta circular que la brida de la estructura de soporte no sea empujada hacia adentro del compuesto de relleno por el peso de la planta de energía eólica.

Preferentemente, la brida circular de la estructura de cimentación se dispone transversal como un perfil en forma de "L" que sobresale hacia adentro o hacia afuera o como un perfil en forma de "T". Se prefiere particularmente el perfil en "L" que se proyecta hacia adentro, ya que solo se requiere una fila de sujetadores, preferentemente tornillos, y el canaleta está situado esencialmente dentro de la estructura protectora. En el marco de la invención también se incluyen las alternativas, una forma de "T" con una hilera interior de tornillos y una hilera exterior de tornillos, así como una forma de "L" que se proyecta hacia afuera de la brida.

De acuerdo con la invención, una cavidad exterior del canaleta se sella con una junta, en donde esencialmente una cubierta exterior de la junta se forma como una superficie de drenaje inclinada o curva o en la estructura de soporte se forma una superficie de drenaje inclinada o curva que cubre la cavidad. La junta asegura que el compuesto de sellado en el canaleta no envejezca prematuramente debido a las condiciones climáticas. Las superficies de drenaje permiten que las salpicaduras o el agua de lluvia escurran hacia el exterior sin causar daños y mantengan seco el compuesto de relleno en el canaleta.

En una modalidad particularmente preferida, se disponen abultamientos en al menos una de las dos estructuras para reducir la cavidad entre la estructura de cimentación y la estructura de soporte. Preferentemente, estos abultamientos se disponen en el interior de la pared exterior del canaleta y/o en la cubierta exterior de la estructura de soporte. En una modalidad particularmente ventajosa, los abultamientos están dispuestos hasta la altura más alta de la pared del canaleta para evitar que una junta se corra y hacer más segura la unión de la junta por adherencia de forma o fuerza.

Dentro del ámbito de la invención, se prefiere que la estructura de cimentación sea una estructura de cimentación monopilote o de camisa, en donde la estructura de soporte sea una pieza de transición, un segmento de torre o una torre de una planta de energía eólica.

En otra modalidad preferida, la estructura de unión también puede utilizarse entre la pieza de transición y un segmento de torre o una torre de una planta de energía eólica.

5 También se incluye en el marco de la invención que, por ejemplo, una pieza de transición sin canaleta de nivelación de acuerdo con la invención se coloca en la estructura de cimentación y tiene en su parte superior una brida con el canaleta de acuerdo con la invención, en el que se introduce un compuesto de relleno autonivelante según el método de acuerdo con la invención, tras lo cual se coloca el segmento inferior de la torre o la torre y se produce una unión con brida. En el marco de la presente invención, en este caso la pieza de transición forma parte de la estructura de cimentación, mientras que el segmento inferior de la torre o la torre representa la estructura de soporte. Esto es particularmente ventajoso en el caso de las estructuras no ramificadas, ya que es posible una unión con brida, por ejemplo, entre una pieza de transición y una estructura de camisa, y la unión con brida de acuerdo con la invención con canaleta y compuesto de relleno está más alejada de la superficie del agua debido a su disposición en el lado superior de la pieza de transición y, por tanto, está menos expuesta a la intemperie o a la salpicadura de agua.

15 Además, se prefiere una modalidad con una estructura de unión, caracterizada porque la estructura de cimentación es monopilote y se hinca en un subsuelo o lecho marino sólido aplicando fuerza a la pared exterior del canaleta. De esta manera se logra ventajosamente que la superficie de la brida de la estructura de cimentación no se distorsione y/o no tenga abolladuras debido al hincado, sino solo la pared exterior del canaleta. Debido a que esto solo asegura que el compuesto de relleno autonivelante no pueda filtrarse, las deformaciones de la pared del canaleta son inofensivas.

20 La estructura de unión de acuerdo con la invención también es muy adecuada para medidas de modernización. Si la estructura de cimentación continúa hundiéndose durante el funcionamiento de la planta a lo largo de su vida útil, es mucho más fácil ajustar la alineación de la estructura de soporte en la estructura de cimentación que ajustar los propios cimientos de una manera nueva y duradera. Por lo tanto, el uso de la estructura de unión entre la pieza de transición y el segmento de torre o la torre es particularmente ventajosa para las medidas de modernización.

