

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 930 441**

51 Int. Cl.:

E04H 12/08 (2006.01)

F03D 13/20 (2006.01)

F16L 23/032 (2006.01)

F03D 13/25 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.10.2019** **PCT/EP2019/078966**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.05.2020** **WO20089020**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.10.2019** **E 19794965 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.10.2022** **EP 3874101**

54 Título: **Un elemento de brida, una conexión de brida que comprende tales elementos de brida y una estructura de torre**

30 Prioridad:

02.11.2018 NO 20181410

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.12.2022

73 Titular/es:

TP-PRODUCTS AS (100.0%)
Postboks 2019 Strømsø
3003 Drammen, NO

72 Inventor/es:

LASSESEN, SJUR

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 930 441 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

Un elemento de brida, una conexión de brida que comprende tales elementos de brida y una estructura de torre

- 5 La presente invención se refiere a una conexión de brida para una estructura de torre y a una estructura de torre que comprende dicha conexión de brida.

10 Las estructuras de torre independientes, como las torres de turbinas eólicas, suelen ser grandes y, por lo tanto, se construyen conectando de forma segura dos o más secciones de la torre. Las secciones de la torre generalmente se construyen en longitudes que son prácticos de manejar, transportar al sitio de construcción y levantar en el sitio de construcción. Las torres de turbinas eólicas y estructuras de torres similares a menudo se construyen rebordeando secciones de la torre con forma cónica. Las cargas sobre las uniones atornilladas que unen las secciones son de carácter dinámico debido a las cargas y vibraciones inducidas por el viento cotidiano. Además, se pueden experimentar cargas altas extremas en plazos cortos durante las tormentas. Dado que la forma más práctica de ensamblar las secciones de la torre es mediante el uso de conexiones de bridas atornilladas, se han desarrollado, un número de diferentes diseños construidos e instalados durante años, pero la industria sigue experimentando desafíos con las conexiones atornilladas existentes para tales estructuras de torres. En las torres de turbinas eólicas instaladas en alta mar y otras estructuras de cargas similares, las cargas dinámicas en la estructura pueden provenir de la respuesta dinámica inducida por olas y corrientes.

20 Los desafíos más importantes para la conexión con bridas atornilladas de estructuras de torres grandes, como las torres de turbinas eólicas, están relacionados con la resistencia estructural de la conexión de brida que conecta las secciones de la torre, la resistencia a la fatiga de la conexión con bridas debido a la respuesta dinámica a las cargas del viento y el aflojamiento de las tuercas de los pernos de la conexión de brida durante la operación debido a la vibración causada por el flujo de viento que pasa por la estructura de la torre, incluyendo las grandes palas de la turbina.

30 Las secciones de la torre se conectan comúnmente proporcionando las secciones de la torre con bridas donde dos bridas correspondientes en dos secciones adyacentes están conectadas con una serie de pernos. Las cargas sobre los pernos de la junta formada por la conexión de dos secciones adyacentes de una estructura de torre de este tipo son de naturaleza dinámica debido a las cargas constantemente variables inducidas por el viento y/o el agua. En consecuencia, existen varios problemas con las conexiones atornilladas de este tipo. Por ejemplo, la fatiga en pernos, ya que los esfuerzos de los pernos son dinámicos en función de las cargas dinámicas de la torre. También puede haber problemas debido a las cargas adicionales del perno y la flexión local de los pernos por el efecto de palanca en los pernos, ya que las bridas comienzan a separarse parcial o totalmente bajo cargas extremas de la torre. Además, existe un problema con el aflojamiento de la tuerca causado por vibraciones y cargas dinámicas. También es un problema con la entrada de agua en los pernos que provoca la corrosión de los pernos.

40 Se conocen varios tipos de conexiones de brida a partir de varias publicaciones. En WO 93/17268 A1 se describe una junta de tubería para tuberías que transportan fluidos a alta presión y/o para tuberías que están sujetas a grandes fuerzas mecánicas. La junta de tubería es una conexión de brida donde los anillos de brida y los pernos están dispuestos en el exterior de la tubería.

45 Otras publicaciones que son relevantes para estructuras de torres grandes, como torres eólicas y estructuras de soporte de carga en alta mar, incluye UD 6470645 B1, donde se describe un ángulo de la cara de la brida para compensar la deformación durante la soldadura. Por lo tanto, las dos bridas coincidentes son paralelas, también antes de la carga previa al perno.

50 Otras publicaciones incluyen US 2004/112002 A1, EP 1318300 A1, US 2006/000185 A1, WO 2007/059768, US 2010126079 A1, US 2010/307097 A1, US 2011/135492 A1, US 2011/131898 A1.

Otras publicaciones incluyen NO 321675 B1, que describe un elemento de brida de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, EP 3219876, US 6470645 B1, EP 2116675 B1, US 2010/0117353 A1, NO 177160 C.

55 También hay un papel sobre bridas para torres eólicas: Diseño de conexiones de bridas atornilladas en L, por NL Pedersen de la Universidad Técnica de Dinamarca. Sin embargo, también en esta publicación solo se describen bridas de cara plana.

60 Por tanto, un objetivo de la presente invención ha sido mitigar al menos uno o algunos de los problemas con soluciones del estado de la técnica.

Otro objetivo de la presente invención ha sido proporcionar una nueva conexión de brida para estructuras de torres grandes que sea capaz de manejar cargas dinámicas debidas al viento y/o al paso del agua por la estructura de la torre.

65

Otro objetivo de la presente invención ha sido reducir los problemas de corrosión de los pernos que conectan las secciones de torre de una estructura de torre.

5 Estos objetivos se logran con un elemento de brida como se define en la reivindicación 1, una conexión de brida como se define en la reivindicación 9 y una estructura de torre como se define en la reivindicación 21.

Otras modalidades del elemento de brida, la conexión de brida y la estructura de torre se definen en las reivindicaciones dependientes.

10 Por lo tanto, se proporciona un elemento de brida para una conexión de brida con un eje central longitudinal A donde el elemento de brida comprende una parte de brida que tiene un lado frontal con una superficie frontal. La parte de la brida está provista de una cuña de brida que comprende una superficie de la cuña de brida que es parte de la superficie frontal, y un talón de brida que comprende una superficie de talón de brida que es parte de la superficie frontal. La superficie de la cuña de brida forma un ángulo de superficie de la cuña α_1 y la superficie del talón de brida forma un ángulo de superficie del talón β con un plano P que es perpendicular al eje central longitudinal A del elemento de brida.

20 En una conexión de brida, la superficie frontal del elemento de brida es la parte del elemento de brida que se orienta a otro elemento, generalmente otro elemento de brida del mismo tipo, al que se conecta el elemento de brida, típicamente con pernos. Por lo tanto, la superficie frontal está preferentemente adaptada para enfrentarse y unirse a un segundo elemento de brida de la conexión de brida. La superficie frontal también puede estar adaptada para enfrentarse y unirse a otro elemento de unión, por ejemplo, a un sótano, piso u otro tipo de elementos.

25 El elemento de brida presente comprende una cuña de brida con una cuña de brida y un talón de brida con una superficie de talón de brida. La superficie de la cuña de brida y la superficie del talón de brida normalmente constituyen juntas la superficie que está en contacto con el elemento, típicamente otro elemento de brida, al que el elemento de brida está conectado de forma segura.

30 El ángulo de superficie de la cuña α_1 y el ángulo de superficie del talón β puede ser diferente. Alternativamente, el ángulo de superficie de la cuña α_1 y el ángulo de superficie del talón β son sustancialmente iguales en tamaño.

35 Preferentemente, una superficie trasera de un lado trasero de la parte de la brida forma un ángulo de superficie trasera α_2 con el plano P que es perpendicular al eje central longitudinal A del elemento de brida en forma de anillo. Preferentemente, el ángulo de superficie de la cuña α_1 y el ángulo de superficie trasera α_2 son iguales, pero obviamente pueden ser diferentes si así se desea. Típicamente, el ángulo de superficie de la cuña, el ángulo de superficie del talón y el ángulo de superficie trasera están en el intervalo de $0,1^\circ$ a 3° .

40 El elemento de brida tiene preferentemente la forma de anillo, es decir, el elemento de brida está provisto de una forma sustancialmente circular como se ve en una sección transversal que es perpendicular al plano P que es perpendicular al eje central A del elemento de brida.

45 Preferentemente, el elemento de brida está provisto de una cavidad de brida que se extiende alrededor de la circunferencia del elemento de brida y separa la cuña de brida y el talón de brida. En otras palabras, la cuña de brida y el talón de brida sobresalen de la parte de la brida con relación a la cavidad de la brida.

50 El elemento de brida está preferentemente provisto de una pluralidad de orificios para pernos que atraviesan la parte de la brida del elemento de brida. Los orificios para pernos tienen aberturas de orificios para pernos respectivas que preferentemente desembocan en la cavidad de la brida. Por lo tanto, los orificios para pernos se extienden desde la cavidad de la brida en un extremo a través de la parte de la brida hasta el lado trasero de la parte de la brida en el otro extremo.

55 Preferentemente, la cuña de brida y el talón de brida se extienden ambos alrededor de toda la circunferencia del elemento de brida. Alternativamente, uno o ambos de la cuña de brida y el talón de brida están diseñados para ser escalonados alrededor de la circunferencia del elemento de brida.

60 El elemento de brida que comprende además una parte de la unión que está adaptada para unirse de forma segura a un elemento tubular. El elemento tubular es típicamente una sección de torre de la estructura de torre para una turbina eólica, un tanque de agua u otros dispositivos que están montados en una estructura de torre. Evidentemente, el elemento tubular también puede formar parte de estructuras submarinas. El elemento tubular también podría ser un elemento de tubería que sea parte de una estructura de soporte de carga en alta mar o un túnel submarino construido como un gran conducto. El elemento de brida comprende preferentemente una región de transición en un interior radial del elemento de brida, entre una parte de unión y una parte de la brida, es decir, en la región en la que la parte de unión se encuentra con la parte de la brida, donde la región de transición está provista preferentemente de forma curva; por ejemplo, una forma elíptica, una forma circular o cualquier otra forma curva que permita obtener una concentración de esfuerzos suficientemente baja.

Preferentemente, la parte de unión comprende al menos un bisel de soldadura, pero preferentemente dos biseles de soldadura, que se extienden parcialmente o, preferentemente, alrededor de toda la circunferencia del elemento de brida. De esta manera, la parte de unión se puede soldar a un elemento tubular como se mencionó anteriormente.

- 5 De acuerdo con la invención, la parte de la brida está dispuesta radialmente en el interior del elemento de brida, es decir, la parte de brida está de cara hacia el interior radial del elemento de brida.

También se proporciona una conexión de brida que tiene un eje central longitudinal A donde la conexión de brida comprende un primer elemento de brida que tiene un primer lado frontal con una primera superficie frontal y un
10 segundo elemento de brida que tiene un segundo lado frontal con una segunda superficie frontal. El primer elemento de brida comprende una primera parte de brida que está provista de una primera cuña de brida que comprende una primera superficie de la cuña de brida que es parte de la primera superficie frontal, y un primer talón de brida que comprende una primera superficie de talón de brida que es parte de la primera superficie delantera. superficie. La primera superficie de la cuña de brida forma un ángulo de superficie de la cuña α_{11} y la primera superficie del talón de brida forma un ángulo de superficie del talón β_1 con un plano P que es perpendicular al eje central longitudinal A de la conexión de brida. El segundo elemento de brida comprende una segunda parte de brida que está provista de una segunda cuña de brida que comprende una segunda superficie de la cuña de brida que es parte de la segunda superficie frontal, y un segundo talón de brida que comprende una segunda superficie de talón de brida que es parte de la segunda superficie frontal. superficie. La segunda superficie de la cuña de brida forma un ángulo de superficie de la cuña α_{12} y la superficie del talón de brida forma un ángulo de superficie del talón β_2 con un plano P que es perpendicular al eje central longitudinal A de la conexión de brida. Además, el primer elemento de brida y el segundo elemento de brida están adaptados para conectarse entre sí de manera segura y desconectable.

Con este diseño de brida y la conexión de brida, la principal característica de la presente brida y conexión de brida,
25 que es el comportamiento estático de brida y atornillado para cargas dinámicas, es decir, la respuesta de brida y atornillado a cargas dinámicas. El comportamiento estático significa pequeñas amplitudes de tensión para grandes amplitudes de carga, es decir, grandes variaciones de las amplitudes de carga en la estructura de la que es parte la conexión de la brida, por ejemplo, cargas de viento en la estructura de una torre de una turbina eólica, conduce a pequeñas amplitudes de tensión en la brida. elementos de la conexión de brida.

30 El primer ángulo de superficie de la cuña α_{11} y el segundo ángulo de superficie de la cuña α_{12} son preferentemente iguales. Alternativamente el primer ángulo de superficie de la cuña α_{11} y el segundo ángulo de superficie de la cuña α_{12} son diferentes.

35 El primer ángulo de superficie del talón β_1 y el segundo ángulo de superficie del talón β_2 son preferentemente iguales. Alternativamente, el primer ángulo de superficie del talón β_1 y el segundo ángulo de superficie del talón β_2 son diferentes.