25 Por lo tanto, equivale a la invención que la estructura de unión de acuerdo con la invención para unir una pieza de transición a un segmento de torre o a una torre de una planta de energía eólica mediante una unión con brida, que comprende una brida circular en la parte superior de la pieza de transición, que se puede fijar en una estructura de cimentación, caracterizada porque la brida circular tiene un canaleta circular que se puede llenar con un compuesto de relleno autonivelante, esencialmente una resina de moldeo, hasta una profundidad de relleno mínima. Lo mismo se aplica al método de acuerdo con la invención.

30 El objetivo de la invención también se logra con una planta de energía eólica que tiene una estructura de cimentación, una estructura de soporte y una estructura de unión de acuerdo con la invención descrita anteriormente.

35 Otras características de la invención pueden verse en la descripción de las modalidades de la invención conjuntamente con las reivindicaciones y los dibujos adjuntos. Las modalidades de acuerdo con la invención pueden cumplir con características individuales o con una combinación de varias características.

40 A continuación, se describe la invención sin limitar su idea general sobre la base de ejemplos de modalidades a partir de los dibujos, en donde se hace referencia explícita a los dibujos con respecto a todos los detalles relacionados con la invención que no se explican más detalladamente en el texto. Se muestran:

45 en la Figura 1 un diagrama esquemático de una planta de energía eólica de acuerdo con la invención, en la Figura 2 una representación esquemática de una estructura de cimentación para una planta de energía eólica que puede ser utilizada de acuerdo con la invención, en la Figura 3 una representación transversal esquemática de una estructura de unión de acuerdo con la invención y en la Figura 4 una representación transversal esquemática de otra estructura de unión de acuerdo con la invención.

50 En los dibujos, los elementos y/o partes idénticos o similares tienen los mismos números de referencia, de modo que no es necesario hacer una nueva presentación.

55 La Figura 1 muestra esquemáticamente una planta de energía eólica en altamar 10 con un rotor de tres paletas 12 dispuesto sobre una sala de máquinas 14. La sala de máquinas 14 está dispuesta de forma giratoria en una torre 16. La torre 16 está unida por medio de una pieza de transición cónica 18 a una estructura de cimentación diseñada como un monopilote 20, que se hinca en el lecho marino 2. El monopilote 20, la pieza de transición 18 y la torre 16 tienen cada una diámetros de varios metros, por ejemplo, entre 4 y 8 metros. El extremo superior del monopilote 20 con la pieza de transición 18 está situado sobre la superficie del agua 6 del mar 4.

60 El monopilote 20 puede tener una ligera inclinación luego de ser hincado en el fondo marino 2, por ejemplo, con una inclinación de hasta unos 0,5° o algo más. Con un diámetro del monopilote 20 de, por ejemplo, aprox. 5 m, una inclinación

## ES 2 770 657 T3

de, por ejemplo, 0,5° significa una diferencia de altura entre la posición más alta y la más baja de la brida de aprox. 43 mm, que debe ser compensada.

La Figura 2 muestra una estructura de cimentación alternativa en forma de una estructura de camisa 30, que se suelda a partir de una estructura tubular en forma de reja con tubos triangulares 32, travesaños tubulares 34, que se sueldan en los puntos de cruce y unión 36, y patas 38, que se apoyan en la cimentación. En la parte superior se muestra esquemáticamente una brida circular 50 de la estructura de camisa 30, sobre la que se colocará una pieza de transición o un segmento de torre. La brida 50 está situada sobre la superficie del agua en las plantas de energía eólica en altamar.

La Figura 3 muestra esquemáticamente en sección transversal un primer ejemplo de modalidad de una estructura de unión 60. Esta comprende en la parte inferior una brida 50 de una estructura de cimentación 70, que puede diseñarse, por ejemplo, pero no exclusivamente, como monopilote 20 o como estructura de camisa 30 de acuerdo con las Figuras 1 o 2, y en la parte superior una brida 84 de una estructura de soporte 80, que puede diseñarse, por ejemplo, pero no exclusivamente, como pieza de transición 18, segmento inferior de una torre 16 o torre 16. La parte de la estructura de cimentación 70 que se muestra también puede ser una pieza de transición 18. En este caso, la estructura de soporte 80 es una torre 16 o un segmento inferior de una torre 16.