Una primera superficie trasera de un primer lado trasero de la primera parte de la brida forma un primer ángulo de
40 superficie trasera α_{21} con el plano P que es perpendicular al eje central longitudinal A del elemento de brida y una segunda superficie trasera de un segundo lado trasero de la segunda parte de la brida forma un segundo ángulo de superficie trasera α_{22} con el plano P. Preferentemente, el primer ángulo de superficie de la cuña α_{11} y el primer ángulo de superficie trasera α_{21} son iguales, y el segundo ángulo de superficie de la cuña α_{12} y el segundo ángulo de superficie trasera α_{22} son iguales. Típicamente, el primer ángulo de superficie de la cuña, el segundo ángulo de superficie de la cuña, el primer ángulo de superficie del talón, el segundo ángulo de superficie del talón, el primer ángulo de superficie trasera y el segundo ángulo de superficie trasera están en el intervalo de $0,1^\circ$ a 3° .

Como se mencionó, el primer elemento de brida presente comprende una primera cuña de brida con una primera superficie de la cuña de brida y un primer talón de brida con una primera superficie de talón de brida y el segundo
50 elemento de brida comprende una segunda cuña de brida con una segunda superficie de la cuña de brida y un segundo talón de brida con una segunda superficie de talón de brida. La primera superficie de la cuña de brida de la primera cuña de brida está preferentemente en contacto con la segunda superficie de la cuña de brida de la segunda cuña de brida cuando el primer elemento de brida y el segundo elemento de brida están conectados de forma segura entre sí. De manera similar, la primera superficie de talón de brida del primer talón de brida está preferentemente en contacto con la segunda superficie de la cuña de brida de la segunda cuña de brida cuando el
55 primer elemento de brida y el segundo elemento de brida están conectados de forma segura entre sí.

En una conexión de brida, las superficies de cuña de brida primera y segunda y las superficies de talón de brida primera y segunda de la primera y segunda partes de la brida serán normalmente las superficies que están en
60 contacto entre sí en una conexión de brida de acuerdo con la presente invención.

El primer elemento de brida y el segundo elemento de brida tienen preferentemente una forma sustancialmente anular. Eso significa que el primer elemento de brida y el segundo elemento de brida se extienden ambos alrededor de toda la circunferencia, es decir, los 360 grados, de la conexión de brida y preferentemente tienen una forma sustancialmente circular en una sección transversal perpendicular al eje longitudinal A de la conexión de brida. Pero también en algunos casos puede estar provisto de una forma no circular, por ejemplo, una forma poligonal.

El primer elemento de brida está provisto preferentemente de una primera cavidad de la brida que se extiende alrededor de la circunferencia del primer elemento de brida y separa la primera cuña de brida y el primer talón de brida. Preferentemente, el segundo elemento de brida también está provisto de una segunda cavidad de la brida que se extiende alrededor de la circunferencia del segundo elemento de brida y separa la segunda cuña de brida y el segundo talón de brida. Cuando se fabrican los elementos de brida primero y segundo, la cavidad de la primera brida y la cavidad de la segunda brida se pueden hacer eliminando material de la primera superficie frontal y la segunda superficie frontal de los elementos de brida primero y segundo respectivamente, por ejemplo cortando o fresando un ranura en las superficies frontales primera y segunda, de esta manera queda formando así las cavidades de la brida primero y segundo y también las cuñas de brida primera y segunda y los talones de brida primero y segundo.

El elemento de brida está preferentemente provisto de una pluralidad de orificios para pernos que atraviesan la parte de la brida del elemento de brida. Los orificios para pernos tienen aberturas de orificios para pernos respectivas que preferentemente desembocan en la cavidad de la brida. Por lo tanto, los orificios para pernos se extienden desde la cavidad de la brida en un extremo a través de la parte de la brida hasta el lado trasero de la parte de la brida en el otro extremo.

El primer elemento de brida está preferentemente provisto de una serie de orificios para pernos en los que los orificios para pernos pasan a través de la primera parte de brida del primer elemento de brida. Los orificios para pernos tienen aberturas de orificios para pernos respectivas que preferentemente desembocan en la primera cavidad de la brida. Por lo tanto, los orificios para pernos se extienden en un extremo desde las aberturas de orificios para pernos en la primera cavidad de la brida y a través de la primera parte de brida hasta el primer lado trasero de la primera parte de brida en el otro extremo. El segundo elemento de brida está preferentemente provisto del mismo número de orificios para pernos donde los orificios para pernos pasan a través de la segunda parte de brida del segundo elemento de brida. Los orificios para pernos tienen aberturas de orificios para pernos respectivas que preferentemente desembocan en la segunda cavidad de la brida. Por lo tanto, los orificios para pernos se extienden en un extremo desde las aberturas de orificios para pernos en la segunda cavidad de la brida y a través de la segunda parte de brida hasta el segundo lado trasero de la segunda parte de la brida en el otro extremo. Cuando el primer elemento de brida se conecta al segundo elemento de brida para formar la conexión de brida, los pernos se pueden pasar de esta manera a través de los orificios correspondientes para pernos en el primer elemento de brida y el segundo elemento de brida y las tuercas se pueden atornillar en los pernos para conectar la primera brida. el elemento y la segunda parte de la brida firmemente entre sí.

Como se indicó anteriormente, la primera cuña de brida del primer elemento de brida y el primer talón de brida del primer elemento de brida se extienden preferentemente alrededor de toda la circunferencia del primer elemento de brida. De manera similar, la segunda cuña de brida del segundo elemento de brida y el segundo talón de brida del segundo elemento de brida preferentemente también se extienden alrededor de toda la circunferencia del segundo elemento de brida. Cuando el primer elemento de brida y el segundo elemento de brida están unidos entre sí para formar la conexión de brida, la primera superficie de la cuña de brida y la segunda superficie de la cuña de brida estarán sustancialmente en contacto alrededor de toda la circunferencia de la conexión de brida. Sin embargo, la primera cuña de ala y/o el primer talón de ala y/o la segunda cuña de ala y/o el segundo talón de ala pueden en algunas modalidades estar formados en algunas realizaciones de manera escalonada, es decir, la superficie de la primera cuña de ala no está en contacto con la superficie de la cuña de la segunda la brida alrededor de toda la circunferencia de la conexión de brida y/o la superficie del talón de la primera la brida no está en contacto con la segunda superficie del talón de brida alrededor de toda la circunferencia de la conexión de brida.

El primer elemento de brida comprende una primera parte de la unión que está adaptada para unir de forma segura a un elemento tubular, y el segundo elemento de brida que comprende una segunda parte de la unión que está adaptada para unir de forma segura a un elemento tubular.

La primera parte de la unión puede unirse de forma segura al elemento tubular de varias maneras. Por ejemplo, la primera parte de unión puede comprender al menos un primer bisel de soldadura que se extiende parcial o preferentemente completamente alrededor de la circunferencia del primer elemento de brida, y la segunda parte de unión puede comprender al menos un segundo bisel de soldadura que se extiende parcial o completamente alrededor de la circunferencia del segundo elemento de brida. El primer elemento de brida y el segundo elemento de brida puede de esta manera unir de forma segura a sus respectivos elementos tubulares, como una sección de estructura de torre, soldando la primera parte de unión y la segunda parte de unión a los elementos tubulares.

El primer elemento de brida comprende preferentemente una primera región de transición en un interior radial del primer elemento de brida, entre una primera parte de unión y la primera parte de brida, donde la primera región de transición está provista preferentemente de una forma curva, por ejemplo una forma elíptica, una forma circular o cualquier otra forma curva que permita obtener una concentración de esfuerzos suficientemente baja. Del mismo modo, el segundo elemento de brida comprende preferentemente una segunda región de transición en un interior radial del segundo elemento de brida, entre una segunda parte de unión y la segunda parte de la brida, donde la región la segunda región de transición está provista preferentemente de una forma curva; por ejemplo, una forma elíptica, una forma circular o cualquier otra forma curva que permita obtener una concentración de esfuerzos

suficientemente baja. La primera región de transición y la segunda región de transición se extienden preferentemente alrededor de toda la circunferencia del primer elemento de brida y el segundo elemento de brida respectivamente.

5 El elemento de brida comprende preferentemente una región de transición en un interior radial del elemento de brida, entre una parte de unión y la parte de la brida, es decir, en la región donde la parte de unión se encuentra con la parte de la brida, donde la región de transición está provista preferentemente de una forma curva; por ejemplo, una forma elíptica, una forma circular o cualquier otra forma curva que permita obtener una concentración de esfuerzos suficientemente baja.

10 Para facilitar la unión del primer elemento de brida al segundo elemento de brida, el primer elemento de brida y el segundo elemento de brida tienen una forma de manera similar, y preferentemente una forma sustancialmente idéntica, es decir, tienen diseños sustancialmente idénticos.

15 También se proporciona una estructura de torre que tiene un eje central longitudinal A donde la estructura de torre comprende al menos una primera sección de torre y una segunda sección de torre, donde la primera sección de torre y la segunda sección de torre están conectadas de forma segura entre sí con una conexión de brida de acuerdo con la presente invención y descrita anteriormente.

20 La primera parte de la brida y la segunda parte de la brida de la conexión de brida están dispuestas radialmente en el interior de la estructura de la torre.

La estructura de la torre puede comprender más de dos secciones de torre donde todas las secciones de torre adyacentes están unidas de forma segura entre sí con una conexión de brida de acuerdo con la presente invención y descrita anteriormente.

25 Los elementos de brida de acuerdo con la presente invención y descritos anteriormente y/o una o más conexiones de brida según la presente invención y descritas anteriormente se usan adecuadamente para conectar secciones de torre adyacentes de una estructura de torre.

30 La estructura de torre de acuerdo con la presente invención y descrita anteriormente se usan adecuadamente para soportar una turbina eólica, un depósito de agua o cualquier otra estructura que pueda ser soportada por una estructura de torre.

35 Otras características y ventajas de la invención aparecerán desde la siguiente descripción de realizaciones preferidas, no limitativas de las modalidades de la invención, con referencia a las figuras donde:

La Figura 1 muestra una gran estructura de torre de acuerdo con la presente invención para una turbina eólica donde se indican las conexiones de brida que conectan dos secciones adyacentes de la estructura de torre.

40 La Figura 2 muestra una vista en perspectiva de una parte de una sección de torre que incluye una la brida de una conexión de brida de acuerdo con la presente invención.

45 La Figura 3 muestra una sección longitudinal a través de una parte de una sección de torre que incluye una brida de una conexión de brida de acuerdo con la presente invención.

La Figura 4 muestra una sección longitudinal a través de una parte de la estructura de la torre que incluye una conexión de brida de acuerdo con la presente invención antes de apretar los pernos de la conexión de brida.

50 La Figura 5 muestra un recorte ampliado de la figura 4 que muestra el primer y segundo ángulos de superficie de la cuña y los ángulos de superficie de tacón primero y segundo con más detalle.

La Figura 6a muestra un recorte ampliado de la figura 4 que muestra el primer ángulo de superficie trasera con más detalle.

55 La Figura 6b muestra un recorte ampliado de la figura 4 que muestra el segundo ángulo de superficie trasera con más detalle.

60 La Figura 7 muestra una sección longitudinal a través de una parte de la estructura de la torre que incluye una conexión de brida de acuerdo con la presente invención después de apretar los pernos de la conexión de brida.

La Figura 8 muestra una gran estructura de torre de acuerdo con la presente invención para un gran tanque de agua donde se indican las conexiones de brida que conectan dos secciones adyacentes de la estructura de torre.

65 Cabe señalar que se usan para los mismos números de referencia para denotar las mismas características en todos los dibujos.

Las figuras 2 y 3 muestran un elemento de brida 20 que puede usarse en una conexión de brida 92 como se muestra con más detalle en las figuras 4-7. La conexión de brida 92 es usado adecuadamente para conectar las secciones de torre 44, 68, 94, 100 entre sí para formar una estructura de torre 16 como se muestra en las figuras 1 y 8. En la figura 1 se muestra la estructura de torre 16 para soportar una turbina eólica 11 mientras que en la figura 8 se muestra la estructura de torre 16 para soportar un tanque de agua 15. Por supuesto, la estructura de torre 16 también puede ser usado para soportar otras estructuras o dispositivos.

En las figuras 2-3 se muestra un elemento de brida 20. El elemento de brida 20 comprende una parte de la brida 21 y una parte de unión 22. La parte de la brida 21 comprende una porción interna 116 y un lado interno de la parte de la brida 108 que se orienta hacia el centro o el interior radial de la parte de la brida 21. La parte de la brida 21 que comprende además una porción radialmente exterior 117 como se indica en las figuras. En la dirección longitudinal A del elemento de brida 20, la parte de la brida está provista de un lado trasero 26 con una superficie trasera 27 y un lado frontal 29 con una superficie frontal 30. El lado frontal 29 está ubicado en el lado opuesto de la parte de la brida 21 en comparación con el lado trasero 26, es decir, el lado frontal 29 y el lado posterior 26 están ubicados en lados axialmente opuestos de la parte de la brida 21. La parte de unión 22 es casi perpendicular a la parte de la brida 21 pero en dependencia de la geometría del elemento tubular al que se une la parte de la brida 20, el ángulo entre la pieza de unión 22 y la parte de la brida 21 puede ser ligeramente diferente de 90°. Por ejemplo, una estructura de torre 16 para una turbina eólica 11 tendrá normalmente una forma ligeramente cónica y el ángulo entre la parte de unión 22 y la parte de la brida 21 será sustancialmente igual al ángulo que hace la torre cónica con un plano horizontal. El elemento de brida 20 normalmente se fabrica en una pieza única, por ejemplo mediante forjado, laminación de anillos o fundición antes del mecanizado de las caras y la perforación de los orificios para pernos, y el lado radialmente exterior de la parte de unión 22 y el lado radialmente exterior de la parte de la brida 21 juntos forman el lado radialmente exterior 106 del elemento de brida 20. La parte de unión 21 está provista además de un lado interno de la parte de unión 107 que se orienta hacia el centro o el interior radial del elemento de brida 20.