En este ejemplo de modalidad, la brida 50 de la estructura de cimentación 70 está diseñada como una brida en forma de "L", que se dirige hacia el interior desde la cubierta exterior 72 de la estructura de cimentación 70, es decir, hacia el centro de la estructura de cimentación 70, como puede verse en las flechas que marcan el lado exterior 74 y el lado interior 76 de la estructura. En su parte superior, la brida 50 de la estructura de cimentación 70 tiene un canaleta circular 62, que se rellena con un compuesto de relleno endurecido 67 hasta un nivel de relleno 67a. Debido a la gravedad, el compuesto de relleno, que aún estaba líquido durante la fundición, se ha nivelado. Por lo tanto, el nivel de llenado 67a es diferente en distintos lugares a lo largo de la circunferencia del canaleta, si la brida 50 no está colocada exactamente horizontal. El nivel de llenado 67a se selecciona de manera tal que en ningún punto del canaleta en la dirección circular se quede por debajo de una profundidad mínima predeterminada.

Una brida 84 de la estructura de soporte 80 se coloca sobre la superficie del compuesto de relleno 67 en el canaleta 62, que también está diseñado junto con la cubierta exterior 82 de la estructura de soporte 80 como una brida en forma de "L" dirigida hacia el interior. El ancho de la brida 84 es menor que el ancho del canaleta 62, por lo que hay una holgura lateral. La brida superior 84 también tiene orificios pasantes de la brida 86 alineados con los orificios pasantes de la brida 52 de la brida inferior 50. A fin de compensar las distorsiones que puedan haberse producido durante el hincado, los orificios de la brida superior 86 tienen un diámetro mayor para garantizar que los orificios de la brida 52 y 86 también estén alineados entre sí después del hincado. También se proporciona un orificio pasante 69 a través del compuesto de relleno 67 en la ubicación de los orificios de brida alineados 62, 86.

El canaleta 62 tiene paredes laterales 66, 66' y un fondo de canaleta 64 que delimitan el canaleta 62 y el compuesto de relleno 67 contenido en este y absorben las fuerzas que se transfieren desde la brida superior 84 al compuesto de relleno 67 y las transmiten a la cubierta exterior 72 de la estructura de la armazón.

Entre las paredes exteriores 66, 66' del canaleta 62 y la brida superior 84 hay cavidades 63, 63' de varios milímetros de ancho cada una, que se sellan con juntas 68, 68'. Se trata preferentemente de anillos o tiras de goma reemplazables, que esencialmente pueden ampliar su volumen después de su colocación, que se aprietan en la cavidad 63 e impiden que la humedad y la sal penetren en el canaleta 62.

Una representación detallada en sección transversal de la estructura de unión 60 de la Figura 3 se muestra en la Figura 4 en una variante. A diferencia del ejemplo de modalidad de acuerdo con la Figura 3, en la Figura 4 la cavidad 63 entre el lado exterior de la cubierta exterior 82 de la estructura de soporte 80 y el lado interior de la pared del canaleta 66 está diseñada con una sección transversal parcialmente estrecha. Para ello, un abultamiento 66a de la pared del canaleta 66 se proyecta desde un lado y un abultamiento 82a de la cubierta exterior 82 se proyecta desde el lado opuesto en la cavidad 63 y lo estrecha. En esta cavidad 63 se inserta una junta 68, que se fija por adherencia de forma y fuerza por los abultamientos 66a y 82a. Además, la junta 68 tiene una superficie de drenaje 68a que desciende en ángulo desde la cubierta exterior 82 de la estructura de soporte hacia el exterior y drena el agua, es decir, el agua de lluvia o de mar, hacia el exterior. Además, la parte superior de la pared del canaleta 66 también puede inclinarse hacia el exterior si es necesario, a fin de drenar hacia el exterior el agua y las partículas de suciedad que flotan en el agua. En lugar de la superficie de drenaje 68a en la parte superior de la junta 68, también puede proporcionarse una superficie de drenaje separada (no mostrada) que cubra la junta y/o la cavidad 63 y, si es necesario, selle la cavidad 63 entre la superficie de drenaje y la parte superior de la brida 50 con una falda de obturación.