La parte de unión 22 está diseñada para unirse a un elemento tubular, por ejemplo una sección de torre 44, 68, 94, 100 como se muestra en las figuras 1 y 8, o a un elemento de tubería de gran diámetro o cualquier otro tipo de elementos tubulares que deben estar interconectados. Para facilitar la unión de la parte de unión 22 al elemento tubular, la pieza de unión 22 está preferentemente provista de al menos uno, pero preferentemente dos biseles de soldadura 23 como se muestra en las figuras 2 y 3. Los biseles de soldadura 23 se extienden preferentemente alrededor de toda la circunferencia del primer elemento de brida 20. El elemento de brida 20 se puede unir de esta manera, de forma segura al elemento tubular soldando la parte de la unión 22 al elemento tubular.

Como se mencionó, la parte de la brida 21 normalmente está dispuesta en ángulo sustancialmente recto con la parte de unión 22 como se indica en las figuras 2-3. En una región entre la parte de la brida 21 y la pieza de unión 22 hay una región de transición 24 que se solapa parcialmente con el lado interno 107 de la pieza de unión de la pieza de unión 22 y el lado trasero 26 de la pieza de la brida 21. Si el lado interno 107 de la parte de unión 22 y el lado trasero 26 de la parte de la brida 21 se encuentran en un ángulo sustancialmente recto, pueden surgir grandes tensiones debido a cargas externas y, en consecuencia, pueden producirse daños en el elemento de brida 20. Por lo tanto, la región de transición 24 está provista preferentemente de forma curva. Preferentemente, la región de transición 24 está provista de una forma elíptica como se indica en los dibujos, donde la región de transición se extiende una distancia mayor a lo largo del lado interno 107 de la parte de unión 22 que a lo largo del lado trasero 26 de la pieza de la brida 21. La región de transición 24 también podría estar provista de otros tipos de formas curvas, como una forma sustancialmente circular. Con la región de transición de forma curva 24, y en particular, con una región de transición de forma elíptica 24, se obtiene un factor de concentración de esfuerzos notablemente más bajo.

El elemento de brida 20 tiene preferentemente forma de anillo, es decir, el elemento de brida tiene una forma sustancialmente circular en sección transversal en un plano que es perpendicular a un eje longitudinal A que atraviesa el centro del elemento de brida 20 como se indica en las figuras 1 y 8 donde las estructuras de torre 16 que se muestran están provistas de secciones de torre 44, 68, 94, 100 que están conectadas entre sí con conexiones de brida 92 que comprenden dos elementos de brida 20 unidos a las respectivas secciones de torre adyacentes 44, 68, 94, 100. Aunque el elemento de brida 20 tiene preferentemente una forma circular, el elemento de brida 20 puede, por supuesto, estar provisto de una forma no circular, por ejemplo, una forma poligonal. Las formas no circulares del elemento de brida 20 probablemente sean de interés si las secciones de la torre tienen una forma de sección transversal no circular, por ejemplo, una forma poligonal donde el elemento de brida 20 puede estar provisto de una forma poligonal correspondiente.

La porción interior 116 de la parte de la brida 21 está provista de una cuña de brida 32 que sobresale en el lado frontal 29 de la parte de la brida 21. La cuña de brida 32 está provista de una superficie de la cuña de brida 33 que es parte de la superficie frontal 30 de la parte de la brida 21. La superficie de la cuña de brida 33 preferentemente forma un ángulo de superficie de la cuña α_1 con relación a un plano P que es perpendicular al eje longitudinal A como se explicó anteriormente y se muestra en las figuras 1 y 8. El ángulo de superficie de la cuña α_1 es mayor que 0 grados y se encuentra al menos en el intervalo de 0,1° a 2°. Preferentemente, el ángulo de superficie de la cuña α_1 se encuentran en el intervalo de 0,5° a 1,5°.

La porción exterior 117 de la parte de la brida 21 está provista de una cuña de brida 34 que sobresale en el lado frontal 29 de la parte de la brida 21. El talón de brida 34 está provisto de una superficie de talón de brida 35 que también forma parte de la superficie frontal 30 de la parte de la brida 21. La superficie de la cuña de brida 35 preferentemente forma un ángulo de superficie de la cuña β con relación a un plano P que es perpendicular al eje longitudinal A como se explicó anteriormente y se muestra en las figuras 1 y 8. El ángulo de superficie de la cuña β es mayor que 0 grados y se encuentra al menos en el intervalo de 0,2° a 3°. Preferentemente, el ángulo de superficie de la cuña β se encuentran en el intervalo de 0,5° a 2°.

El ángulo de superficie de la cuña controla la rotación de la brida durante la precarga de los pernos y tiene varias ventajas. El ángulo de superficie de la cuña hace que la parte de la brida 21 se combe como un resorte de disco durante el ensamble de la conexión de brida 92 y, de esta manera, la parte de la brida 21 está pretensada, dominada por ganchos circunferenciales. El pretensado de alabeo de la parte de la brida 21 asegura que la parte de la brida 21 no pierda el contacto fuera de la cavidad de la brida 36 donde se ubican los pernos, para cualquier carga de diseño de torre dada, lo que evita que el agua penetre dentro de la abertura anular formada por la cavidad de la brida 36 y provocando la corrosión de los pernos 40 dispuestos en los orificios para pernos 38. Además, la pretensión interna de la parte de la brida 21 provoca fuerzas de separación en las tuercas 41 que están atornilladas en los pernos 40 en una conexión de brida 92, de manera que las tuercas 41 no se aflojarán por vibraciones u otras cargas dinámicas. Las pretensiones de los pernos son estáticas, lo que proporciona propiedades de fatiga superiores. Las tensiones estáticas del perno permiten una mayor pretensión del perno y una mayor resistencia a la carga de diseño del elemento de brida 20. Además, no habrá efectos de palanca en los pernos 40 antes de que ocurra la separación de la brida, lo que sucederá cuando las cargas excedan las cargas de diseño de la conexión de brida 92.

El ángulo de la brida del talón β crea una distribución local de tensión de alto contacto que proporciona un sello hermético para evitar que el agua del entorno penetre más allá de la superficie del talón de brida 35 hacia la conexión de brida y, de esta manera, protege los pernos de la corrosión.

Entre la cuña de brida 32 y el talón de brida 34 de la parte de la brida 21 se proporciona preferentemente, pero no necesariamente, una cavidad de la brida 36. La cavidad de la brida 36 se extiende preferentemente alrededor de toda la circunferencia de la parte de la brida 21.

La cavidad de la brida 36 es parte del lado frontal 29 de la parte de la brida 21 y la superficie de la cavidad de la brida 36, la superficie de la cuña de brida 33 y la superficie de talón de brida 35 constituyen sustancialmente toda la superficie frontal 30 de la parte de la brida 21 del elemento de la brida 20.

La parte de la brida 21 está además provista de una serie de orificios para pernos 38 que preferentemente se distribuyen por igual alrededor de la circunferencia de la parte de la brida 21. Los orificios para pernos se extienden desde el lado trasero 26 de la parte de la brida 21, a través de la parte de la brida 21 y termina en el lado frontal 29 de la parte de la brida 21. Preferentemente, pero no necesariamente, las aberturas de orificios para pernos 39 40 están ubicadas en la cavidad de la brida 36.

La superficie trasera 27 de la cara trasera 26 de la parte de la brida 21, preferentemente forma un ángulo de superficie trasera α_2 con relación a un plano P que es perpendicular al eje longitudinal A como se explicó anteriormente y se muestra en las figuras 1 y 8. El ángulo de superficie trasera α_2 es preferentemente, pero no necesariamente, sustancialmente del mismo tamaño que el ángulo de superficie de la cuña α_1 , es decir, la superficie trasera 27 y la superficie de la cuña de brida 33 son preferentemente paralelas.

En las figuras 4-7 se muestra una conexión de brida 92 que comprende un primer elemento de brida 50 y un segundo elemento de brida 74 donde tanto el primer elemento de brida 50 como el segundo elemento de brida 74 tienen el mismo diseño que el elemento de brida 20 que se describe anteriormente. y se muestra en las figuras 2-3.

El primer elemento de brida 50 comprende una primera parte de la brida 51 y una primera parte de unión 52. La primera parte de la brida 51 comprende una primera porción interna 119 y un primer lado interno de la parte de la brida 111 que se orienta hacia el centro o el interior radial de la primera parte de la brida 51. La primera parte de la brida 51 comprende además una primera porción radialmente exterior 120 como se indica en las figuras. En la dirección longitudinal A de los elementos de brida primero y segundo 50, 74, la primera parte de la brida 51 está provista de un primer lado trasero 56 con una primera superficie trasera 57 y un primer lado frontal 59 con una primera superficie frontal 60. El primer lado frontal 59 está ubicado en el lado opuesto de la primera parte de la brida 51 en comparación con el primer lado trasero 56. La primera parte de la unión 52 se extiende hacia arriba desde la primera parte de la brida 51 como se indica en las figuras y, en dependencia de la geometría del elemento tubular al que se une el primer elemento de brida 50 como se indicó anteriormente, preferentemente se dispone sustancialmente perpendicular o casi perpendicular. a la primera parte de la brida 51. El primer elemento de brida 50 normalmente se fabrica en una pieza única, por ejemplo mediante forjado, laminación de anillos o fundición antes del mecanizado de las caras y la perforación de los orificios para pernos, y el lado radialmente exterior de la primera parte de unión 52 y el lado radialmente exterior de la primera parte de la brida 51 juntos forman el primer lado

radialmente exterior 109 del primer elemento de brida 50. La primera parte de la unión 52 está provista además de un lado interno de la parte de unión 110 que se orienta hacia el centro o el interior radial del elemento de brida 50.

La primera parte de la unión 52 está diseñada para unirse a un elemento tubular, por ejemplo una sección de torre 44, 68, 94, 100 como se muestra en las figuras 1 y 8, o a un elemento de tubería de gran diámetro o cualquier otro tipo de elementos tubulares que deben estar interconectados. Para facilitar la unión de la primera parte de unión 52 al elemento tubular, la primera parte de unión 52 está preferentemente provista de al menos uno, pero preferentemente de dos primeros biseles de soldadura 53 como se muestra en las figuras 4 y 7. Los primeros biseles de soldadura 53 se extienden preferentemente alrededor de toda la circunferencia del primer elemento de brida 50. El primer elemento de brida 50 se puede unir de esta manera, de forma segura al elemento tubular soldando la primera parte de la unión 52 al elemento tubular.

Como se mencionó, la primera parte de la brida 51 está preferentemente dispuesta en ángulo sustancialmente recto con la primera parte de unión 52 como se indica en las figuras 4-7. En una región entre la primera parte de la brida 51 y la primera parte de unión 52 hay una región de transición 54 que se solapa parcialmente con el lado interno 110 de la primera parte de unión de la primera parte de unión 52 y el primer lado trasero 56 de la primera parte de brida 51. Si el primer lado interno de la primera parte de unión 110 de la primera parte de unión 52 y el primer lado trasero 56 de la primera parte de brida 51 se encuentran en un ángulo sustancialmente recto, pueden surgir grandes tensiones debido a las cargas externas y, en consecuencia, pueden producirse daños en el primer elemento de brida 50. Por lo tanto, la primera región de transición 54 está provista preferentemente de forma curva. Preferentemente, la primera región de transición 54 está provista de una forma elíptica como se indica en las figuras, donde la primera región de transición 54 se extiende una distancia mayor a lo largo del lado interno 110 de la primera parte de unión de la primera parte de unión 52 que a lo largo del primer lado trasero 56 de la primera parte de la brida 50. La primera región de transición 54 también podría estar provista de otros tipos de formas curvas, tal como una forma sustancialmente circular. Con la primera región de transición de forma curva 54 y, en particular, con una primera región de transición de forma elíptica 54, se obtiene un factor de concentración de esfuerzos notablemente más bajo.

El primer elemento de brida 50 tiene preferentemente forma de anillo, es decir, el primer elemento de brida 50 está provisto de una forma sustancialmente circular en sección transversal en un plano P que es perpendicular a un eje longitudinal A que atraviesa el centro de las conexiones de bridas 92 como se indica en las figuras 1 y 8 donde las estructuras de torre 16 que se muestran están provistas con secciones de torre 44, 68, 94, 100 que están conectadas entre sí con conexiones de brida 92 que comprenden el primer elemento de brida 50 y el segundo elemento de brida 74 que están unidos a las respectivas secciones de torre adyacentes 44, 68, 94, 100. Aunque el primer elemento de brida 50 tiene preferentemente una forma circular, el primer elemento de brida 50 puede, por supuesto, estar provisto de una forma no circular, por ejemplo, una forma poligonal. Las formas no circulares del primer elemento de brida 50 son más probables si las secciones de la torre tienen una forma de sección transversal no circular, por ejemplo, una forma poligonal donde el primer elemento de brida 50 puede estar provisto de una forma poligonal correspondiente.

La primera porción interior 119 de la primera parte de la brida 51 está provista de una primera cuña de brida 62 que sobresale en el primer lado frontal 59 de la primera parte de la brida 51. La primera cuña de brida 62 está provista de una primera superficie de la cuña de brida 63 que es parte de la primera superficie frontal 60 de la primera parte de la brida 51. La primera superficie de la cuña de brida 63 hace preferentemente el primer ángulo de superficie de la cuña α_{11} con relación a un plano P que es perpendicular al eje longitudinal A como se explicó anteriormente y se muestra en las figuras 1 y 8. El primer ángulo de superficie de la cuña α_{11} es mayor que 0 grados y se encuentra al menos en el intervalo de $0,1^\circ$ a 2° . Preferentemente, el primer ángulo de superficie de la cuña α_{11} se encuentran en el intervalo de $0,5^\circ$ a $1,5^\circ$.