La junta 68 de la Figura 4 puede ser preformada en el perfil con un estrechamiento ligeramente menos severo que el estrechamiento de la cavidad 63 formado por los abultamientos 66a, 82a. Esto facilita la inserción de la junta 68 en la cavidad 63 y la asegura en la cavidad 63 debido a la complementariedad de forma adicional.

Las uniones atornilladas reales, que consisten en un tornillo con contratuerca insertado a través de cada una de las bridas y a través de los orificios pasantes 52, 69 y 86, no se muestran en las Figuras 3 y 4 para mayor claridad.

Lista de referencia de los dibujos

	2	Lecho marino
	4	Mar
5	6	Superficie del agua
	10	Planta de energía eólica
	12	Paleta del rotor
	14	Sala de máquinas
	16	Torre
10	18	Pieza de transición
	20	Monopilote
	30	Estructura de camisa
	32	Tubo triangular
	34	Traviesa tubular
15	36	Punto de unión
	38	Pata
	50	Brida
	52	orificio pasante de la brida
	60	Estructura de unión
20	62	Canalete
	63, 63'	Cavidad
	64	Fondo del canalete
	66, 66'	Pared del canalete
	66a	Abultamiento
25	67	Compuesto de relleno
	67a	Altura de llenado
	68, 68'	Junta
	68a	Superficie de drenaje
	69	Orificio pasante
30	70	Estructura de cimentación
	72	Cubierta exterior
	74	Lado exterior
	76	Lado interior
	80	Estructura de soporte
35	82	Cubierta exterior
	82a	Abultamiento
	84	Brida
	86	orificio pasante de la brida

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Método para unir una estructura de cimentación (70) a una estructura de soporte (80) de una planta de energía eólica (10), en donde la estructura de cimentación (70) tiene una brida circular (50) dispuesta en su parte superior, que comprende las etapas de:
  - Colocar y fijar la estructura de cimentación (70) en o sobre una base (2),
  - Rellenar un canaleta circular (62) en la brida circular (50) de la estructura de cimentación (70) con un compuesto de relleno autonivelante (67) al menos hasta una profundidad mínima de llenado,
  - Colocar una estructura de soporte (80) sobre la estructura de cimentación, en donde la estructura de soporte (80) se coloca con una brida circular inferior (84) en el canaleta (62) sobre el compuesto de relleno endurecido (67),
  - Fijar la estructura de soporte (80) a la estructura de cimentación (70) por medio de una unión con brida utilizando sujetadores,
  - Tensar los sujetadores para que el compuesto de relleno (67) se coloque bajo un pretensado, caracterizado porque durante o después de establecer la unión con brida entre la estructura de cimentación (70) y la estructura de soporte (80), se inserta y/o posiciona una junta (68) en una cavidad exterior (63) entre una pared interior (66) del canaleta y una cubierta exterior (82) de la estructura de soporte (80).
- 20 2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque se utiliza una resina de moldeo como compuesto de moldeo (67).
- 25 3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la profundidad mínima de relleno es también de al menos 20 mm, esencialmente de al menos 30 mm, en el punto más plano del fondo del canaleta (64) causado por una inclinación o deformación de la brida (50).
- 30 4. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque los orificios pasantes de las bridas (52) en la brida circular (50) de la estructura de cimentación (70) se protegen contra la penetración de compuesto de relleno (67) en los orificios de las bridas (52) mediante cuerpos de relleno o manguitos, esencialmente en forma de paredes de entramado, insertados a través de los orificios de las bridas (52), en donde, esencialmente, los cuerpos de relleno o manguitos se retiran de nuevo antes de colocar la estructura de soporte (80) en la brida (50).
- 35 5. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque la pared interior del canaleta (66) y/o la cubierta exterior (82) de la estructura de soporte (80) tienen una forma que permite fijar la junta (68) por adherencia de forma o fuerza.
- 40 6. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la estructura de cimentación (80) es un monopilote (20) que se hince en el subsuelo, esencialmente en el lecho marino (2), en donde se encaja esencialmente en un encofrado exterior, esencialmente sobre la pared exterior del canaleta (66), o alrededor de una estructura de cimentación de camisa (30).
- 45 7. Estructura de unión (60) para unir una estructura de cimentación (70) a una estructura de soporte (80) de una planta de energía eólica (10) mediante una unión con brida, que comprende una brida circular (50) en la parte superior de una estructura de cimentación (80), que se puede fijar en una sección inferior en o sobre un subsuelo firme (2), en donde la brida circular (50) tiene un canaleta circular (62) que se puede rellenar con un compuesto de relleno autonivelante (67), esencialmente una resina de moldeo, hasta una profundidad de relleno mínima, caracterizada porque una cavidad exterior (63) del canaleta (62) se sella con una junta (68).
- 50 8. Estructura de unión (60) de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizada porque la estructura de unión (60) comprende además una brida circular (84) en la parte inferior de una estructura de soporte (80) de la planta de energía eólica (10), que se puede colocar sobre el compuesto de relleno endurecido (67) en el canaleta (62), en donde se puede producir una unión con brida pretensada entre la estructura de soporte (80) y la estructura de cimentación (80) por medio de sujetadores.
- 55 9. Estructura de unión (60) de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, caracterizada porque el canaleta (62) tiene un ancho mayor que el ancho de la brida (84) de la estructura de soporte (80).
- 60 10. Una estructura de unión (60) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado porque el canaleta (62) tiene una profundidad que asegura que el compuesto de relleno (67) se coloque a la profundidad mínima de relleno incluso en el caso de una inclinación de hasta 0,5°, esencialmente hasta 1°, de la estructura de cimentación (80), en donde la profundidad mínima de relleno esencialmente 20 mm, esencialmente 30 mm.
- 65 11. Estructura de unión (60) de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 10, caracterizado porque la brida circular (50) de la estructura de cimentación (70) está diseñada en sección transversal como un perfil en forma de "L" que se proyecta hacia dentro o hacia fuera o como un perfil en forma de "T".

## ES 2 770 657 T3

12. Estructura de unión (60) de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 11, caracterizado porque se forma una cubierta exterior de la junta (68) como superficie de drenaje inclinada o curva (68a) o se forma una superficie de drenaje inclinada o curva que cubre la cavidad (63) en la estructura de soporte (80).
- 5 13. Estructura de unión (60) de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 12, caracterizada porque la estructura de cimentación (70) es un monopilote (20) o una estructura de cimentación de camisa (30), en donde la estructura de soporte (80) es una pieza de transición (18), un segmento de torre o una torre (16) de una planta de energía eólica (10).
- 10 14. Estructura de unión (60) de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 13, caracterizada porque la estructura de cimentación (70) es un monopilote (20) y se introduce en el subsuelo (2) aplicando fuerza a la pared exterior del canaleta (66).
- 15 15. Planta de energía eólica (10) con una estructura de cimentación (70), una estructura de soporte (80) y una estructura de unión (60) de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 13.

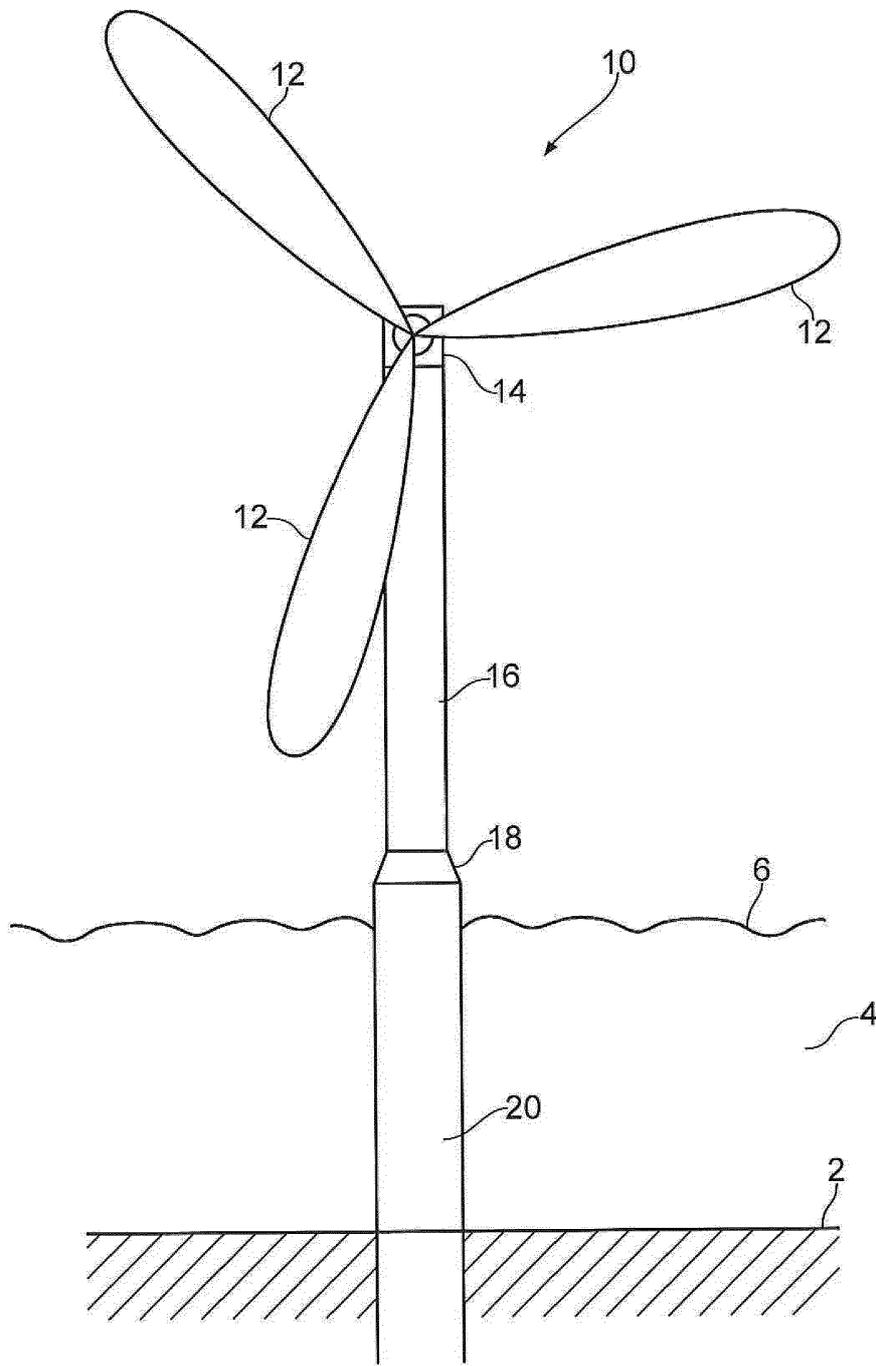


FIG. 1

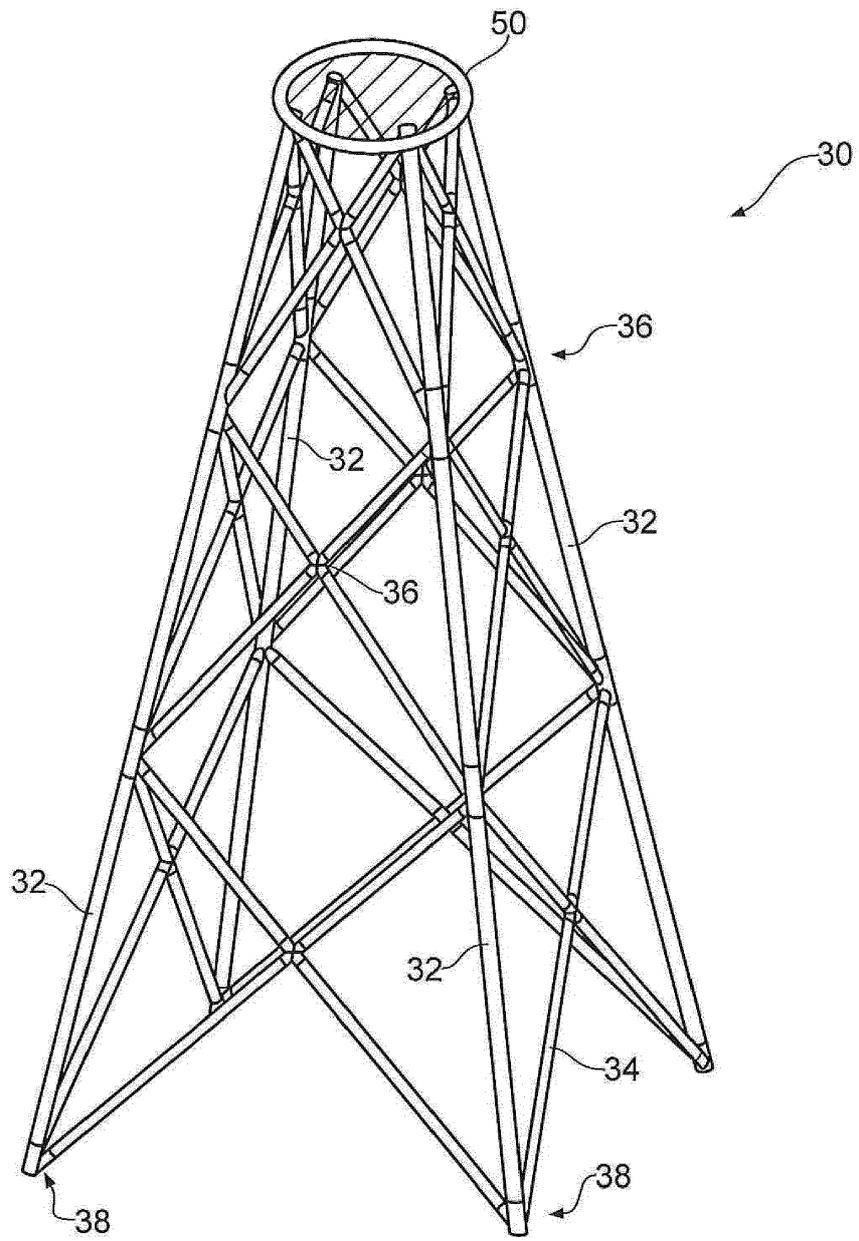
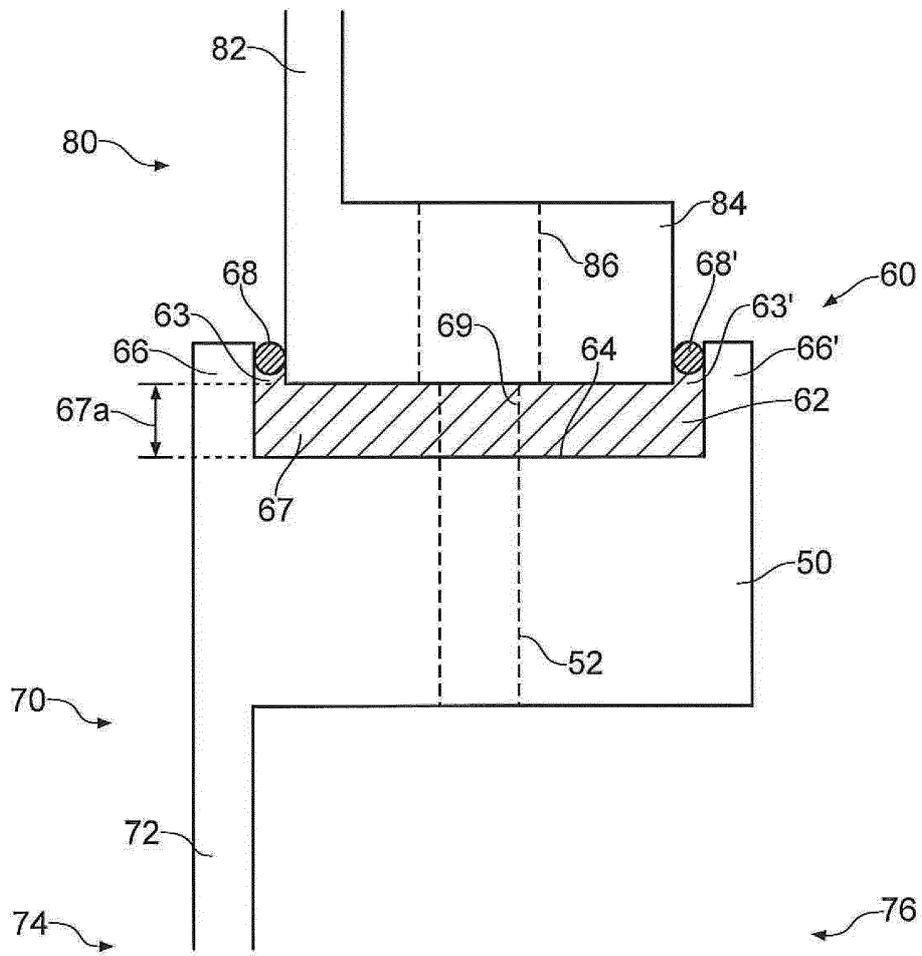