La primera porción exterior 120 de la primera parte de la brida 51 está provista de un primer talón de brida 64 que sobresale en el primer lado frontal 59 de la primera parte de la brida 51. El primer talón de brida 64 está provista de una primera superficie de talón de brida 65 que es parte de la primera superficie frontal 60 de la primera parte de la brida 51. La primera superficie de talón de brida 65 hace preferentemente el primer ángulo de superficie de talón β_1 con relación a un plano P que es perpendicular al eje longitudinal A como se explicó anteriormente y se muestra en las figuras 1 y 8. El primer ángulo de superficie de talón β_1 es mayor que 0 grados y se encuentra al menos en el intervalo de $0,2^\circ$ a 3° . Preferentemente, el primer ángulo de superficie de talón β_1 se encuentran en el intervalo de $0,5^\circ$ a 2° .

Entre la primera cuña de brida 62 y el primer talón de brida 64 de la primera parte de la brida 51 se proporciona preferentemente, pero no necesariamente, la primera cavidad de la brida 66. La primera cavidad de la brida 66 se extiende preferentemente alrededor de toda la circunferencia de la primera parte de la brida 51.

La primera cavidad de la brida 66 es parte del primer lado frontal 59 de la primera parte de la brida 51 y la superficie de la primera cavidad de la brida 66, la primera superficie de la cuña de brida 63 y la primera superficie de talón de brida 65 constituyen sustancialmente toda la primera superficie frontal 60 de la primera parte de la brida 51 del primer elemento de brida 50.

La primera parte de la brida 51 está además provista con un número de orificios para pernos 38 que preferentemente se distribuyen por igual alrededor de la circunferencia de la primera parte de la brida 51. Los orificios para pernos se extienden desde el primer lado trasero 56 de la primera parte de la brida 51, a través de la primera parte de la brida 51 y termina en el primer lado frontal 59 de la primera parte de la brida 51. Preferentemente, pero no necesariamente, las aberturas de orificios para pernos 39 de los orificios para pernos 38 están localizados en la primera cavidad de la brida 66.

La primera superficie trasera 57 de la primera cara trasera 56 de la primera parte de la brida 51, hace preferentemente un primer ángulo de superficie trasera α_{21} con relación a un plano P que es perpendicular al eje longitudinal A como se explicó anteriormente y se muestra en las figuras 1 y 8. El primer ángulo de superficie trasera α_{21} es preferentemente, pero no necesariamente, sustancialmente del mismo tamaño que el primer ángulo de superficie de la cuña α_{11} .

El segundo elemento de brida 74 de la conexión de brida 92 que se muestra en las figuras 4-7 comprende una segunda parte de la brida 75 y una segunda parte de unión 76. La segunda parte de la brida 75 comprende una segunda porción interna 122 y un segundo lado interno de la parte de la brida 114 que se orienta hacia el centro o el interior radial de la segunda parte de la brida 75. La segunda parte de la brida 75 que comprende además una segunda porción radialmente exterior 123 como se indica en las figuras. En la dirección longitudinal A de los elementos de brida primero y segundo 50, 74, la segunda parte de la brida 75 está provista de un segundo lado trasero 80 con una segunda superficie trasera 81 y un segundo lado frontal 83 con una segunda superficie frontal 84. El segundo lado frontal 83 está localizado en el lado opuesto de la segunda parte de la brida 75 en comparación con el segundo lado trasero 80. La segunda parte de unión 76 se extiende hacia abajo desde la segunda parte de la brida 75, como se indica en las figuras, es decir, en la dirección opuesta de la primera parte de unión 52 en la conexión con bridas atornilladas 92, y, depende de la geometría del elemento tubular al que se une el segundo elemento de brida 74 como se indicó anteriormente, preferentemente se dispone sustancialmente perpendicular o casi perpendicular a la segunda parte de la brida 75. El segundo elemento de brida 74 normalmente se fabrica en una pieza única, por ejemplo mediante forjado, laminación de anillos o fundición antes del mecanizado de las caras y la perforación de los orificios para pernos, y el lado radialmente exterior de la segunda parte de unión 76 y el lado radialmente exterior de la segunda parte de la brida 75 juntos forman el segundo lado radialmente exterior 112 del segundo elemento de brida 74. La segunda parte de unión 76 está provista además con un segundo lado interno de la parte de unión 113 que se orienta hacia el centro o el interior radial del segundo elemento de brida 74.

La segunda parte de unión 76 está diseñada para unirse a un elemento tubular, por ejemplo a una sección de torre 44, 68, 94, 100 como se muestra en las figuras 1 y 8, o a un elemento de tubería de gran diámetro o cualquier otro tipo de elementos tubulares que deben estar interconectados. Para facilitar la unión de la segunda parte de unión 76 al elemento tubular, la segunda pieza de unión 76 está preferentemente provista de al menos uno, pero preferentemente dos biseseles de soldadura 77 como se muestra en las figuras 4 y 7. Los segundos biseseles de soldadura 77 se extienden preferentemente alrededor de toda la circunferencia del primer elemento de brida 74. El segundo elemento de brida 74 se puede unir de esta manera, de forma segura al elemento tubular soldando la segunda parte de la unión 76 al elemento tubular.

Como se mencionó, la segunda parte de la brida 75 está preferentemente dispuesta en ángulo sustancialmente recto con la segunda parte de unión 76 como se indica en las figuras 4-7. En una región entre la segunda parte de la brida 75 y la segunda parte de unión 76 hay una segunda región de transición 78 que se solapa parcialmente con el lado interno 113 de la segunda parte de unión 76 y el segundo lado trasero 80 de la segunda parte de brida 75. Si el segundo lado interno de la segunda parte de unión 113 de la segunda parte de unión 76 y el segundo lado trasero 80 de la de la segunda parte de la brida 75 se encuentran en un ángulo sustancialmente recto, pueden surgir grandes tensiones debido a cargas externas y, consecuentemente, pueden producirse daños en el elemento de brida 74. Por lo tanto, la segunda región de transición 78 está provista preferentemente de una forma curva. Preferentemente, la segunda región de transición 78 está provista de una forma elíptica, como se indica en las figuras, donde la segunda región de transición 78 se extiende una distancia mayor a lo largo del lado interno 113 de la segunda parte de unión de la segunda parte de unión 76 que a lo largo del segundo lado trasero 80 de la segunda parte de la brida 75. La segunda región de transición 78 también podría estar provista de otros tipos de formas curvas, como una forma sustancialmente circular. Con la segunda región de transición 78 de forma curva y, en particular, una segunda región de transición de forma elíptica 78, se obtiene un factor de concentración de esfuerzos notablemente más bajo.

El segundo elemento de brida 74 tiene preferentemente forma de anillo, es decir, el segundo elemento de brida 74 está provisto de una forma sustancialmente circular en sección transversal en un plano que es perpendicular a un eje longitudinal A que atraviesa el centro de las conexiones de bridas 92, como se indica en las figuras 1 y 8, donde las estructuras de torre 16 que se muestran están provistas con secciones de torre 44, 68, 94, 100 que están conectadas entre sí con conexiones de brida 92 que comprenden el primer elemento de brida 50 y el segundo elemento de brida 74 que están unidos a las respectivas secciones de torre adyacentes 44, 68, 94, 100. Aunque el segundo elemento de brida 74 está provisto preferentemente de una forma circular, el segundo elemento de brida 74 puede, por supuesto, estar provisto de una forma no circular, por ejemplo, una forma poligonal. Las formas no circulares del segundo elemento de brida 74 probablemente sean de interés si las secciones de la torre tienen una

forma de sección transversal no circular, por ejemplo, una forma poligonal donde el segundo elemento de brida 74 puede estar provisto de una forma poligonal correspondiente.

La segunda porción interna 122 de la segunda parte de la brida 75 está provista de una segunda cuña de brida 86 que sobresale en el segundo lado frontal 83 de la segunda parte de la brida 75. La segunda cuña de brida 86 está provista de una segunda superficie de la cuña de brida 87 que es parte de la segunda superficie frontal 84 de la segunda parte de la brida 75. La segunda superficie de la cuña de brida 87 hace preferentemente el segundo ángulo de superficie de la cuña α_{12} con relación a un plano P que es perpendicular al eje longitudinal A como se explicó anteriormente y se muestra en las figuras 1 y 8. El segundo ángulo de superficie de la cuña α_{12} es mayor que 0 grados y se encuentra al menos en el intervalo de $0,1^\circ$ a 2° . Preferentemente, el segundo ángulo de superficie de talón β_2 se encuentran en el intervalo de $0,5^\circ$ a $1,5^\circ$.

La segunda porción exterior 123 de la segunda parte de la brida 75 está provista de un segundo talón de brida 88 que sobresale en el segundo lado frontal 83 de la segunda parte de la brida 75. El segundo talón de brida 88 está provista de una segunda superficie de talón de brida 89 que también es parte de la segunda superficie frontal 84 de la segunda parte de la brida 75. La segunda superficie de talón de brida 89 preferentemente forma un ángulo de superficie de talón β_2 con relación a un plano P que es perpendicular al eje longitudinal A como se explicó anteriormente y se muestra en las figuras 1 y 8. El segundo ángulo de superficie de talón β_2 es mayor que 0 grados y se encuentra al menos en el intervalo de $0,2^\circ$ a 3° . Preferentemente, el segundo ángulo de superficie de talón β_2 se encuentran en el intervalo de $0,5^\circ$ a 2° .

Entre la segunda cuña de brida 86 y el segundo talón de brida 88 de la segunda parte de la brida 75 se proporciona preferentemente, pero no necesariamente, una segunda cavidad de la brida 90. La segunda cavidad de la brida 90 se extiende preferentemente alrededor de toda la circunferencia de la segunda parte de la brida 75.

La segunda cavidad de la brida 90 es parte del segundo lado frontal 83 de la segunda parte de la brida 75 y la superficie de la segunda cavidad de la brida 90, la segunda superficie de la cuña de brida 87 y la segunda superficie de talón de brida 89 constituyen sustancialmente la segunda superficie frontal 84 de la segunda parte de la brida 75 del segundo elemento de brida 74.

La segunda parte de la brida 75 está además provista con un número de orificios para pernos 38 que están distribuidos alrededor de la circunferencia de la segunda parte de la brida 75. Los orificios para pernos se extienden desde el segundo lado trasero 80 de la segunda parte de la brida 75, a través de la segunda parte de la brida 75 y termina en el segundo lado frontal 83 de la segunda parte de la brida 75. Preferentemente, pero no necesariamente, las aberturas de orificios de pernos 39 de los orificios para pernos 38 están ubicadas en la cavidad de la brida 90.

La segunda superficie trasera 81 de la segunda cara trasera 80 de la segunda parte de la brida 75, preferentemente forma un segundo ángulo de superficie trasera α_{22} con relación a un plano P que es perpendicular al eje longitudinal A como se explicó anteriormente y se muestra en las figuras 1 y 8. El segundo ángulo de superficie trasera α_{22} es preferentemente, pero no necesariamente, del mismo tamaño sustancialmente que el segundo ángulo de superficie de la cuña α_{12} .

El primer elemento de brida 50 y el segundo elemento de brida 74 están conectados entre sí con el número de pernos 40 y tuercas 41 como se muestra en las figuras 4-7. Cada perno 40 es pasado a través de los orificios de perno correspondientes 38 (consulte la figura 2 y 4-7) en la primera parte de la brida 51 y la segunda parte de la brida 75. Las arandelas 42 están dispuestas opcionalmente en cualquier extremo de los pernos 40 y una tuerca 41, está atornillada en los pernos 40 en cualquier extremo de los pernos 40. Las tuercas 41 se aprietan hasta que se logra la tensión deseada en los pernos 40 y la conexión de brida 92. En las figuras 4 y 5 se muestra la conexión de brida 92 antes de que se hayan tensado los pernos. El talón 64 de la primera la brida descansa sobre el segundo talón de brida 88 mientras que hay un espacio entre la primera cuña de brida 62 y la segunda cuña de brida 86. Como puede verse claramente en las figuras 6a y 6b, las arandelas 42 en cualquier extremo de los pernos 40 y la primera superficie trasera 57 y la segunda superficie trasera 81 respectivamente no son paralelas. A medida que las tuercas 41 se atornillan más en los pernos 40, la primera parte de la brida 51 y la segunda parte de la brida 75 giran entre sí hasta que la primera cuña de brida 62 descansa contra la segunda cuña de brida 86. Siempre que la primera superficie trasera 57 y la primera superficie de la cuña de brida 63 sean sustancialmente paralelas, y la segunda superficie trasera 81 y la segunda superficie de la cuña de brida 87 sean sustancialmente paralelas, sustancialmente toda la primera superficie de la cuña de brida 63 descansará o colinda contra la toda la superficie de la cuña de la segunda la brida 87 cuando la primera parte de la brida 51 se ha girado en un ángulo igual al ángulo de la primera superficie trasera α_{21} /ángulo de superficie de la primera cuña α_{11} y la segunda parte de la brida 75 se ha girado un ángulo igual al segundo ángulo de superficie trasera α_{22} /segundo ángulo de superficie de la cuña α_{12} . Esta situación se muestra claramente en la Figura 7.