FIG. 2



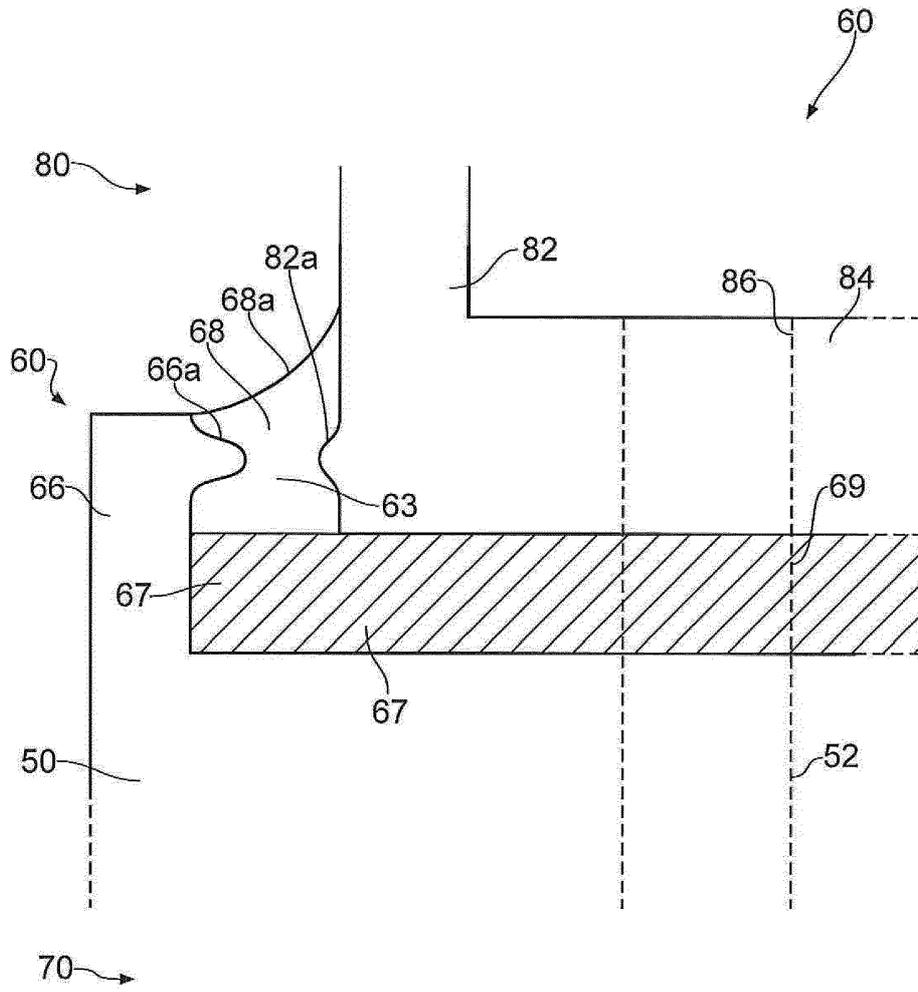


FIG. 4