El hecho de que el primer ángulo de superficie trasera α_{21} es sustancialmente igual al primer ángulo de superficie de la cuña α_{11} y que el segundo ángulo de superficie trasera α_{22} es sustancialmente igual al segundo ángulo de superficie de la cuña α_{12} significa que como la primera y la segunda parte de la brida 51, 75 se han girado hasta primera superficie de la cuña de brida 63 y la segunda superficie de la cuña de brida 87 estén en contacto durante el

pretensado de los pernos 40 de la conexión de la brida 92 como se puede ver en figura 4-5 y 6a-b (antes de tensar los pernos 40) y en la figura 7 (después de tensar los pernos 40), la primera superficie trasera 57 del primer lado trasero 56 y la segunda superficie trasera 81 del segundo lado posterior 80 son ambos sustancialmente paralelos al plano P mencionado anteriormente que es perpendicular al eje longitudinal A de la conexión de brida 92, y las tuercas 41, u opcionalmente las arandelas 42, descansarán firmemente sobre la primera superficie posterior 57 del primer parte de la brida 51 y la segunda superficie trasera 81 de la segunda parte de la brida 75 de modo que no se creen momentos de flexión y tensiones de flexión resultantes en los pernos 40 o la primera y segunda partes de la brida 51, 75 cuando los pernos 40 están pretensados. Además, dado que la primera parte de la brida 51 y la segunda parte de la brida 75 giran antes de que la primera superficie de la cuña de brida 63 y la segunda superficie de la cuña de brida 87 estén en contacto mientras que las partes radialmente exteriores de la primera superficie de tacón de brida 65 y la segunda superficie de tacón de brida superficie 89 están en contacto desde el comienzo del tensado de los pernos como se indica en la figura 7, se obtiene una mayor fuerza de compresión que presiona el talón de la primera la brida 64 y el talón de la segunda la brida 88 y, de esta manera, también se obtienen una menor probabilidad de que se produzca un espacio entre el primer y segundo talón de brida 64, 88 debido a cargas externas, a través de los cuales el agua podría penetrar en la conexión de brida 92 y provocar la corrosión de los pernos 40.

El primer ángulo de superficie de la cuña α_{11} y el segundo ángulo de superficie de la cuña α_{12} controlan la rotación de la brida durante la precarga de los pernos 40 y tienen varias ventajas. El primer y segundo ángulo de superficie de la cuña α_{11} y α_{12} hace que la primera y segunda parte de la brida 51, 75 se deformen como un resorte de disco durante el ensamble de la conexión de brida 92 y, de esta manera, la primera y segunda partes de la brida 51, 75 están pretensadas, dominadas por las tensiones circulares. El pretensado de alabeo de la primera y segunda partes de la brida 51, 75 asegura que la primera y segunda la brida 51, 75 no pierdan contacto fuera de las primeras y segundas cavidades de la brida 66, 90 donde se ubican preferentemente los pernos 40, para cualquier dada la carga de diseño de la torre que evita que el agua penetre dentro la abertura anular formada por las primeras y segundas cavidades de la brida 66, 90 y provoque la corrosión de los pernos 40 dispuestos en los orificios para pernos 38. Además, la pretensión interna de la primera y segunda partes de la brida 51, 75 provoca fuerzas de separación en las tuercas 41 que están atornilladas en los pernos 40 en la conexión de brida 92, de manera que las tuercas 41 no se aflojarán por vibraciones u otras cargas dinámicas. Las pretensiones de los pernos son estáticas, lo que proporciona propiedades de fatiga superiores. Las tensiones estáticas del perno permiten una mayor pretensión del perno y una mayor resistencia a la carga de diseño del elemento de brida 20. Además, no habrá efectos de apalancamiento en los pernos 40 antes de que se produzca la separación del primer y segundo elementos de brida 50, 74, lo que ocurrirá cuando las cargas superen las cargas de diseño de la conexión de brida 92.

Además, los ángulos β de la superficie del primero y segundo talón β_1 y β_2 creando una distribución local de tensión de alto contacto como se mencionó anteriormente que proporciona un sello hermético al agua entre el primer talón de brida 64 y el segundo talón de brida 88 para evitar que el agua en los alrededores penetre dentro de la conexión de brida 92 y, de esta manera, proteja los pernos 40 de la corrosión. También se puede mencionar que la primera y segunda cavidades de la brida 66, 90 en los que se disponen los orificios para pernos contribuyen a controlar la tensión de contacto en las áreas deseadas de las superficies frontales primera y segunda 60, 84 de las partes de la brida primera y segunda 51, 75 respectivamente.

Los elementos de brida 20, 50, 74 y la conexión de brida 92 de acuerdo con la presente invención puede usarse para conectar de forma segura elementos de diversas estructuras juntas. Como se muestra en las figuras 1 y 8, la conexión de brida 92 puede, por ejemplo, ser usado para conectar de forma segura dos secciones de torre adyacentes 44, 68, 94, 100 de una estructura de torre 16 entre sí. La estructura de torre 16 puede usarse para soportar varias estructuras o dispositivos, como una turbina eólica 11 como se muestra en la figura 1 que comprende una góndola 13 y palas de turbina eólica 12, o un tanque de agua 15 como se muestra en la figura 8.

La estructura de torre 16 que se muestra en las figuras 1 y 8 se muestra con cuatro secciones de torre, una primera sección de torre 44, una segunda sección de torre 68, una tercera sección de torre 94 y una cuarta sección de torre 100. Cada sección de torre 44, 68, 94, 100 está hecha de una sección cónica con una sección transversal circular sustancialmente con un diámetro gradualmente menor desde el suelo 19 hacia la parte superior de la estructura de la torre 16 donde la turbina eólica 11 está montada en la torre. estructura 16. Debe mencionarse que la conexión de brida 92 obviamente también puede usarse con estructuras de torre que tienen un diámetro constante y, como se mencionó anteriormente, con estructuras que no necesariamente tienen una sección transversal circular.

La primera sección de torre 44 tiene una parte superior 45 donde es montada un primer elemento de brida superior 46 en la primera sección de torre 44, y una parte inferior 47 donde es montada un primer elemento de brida inferior 48. La parte inferior 47 está unida de forma segura a un elemento de soporte 49 con el primer elemento de brida inferior 48. Los primeros elementos de brida superior e inferior 46, 48 son elementos de brida, como se describió en detalle anteriormente y se muestra en las figuras 2-7.

La segunda sección de torre 68 tiene una parte superior 69 donde es montada un segundo elemento de brida superior 70 en la segunda sección de torre 68, y una parte inferior 71 donde es montada un segundo elemento de

brida inferior 72 en la segunda sección de torre 68. Los segundos elementos de brida superior e inferior 70, 72 son, como se describió en detalle anteriormente y se muestra en las figuras 2-7.

5 La tercera sección de torre 94 tiene una parte superior 95 donde es montada un tercer elemento de brida superior 96 en la tercera sección de torre 94, y una parte inferior 97 donde es montada un tercer elemento de brida inferior 98 en la tercera sección de torre 94. Los primeros elementos de brida superior e inferior 95, 97 son, como se describió en detalle anteriormente y se muestra en las figuras 2-7.

10 La cuarta sección de torre 100 tiene una parte superior 101 donde es montada un cuarto elemento de brida superior 102 en la cuarta sección de torre 100, y una parte inferior 103 donde es montada un cuarto elemento de brida inferior 104 en la cuarta sección de torre 100. Los cuartos elementos de brida superior e inferior 102, 104 son, como se describió en detalle anteriormente y se muestra en las figuras 2-7. El cuarto elemento de brida superior 102 es montada además en la góndola 13 de la turbina eólica 11.

15 Las secciones de torre adyacentes 44, 68; 68, 94; 94, 100 están conectados entre sí con una conexión de brida 92 de acuerdo con la presente invención.

20 El primer elemento de brida superior 46 y el segundo elemento de brida inferior 72 están conectados entre sí para formar una conexión de brida 92 de acuerdo con la presente invención, que de esta manera conecta de forma segura la primera sección de torre 44 a la segunda sección de torre 68.

25 El segundo elemento de brida superior 70 y el segundo elemento de brida inferior 98 están conectados entre sí para formar una conexión de brida 92 de acuerdo con la presente invención, que de esta manera conecta de forma segura la primera sección de torre 68 a la segunda sección de torre 94.

El tercer elemento de brida superior 96 y el cuarto elemento de brida inferior 104 están conectados entre sí para formar una conexión de brida 92 de acuerdo con la presente invención, que de esta manera conecta de forma segura la primera sección de torre 94 a la segunda sección de torre 100.

30 La misma estructura de torre 16 como se describió en detalle anteriormente, también se muestra en la figura 8 donde la estructura de torre 16 de una torre de agua 14 soporta un tanque de agua 15. Como se puede ver claramente en las figuras 1 y 8, las conexiones de brida 92 están dispuestas en el interior de la estructura de la torre 16.

35 Como se describió en detalle anteriormente, el diseño de la presente conexión de brida 92 evitará la fatiga en los pernos 40 ya que las tensiones de los pernos serán estáticas en función de las cargas dinámicas; se evitan las cargas adicionales de los pernos y la flexión local de los pernos 40 debido a los efectos de palanca sobre los pernos ya que los elementos de brida primero y segundo 50, 74 permanecen en contacto cara a cara, también bajo cargas extremas en la estructura de la torre; se evita el aflojamiento de la tuerca causado por las vibraciones y la carga
40 dinámica debido a la condición pretensada de alabeo de las partes de la brida primera y segunda 51, 75; y se evita la entrada de agua que provoca la corrosión de los pernos 40 ya que no hay separación axial de la brida en el exterior de los pernos.

45 La invención se ha explicado ahora con referencia a un ejemplo no limitativo. No obstante, un experto en la técnica apreciará que se pueden hacer modificaciones y cambios en esta modalidad que estarán dentro del alcance de la invención tal como se define en las siguientes reivindicaciones.

50

REIVINDICACIONES

1. Un elemento de brida (20, 50, 74) para una conexión de brida (92) con un eje central longitudinal A, el elemento de brida (20, 50, 74) que comprende una parte de la brida (21, 51, 75) y una parte de unión (22, 52, 76), en donde la parte de la brida (21, 51, 75) tiene un lado frontal (29, 59, 83) con una superficie frontal (30, 60, 84) en donde la parte de unión (22, 52, 76) está adaptado para unirse de forma segura a un elemento tubular que comprende una sección de torre de la estructura de torre para una turbina eólica o un elemento de tubería que es parte de una estructura de soporte de carga en alta mar, en donde la parte de la brida (21, 51, 75) está dispuesta radialmente en el interior del elemento de brida (20, 50, 74) y caracterizado porque la parte de la brida (21, 51, 75) está provista de una cuña de brida (32, 62, 86) que comprende una superficie de la cuña de brida (33, 63, 87) que es parte de la superficie frontal (30, 60, 84), y un talón de brida (34, 64, 88) que comprende una superficie de talón de brida (35, 65, 89) que es parte de la superficie frontal (30, 60, 84), y en donde la superficie de la cuña de brida (33, 63, 87) forma un ángulo de superficie de la cuña α_1 y la superficie del talón de la brida (35, 65, 89) forma un ángulo de superficie del talón β con un plano P que es perpendicular al eje central longitudinal A del elemento de brida (20, 50, 74).
2. Elemento de brida (20, 50, 74) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el ángulo de superficie de la cuña α_1 y el ángulo de superficie del talón β son diferentes.
3. Elemento de brida (20, 50, 74) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el ángulo de superficie de la cuña α_1 y el ángulo de superficie del talón β son iguales.
4. Elemento de brida (20, 50, 74) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1-3, en donde una superficie trasera (27, 57, 81) de un lado trasero (26, 56, 80) de la parte de la brida (21, 51, 75) forma un ángulo de superficie trasera α_2 con el plano P que es perpendicular al eje central longitudinal A del elemento de brida en forma de anillo.
5. Elemento de brida (20, 50, 74) de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el ángulo de superficie de la cuña α_1 y el ángulo de superficie trasera α_2 son iguales.
6. Elemento de brida (20, 50, 74) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1-5, en donde la parte de la brida (21, 51, 75) está provista de una cavidad de la brida (36, 66, 90) que se extiende alrededor de la circunferencia de la parte de la brida (21, 51, 75) y separa la cuña de brida (32, 62, 86) y el talón de brida (34, 64, 88).
7. Elemento de brida (20, 50, 74) de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la parte de la brida (21, 51, 75) está provista de una pluralidad de orificios para pernos (38) que atraviesan la parte de la brida (21, 51, 75), los orificios para pernos (38) que tienen respectivas aberturas de orificios para pernos (39) que desembocan en la cavidad de la brida (36, 66, 90).
8. Elemento de brida (20, 50, 74) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1-7, en donde el elemento de brida (20, 50, 74) comprende una región de transición (24, 54, 78) en un interior radial del elemento de brida (20, 50, 74), entre una parte de unión (22, 52, 76) y la parte de la brida (21, 51, 75), la región de transición (24, 54, 78) está provista de una forma elíptica.
9. Una conexión de brida (92) que tiene un eje central longitudinal A, la conexión de la brida (92) que comprende un primer elemento de brida (50) que comprende una primera parte de unión (52), en donde el primer elemento de brida (50) tiene un primer lado frontal (59) con una primera superficie frontal (60) en donde la primera parte de unión está adaptada para unirse de forma segura a un elemento tubular que comprende una sección de torre de una estructura de torre para una turbina eólica o un elemento de tubería que es parte de una estructura de carga en alta mar, la conexión de brida (92) comprende además un segundo elemento de brida (74) que comprende una segunda parte de unión (76), en donde el segundo elemento de brida (74) tiene un segundo lado frontal (83) con una segunda superficie frontal (84) y la segunda parte de unión (76) está adaptada para unir de forma segura a un elemento tubular que comprende una sección de torre de la estructura de torre para una turbina eólica o un elemento de tubería que es parte de una estructura de soporte de carga en alta mar,

en donde el primer elemento de brida (50) comprende una primera parte de la brida (51) y el segundo elemento de brida (74) comprende una segunda parte de la brida (75) en donde la primera parte de la brida (51) y la segunda parte de la brida (75) están adaptadas para disponerse radialmente en el interior de la estructura de la torre o de la estructura de soporte de carga en alta mar, y caracterizado porque la primera parte de la brida (51) está provista de una primera cuña de brida (62) que comprende una primera superficie de la cuña de brida (63) que es parte de la primera superficie frontal (60), y un primer talón de brida (64) que comprende una primera superficie del talón de brida (65) que es parte de la primera superficie frontal (60), en donde la primera superficie de la cuña de brida (63) forma un primer ángulo de superficie de la cuña α_{11} y la primera superficie del talón de brida (65) forma un primer ángulo

de superficie del talón β_1 con un plano P que es perpendicular al eje central longitudinal A de la conexión de la brida (92), y en donde la segunda parte de la brida (75) está provista de una segunda cuña de brida (86) que comprende una segunda superficie de la cuña de brida (87) que es parte de la segunda superficie frontal (84), y un segundo talón de brida (88) que comprende una segunda superficie de talón de brida (89) que es parte de la segunda superficie frontal (84), en donde la segunda superficie de la cuña de brida (87) forma un segundo ángulo de superficie de la cuña α_{12} y la segunda superficie del talón de brida (89) forma un segundo ángulo de superficie del talón β_2 con un plano P que es perpendicular al eje central longitudinal A de la conexión de brida (92), y en donde el primer elemento de brida (50) y el segundo elemento de brida (74) están adaptados para conectarse de forma segura y desconectable entre sí

10. Conexión de brida de acuerdo con la reivindicación 9, en donde el primer ángulo de superficie de la cuña α_{11} y el segundo ángulo de superficie de la cuña α_{12} son iguales.
11. Conexión de brida de acuerdo con la reivindicación 9, en donde el primer ángulo de superficie de la cuña α_{11} y el segundo ángulo de superficie de la cuña α_{12} son diferentes.
12. Conexión de brida de acuerdo con una de las reivindicaciones 9-11, en donde el primer ángulo de superficie del talón β_1 y el segundo ángulo de superficie del talón β_2 son iguales.
13. Conexión de brida de acuerdo con una de las reivindicaciones 9-11, en donde el primer ángulo de superficie del talón β_1 y el segundo ángulo de superficie del talón β_2 son diferentes.
14. Conexión de brida de acuerdo con una de las reivindicaciones 9-13, en donde la primera superficie de la cuña de brida (63) de la primera cuña de brida (62) está en contacto con la segunda superficie de la cuña de brida (87) de la segunda cuña de brida (86) cuando el primer elemento de brida (50) y el segundo elemento de brida (74) están conectados de forma segura entre sí.
15. Conexión de brida de acuerdo con una de las reivindicaciones 9-14, en donde la primera superficie de talón de brida (65) del primer talón de brida (64) está en contacto con la segunda superficie del talón de brida (89) del segundo talón de brida (88) cuando el primer elemento de brida (50) y el segundo elemento de brida (74) están conectados de forma segura entre sí.
16. Conexión de brida de acuerdo con una de las reivindicaciones 9-15, en donde una primera superficie trasera (57) de un primer lado trasero (56) de la primera parte de la brida (51) forma un primer ángulo de superficie trasera α_{21} con el plano P que es perpendicular al eje central longitudinal A de la conexión de brida (92), y que una segunda superficie trasera (81) de un segundo lado trasero (80) de la segunda parte de la brida (75) forma un segundo ángulo de superficie trasera α_{22} con el plano P.
17. Conexión de brida de acuerdo con la reivindicación 16, en donde el primer ángulo de superficie de la cuña α_{11} y el primer ángulo de superficie trasera α_{21} son iguales, y que el segundo ángulo de superficie de la cuña α_{12} y el segundo ángulo de superficie trasera α_{22} son iguales.
18. Conexión de brida de acuerdo con una de las reivindicaciones 9-17, en donde el primer elemento de brida (50) está provisto de una primera cavidad de la brida (66) que se extiende alrededor de la circunferencia del primer elemento de brida (50) y separa la primera cuña de brida (62) y el primer talón de brida (64), y el segundo elemento de brida (74) está provisto de una segunda cavidad de la brida (90) que se extiende alrededor de la circunferencia del segundo elemento de brida (74) y separa la segunda cuña de brida (86) y el segundo talón de brida (88).
19. Conexión de brida de acuerdo con una de las reivindicaciones 9-18, en donde el primer elemento de brida (50) está provisto con un número de orificios para pernos (38) que pasan a través de la primera parte de la brida (51) del primer elemento de brida (50), los orificios para pernos (38) que tienen aberturas de orificios para pernos respectivas (39) que desembocan en la primera cavidad de la brida (66), y en donde el segundo elemento de brida (74) está provisto del mismo número de orificios para pernos (38) que pasan a través de la segunda parte de la brida (75) del segundo elemento de brida (74), los orificios para pernos (38) tienen aberturas de orificios para pernos respectivas (39) que desembocan en la segunda cavidad de la brida (90), de manera que los pernos (40) pueden atravesar los orificios para pernos correspondientes (38) en el primer elemento de brida (50) y el segundo elemento de brida (74).
20. Conexión de brida de acuerdo con una de las reivindicaciones 9-19,

- 5 en donde el primer elemento de brida (50) comprende una primera región de transición (54) en un interior radial del primer elemento de brida (50), entre una primera parte de unión (52) y la primera parte de la brida (51), la primera región de transición (54) está provista de una forma elíptica, y el segundo elemento de brida (74) comprende una segunda región de transición (78) en un interior radial del segundo elemento de brida (74), entre una segunda parte de unión (76) y la segunda parte de la brida (75), la segunda región de transición (78) está provista de una forma elíptica.
- 10 21. Una estructura de torre (16) que tiene un eje central longitudinal A, la estructura de torre (16) comprende al menos una primera sección de torre (44) y una segunda sección de torre (68), donde la primera sección de torre (44) y la segunda torre sección (68) están conectadas de forma segura entre sí con una conexión de brida (92) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9-20
- 15 22. Estructura de torre (16) de acuerdo con la reivindicación 21, en donde la primera parte de la brida (51) y la segunda parte de la brida (75) de la conexión de brida (92) están dispuestas radialmente en el interior de la estructura de la torre (16).
- 20 23. Estructura de torre (16) de acuerdo con la reivindicación 21 o 22, en donde la estructura de torre (16) comprende más de dos secciones de torre (44, 68, 94, 100) donde todas las secciones de torre adyacentes (44, 68; 68, 94; 94, 100) se unen de forma segura entre sí con una conexión de brida (92) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9-20.
- 25 24. Uso de elementos de brida (20, 50, 74) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1-8 y/o una o más conexiones de brida (92) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9-20 para conectar secciones de torre adyacentes (44, 68, 94, 100) de una estructura de torre (16) en una instalación en alta mar
- 30 25. Uso de una estructura de torre (16) de acuerdo con una de las reivindicaciones 21-23 para soportar una turbina eólica (11).

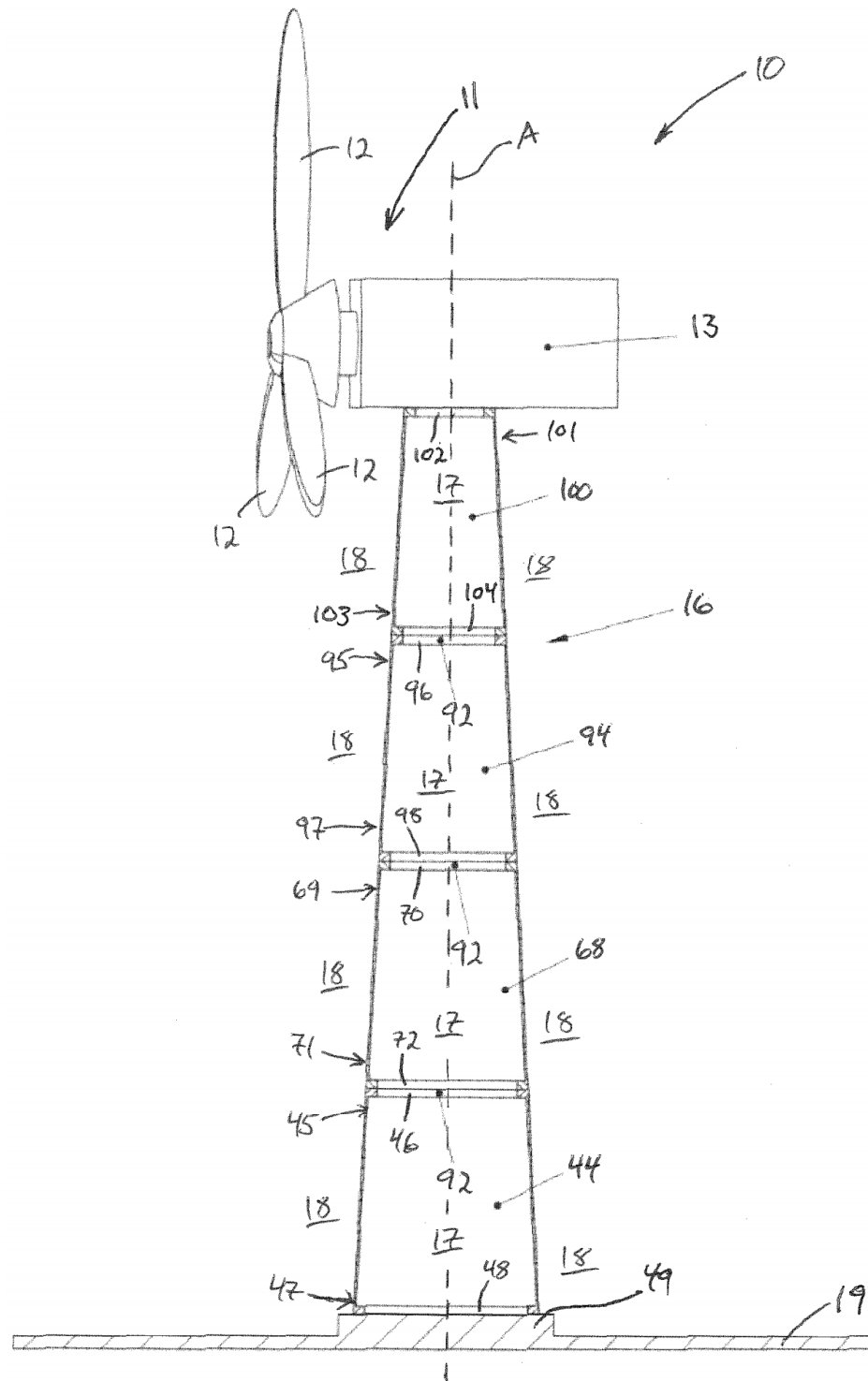


Figura 1

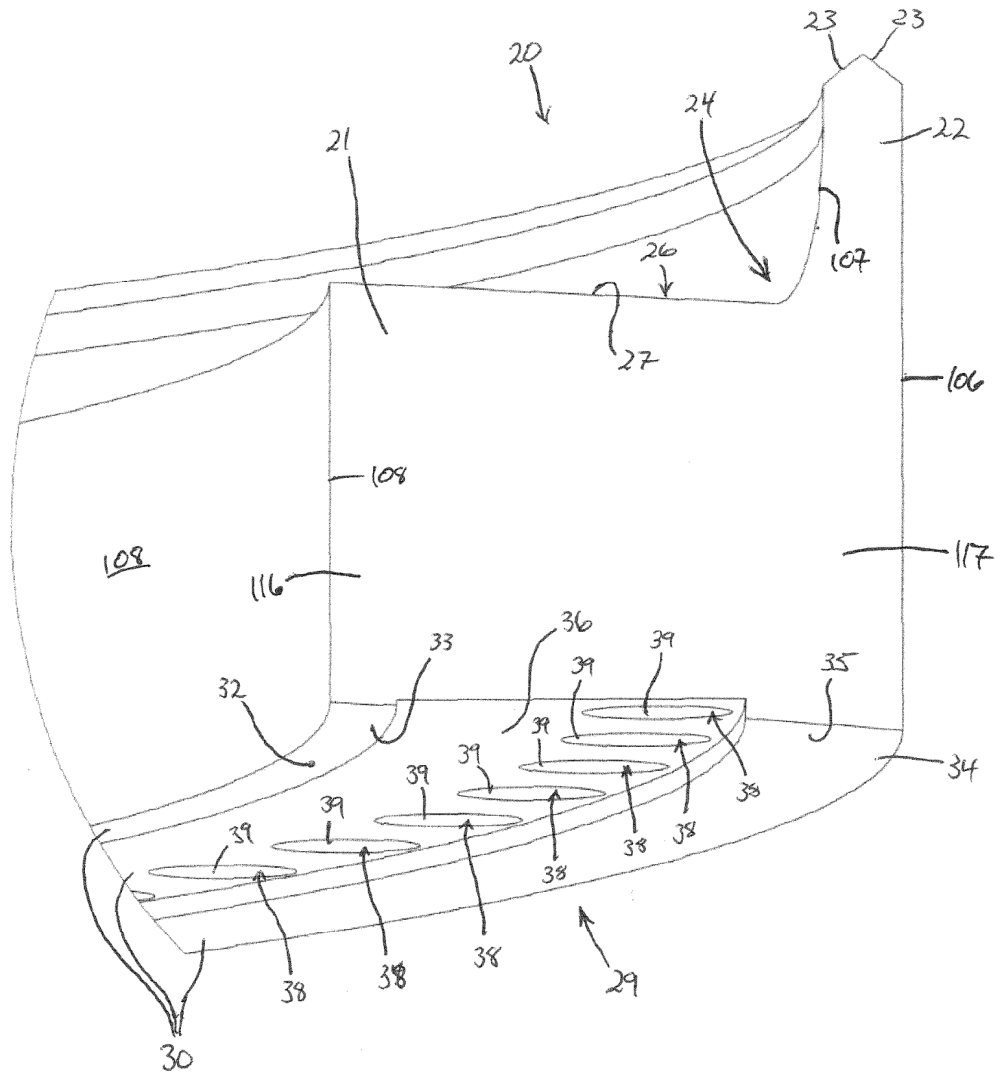


Figura 2

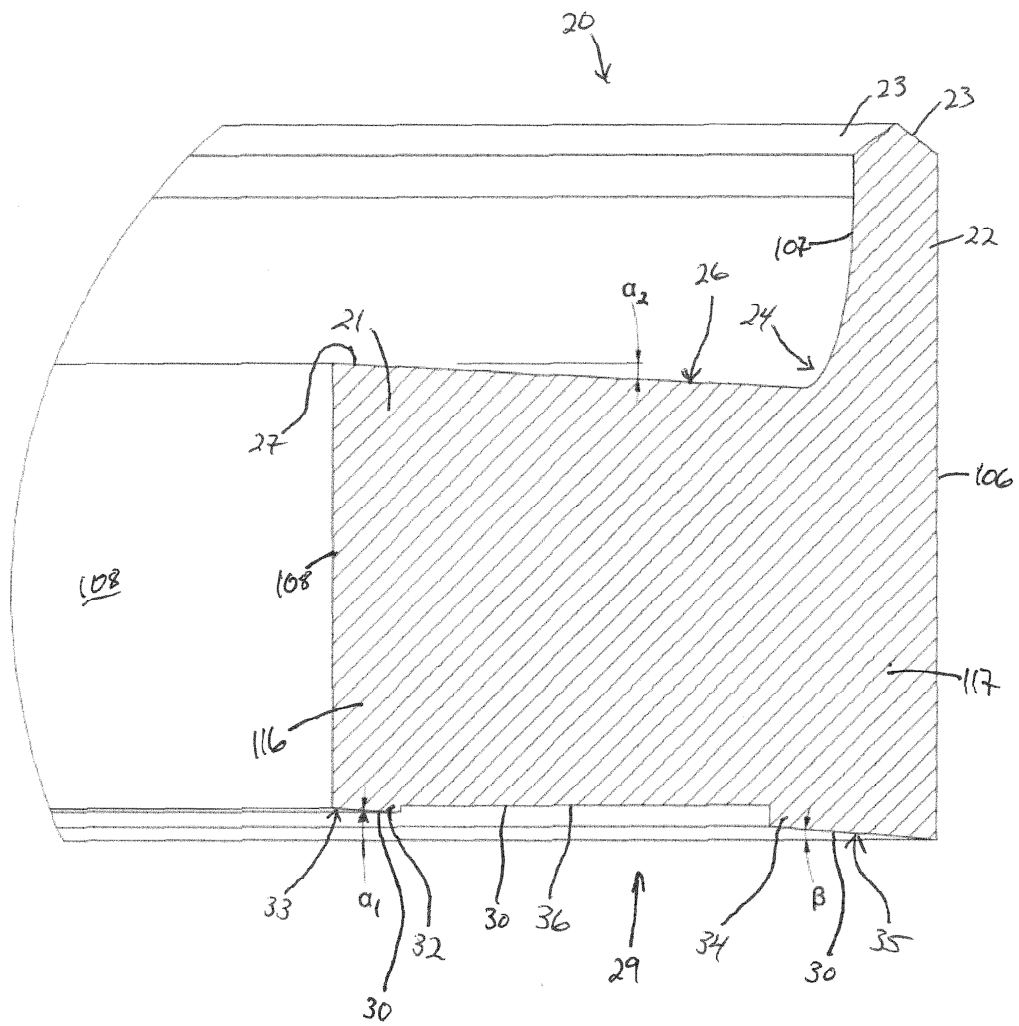


Figura 3

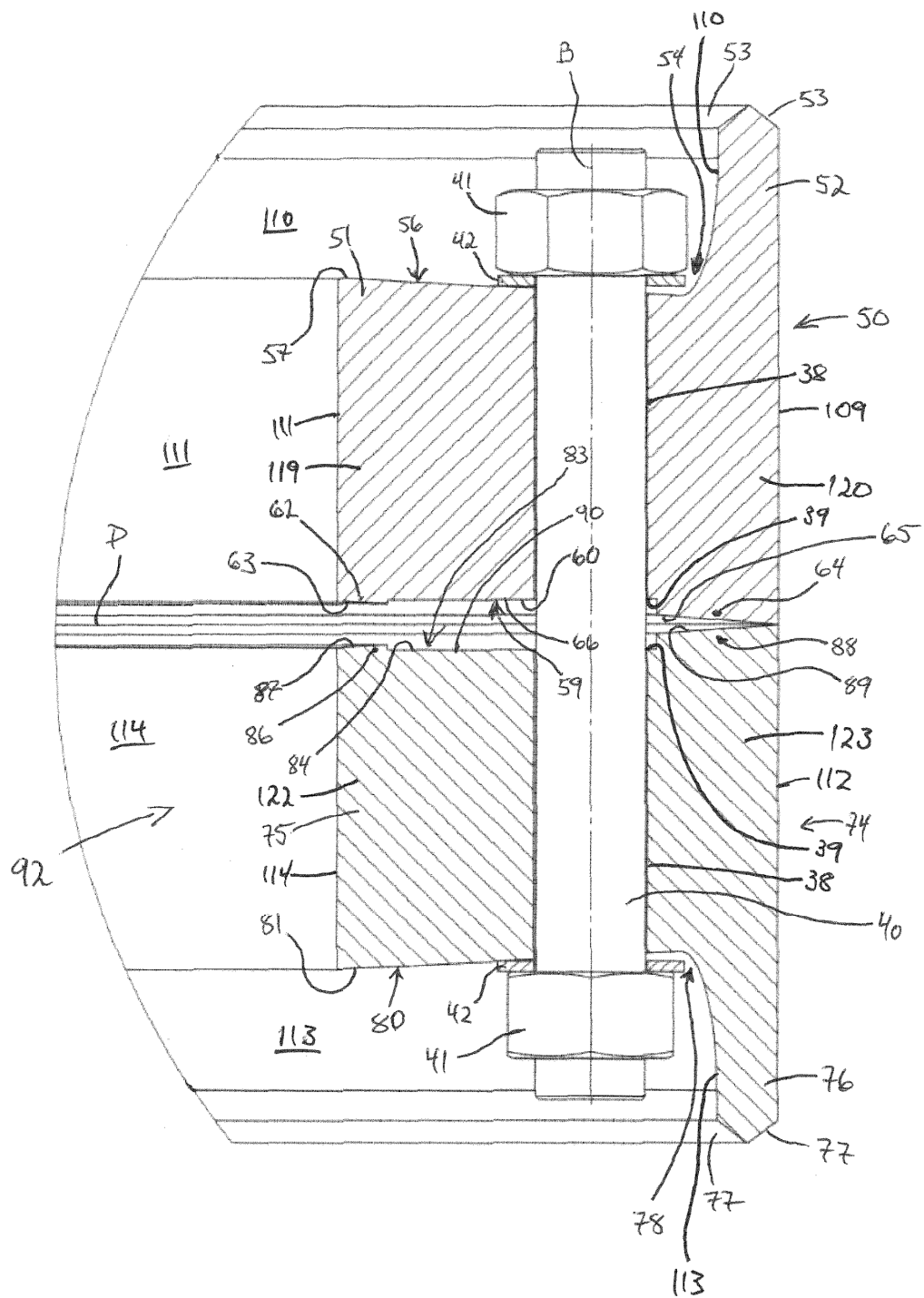


Figura 4

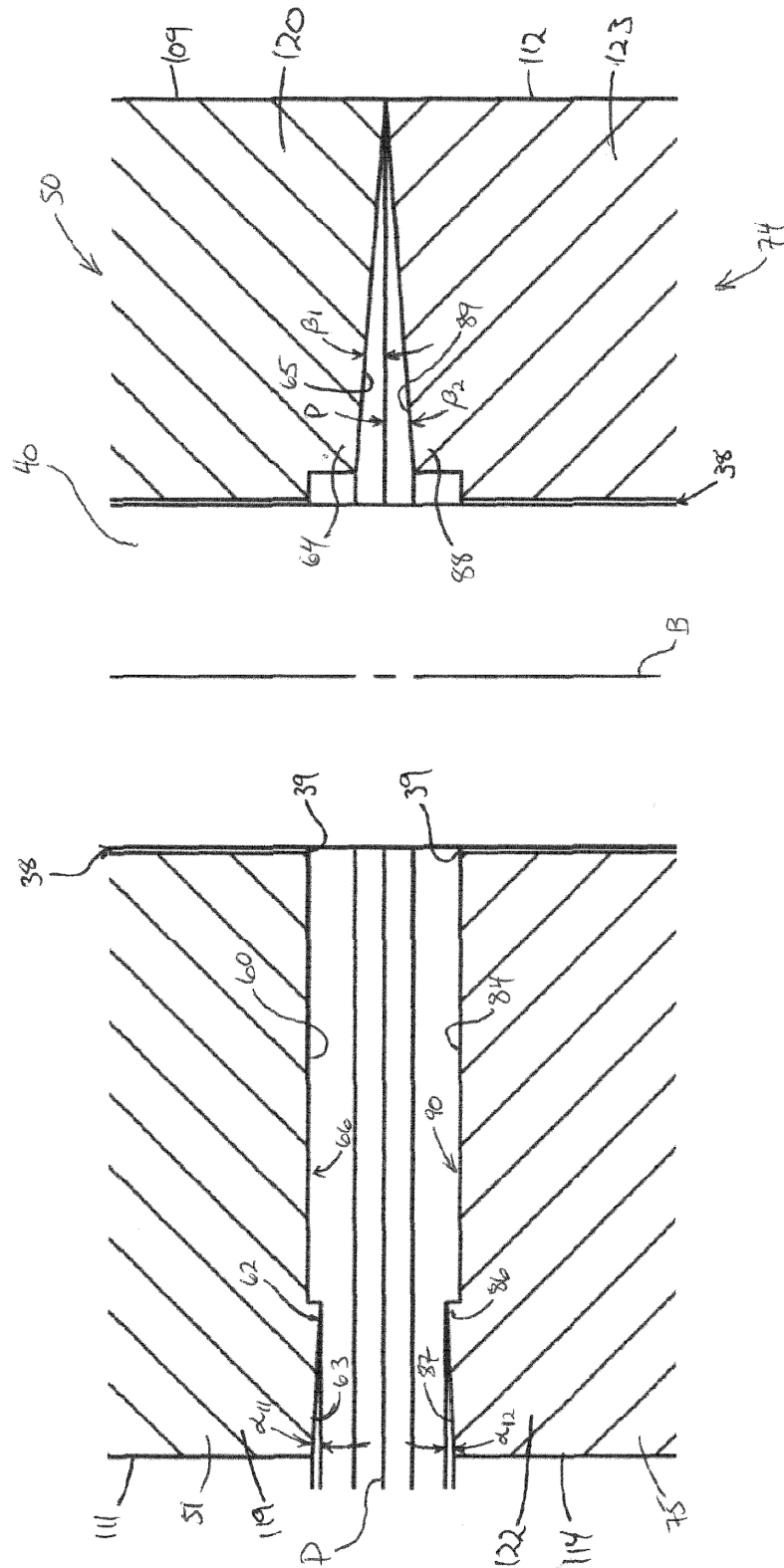


Figura 5

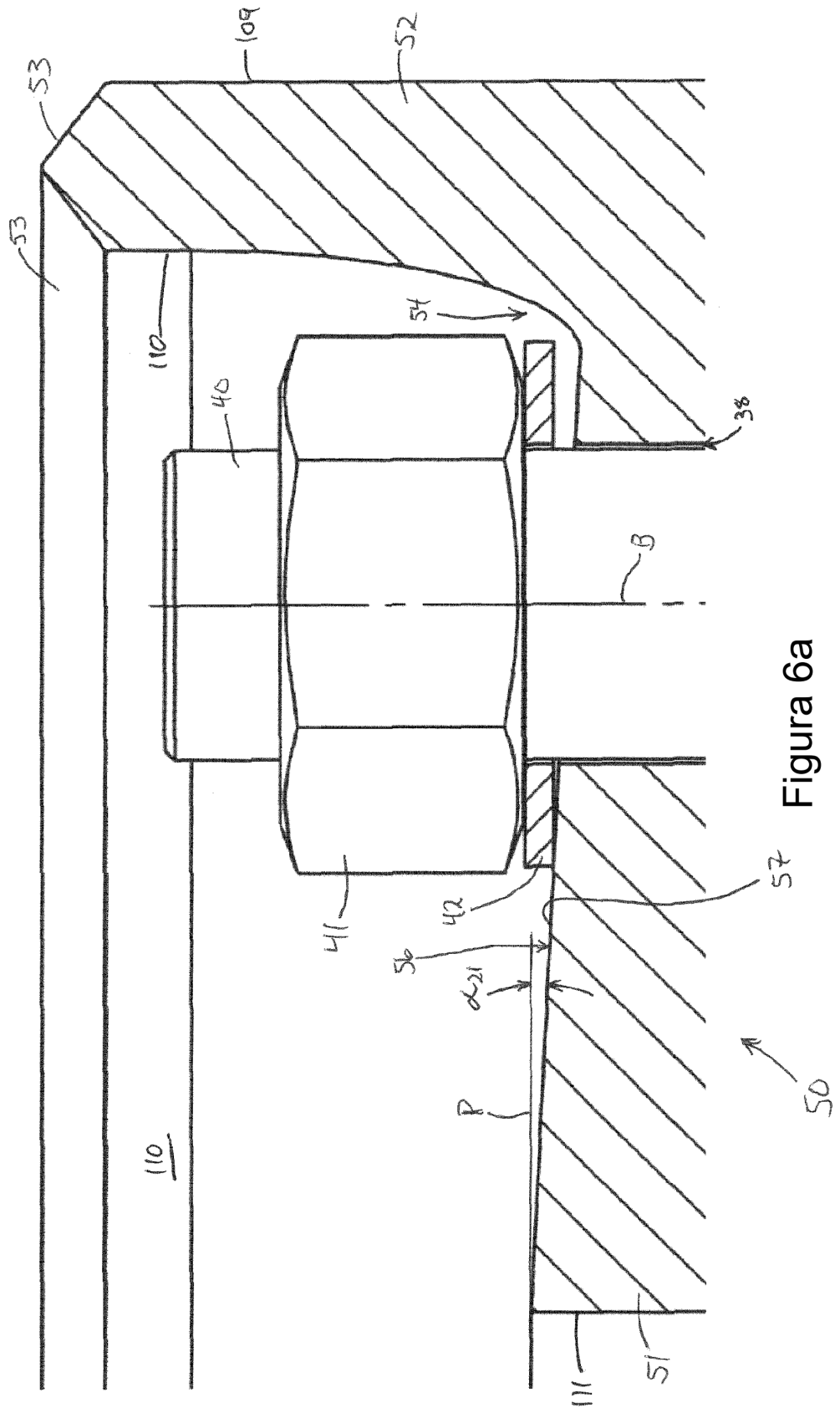


Figura 6a

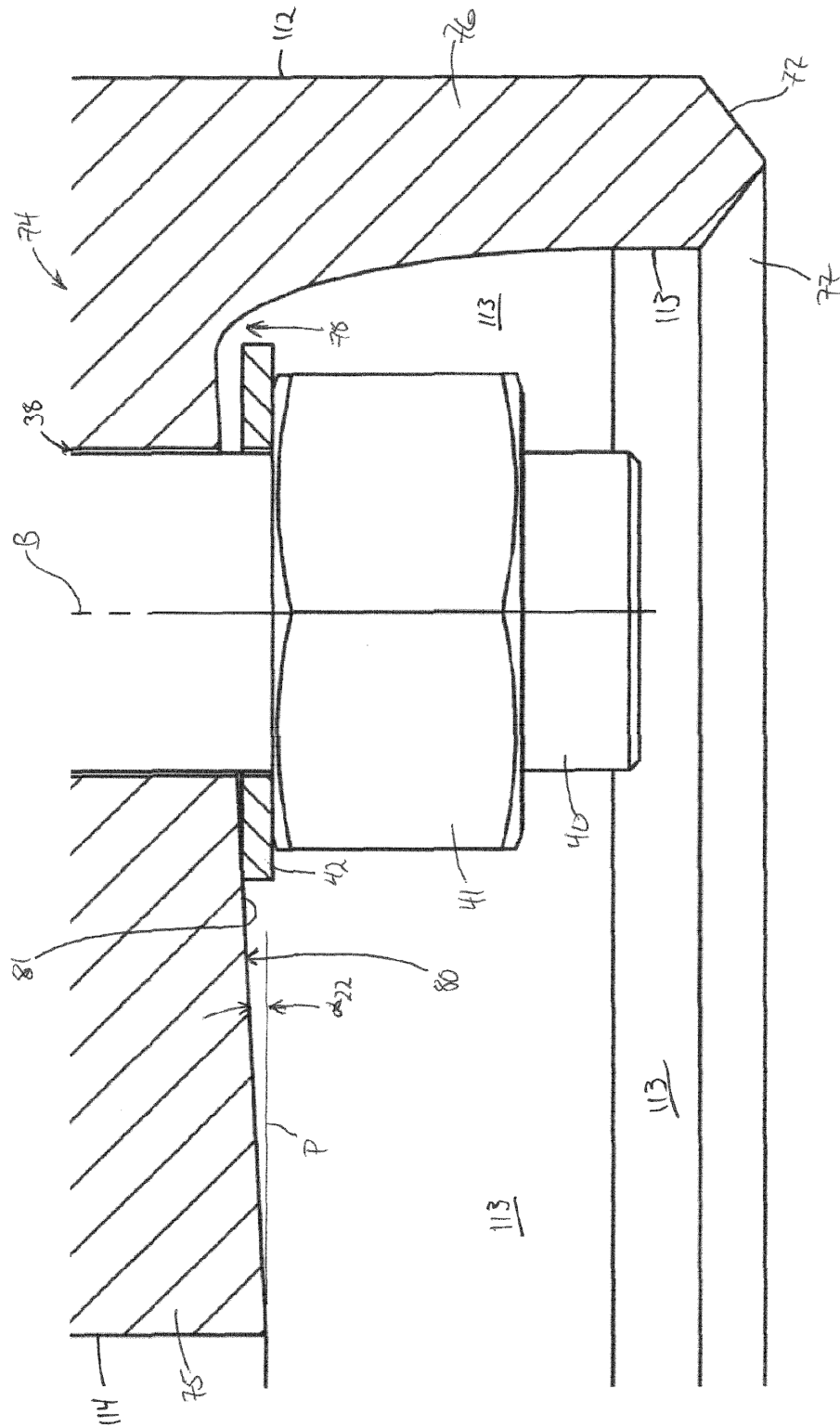


Figura 6b

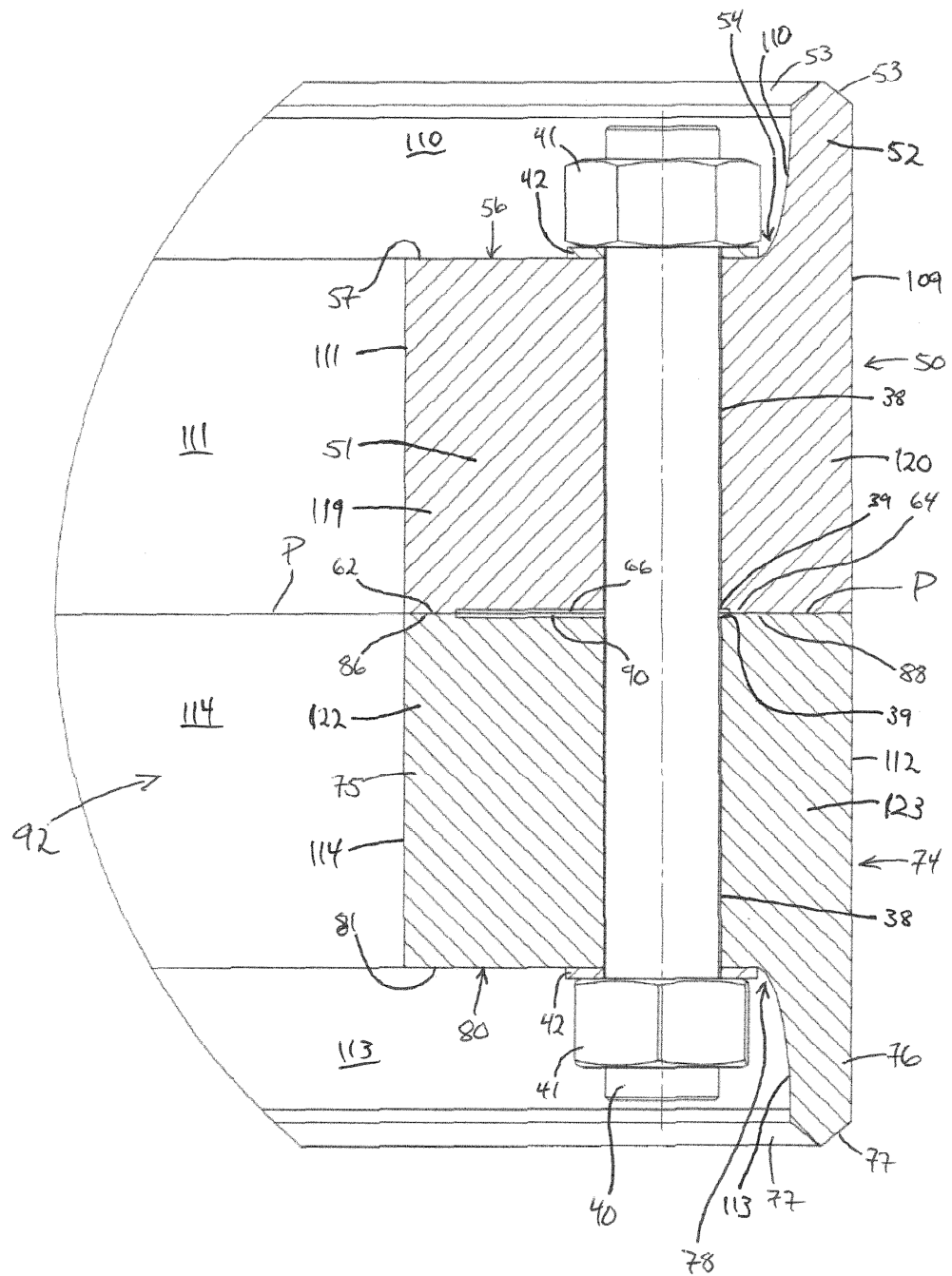


Figura 7

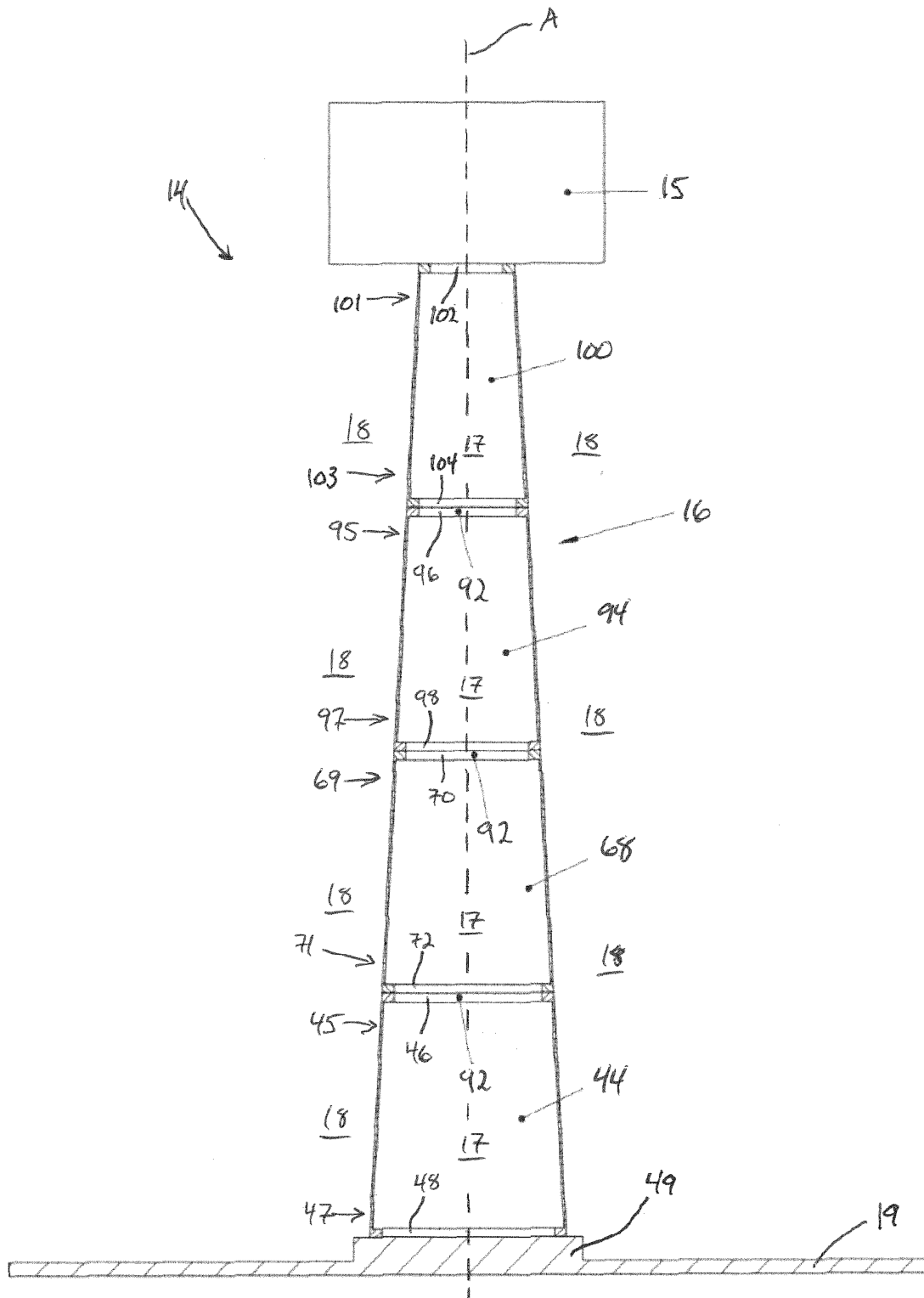


Figura 8