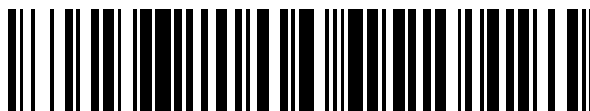


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 859 620**

51 Int. Cl.:

E02B 17/00 (2006.01)

E04H 12/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2017** E 17195030 (6)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.12.2020** EP 3467204

54 Título: **Pieza de transición para unir una sección de torre superior a una sección de torre inferior por medio de perfiles de unión**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.10.2021

73 Titular/es:
NOTUS ENERGY PLAN GMBH & CO. KG (100.0%)
Parkstrasse 1
14469 Potsdam, DE

72 Inventor/es:
DRIESCHNER, MARTIN;
PETRYNA, YURIY;
KÖPKE, BODO;
STEINER, TILO;
ROMER, STEVE y
GRAWE, GUNNAR

74 Agente/Representante:
VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 859 620 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

Pieza de transición para unir una sección de torre superior a una sección de torre inferior por medio de perfiles de unión

5 La invención se refiere a una pieza de transición para unir una sección de torre superior a una sección de torre inferior mediante perfiles de unión. En particular la pieza de transición es adecuada para un híbrido, por ejemplo para un aerogenerador, en donde la sección de torre superior está configurada, por ejemplo, como torre tubular de acero y la sección de torre inferior, por ejemplo, como estructura de torre en celosía.

10 Típicamente, las torres para aerogeneradores en tierra se realizan como torres tubulares, en particular torres tubulares de acero. Esta construcción, también llamada construcción monocasco tiene la ventaja de que las torres tubulares constan de segmentos individuales, de modo que pueden transportarse los componentes de torre individuales. Una capacidad de transporte es, en particular, en cuanto al diámetro de torre de alturas de torre grandes, una magnitud limitativa, dado que en alturas de buje de más de 120 m se sobrepasaría un diámetro inferior de la torre tubular 4,5 m. Sin embargo, los diámetros de más de 4,5 m pueden transportarse por carreteras solo con dificultad, dado que los puentes sobre carreteras y autovías presentan con frecuencia una altura libre máxima correspondiente. Por lo tanto, las torres tubulares de acero en tierra están limitadas a alturas de buje de aproximadamente 120 m sin medidas técnicas adicionales (tales como, por ejemplo, divisiones longitudinales adicionales de los segmentos individuales).

20 Además, por el estado de la técnica, se conocen construcciones de torre híbrida, por ejemplo torres híbridas de acero y torres híbridas de hormigón pretensado. Las torres híbridas de acero presentan un mástil de celosía y una torre tubular de acero. Las torres híbridas de hormigón pretensado presentan una sección de torre de hormigón pretensado y una sección de torre tubular de acero. Las torres híbridas de acero tienen la ventaja de que las secciones de torre inferiores, que presentan generalmente diámetros mayores constan de piezas y con posibilidad de ensamblarse y forman una estructura portante de celosía y las secciones de torre superiores están configuradas como torre tubular de acero. Esta construcción requiere sin embargo soluciones de tecnología compleja para una transición entre la estructura inferior, en forma de red a la estructura superior, tubular. A este respecto, hasta el momento solo se conocen fundamentalmente piezas de transición con altos requisitos de material y estructura compleja o de gran tamaño, que son en particular costosas o relativamente difíciles de transportar.

30 El documento GB 2 507 248 A muestra una pieza de transición para transmitir cargas estructurales de una torre de un aerogenerador a su base. Consta de un cuerpo central cónico que está unido a una placa superior, una placa central y una placa inferior, además mediante chapas de cizalla y de nudo, y una serie de patas, que están unidas a una estructura de base. El anillo articulado de torre puede presentar un borde acanalado para reducir la concentración de tensión.

40 El documento GB 2 419 50 A se refiere a un nudo de anillo de fundición de acero para un aerogenerador en alta mar o una base de apoyo de torre similar, que presenta uno o varios apéndices de pieza de unión parciales, que están configurados como salientes por secciones, semicirculares, de modo que patas secundarias tubulares de unión están unidas parcialmente a estas piezas de unión y parcialmente al cuerpo de torre del aerogenerador, y por lo tanto presentan extremos de unión en diferentes ángulos.

45 El documento EP 2 647 764 A1 muestra, por ejemplo, una pieza de transición para unir una torre a una estructura de cimentación a modo de rejilla en el área en alta mar. A este respecto la pieza de transición comprende un cilindro, en donde el cilindro, en su extremo superior presenta una brida para soportar la base de la torre y, en su superficie de revestimiento, está provisto de chapas de caja para introducir las fuerzas que actúan en la estructura de cimentación que consta de puntales principales y travesaños.

50 El documento DE 10 2013 221 681 A1 muestra un ejemplo adicional para una pieza de transición para un híbrido de una turbina eólica. La pieza de transición comprende una envoltura de adaptador y varias placas de adaptador, en donde la envoltura de adaptador está configurada tubular y la envoltura de adaptador y las placas de adaptador están unidas entre sí de tal modo que las placas de adaptador y la envoltura de adaptador se solapan parcialmente en la dirección longitudinal de la torre. Los medios de sujeción pueden ser, por ejemplo, tornillos, remaches o pernos de anillo de retención, pero se emplean ventajosamente tornillos, dado que estas pueden separarse de nuevo en caso de un mantenimiento de la pieza de transición y/o de la torre. En particular, en el documento DE 10 2013 221 681 A1 se explica que, debido a la estructura fragmentada de elementos de soporte empleados es necesaria una pluralidad de medios de sujeción, para permitir un flujo de fuerza seguro de la sección de torre superior hacia la sección de torre inferior.

60 En cuanto al estado de la técnica, la invención se basa en el objetivo de proponer una pieza de transición alternativa, que permita un flujo de fuerza seguro desde una sección de torre superior a una inferior y a este respecto sea relativamente económica.

65 Este objetivo se resuelve mediante una pieza de transición de acuerdo con la reivindicación 1. Realizaciones y perfeccionamientos ventajosos de la invención están mencionados en las reivindicaciones dependientes.

La pieza de transición de acuerdo con la invención puede unirse a una sección de torre tubular superior así como a perfiles de unión. Los perfiles de unión pueden unirse a su vez a una sección de torre inferior, preferentemente configurada como estructura de rejilla. Para unir la pieza de transición a la sección de torre superior, la pieza de transición presenta un elemento de unión superior. A este respecto, el elemento de unión superior está configurado, por ejemplo, como brida, preferentemente como brida anular. A parte de esto, la pieza de transición presenta una superficie interior de revestimiento que se ensancha hacia arriba en forma de cono truncado. La superficie interior de revestimiento en forma de cono truncado puede ser, en correspondencia, una superficie interior de revestimiento de un cono truncado hueco, que puede presentar al menos por zonas una superficie exterior de revestimiento de cono truncado. A este respecto, el cono truncado hueco puede formar una estructura de soporte de la pieza de transición. Preferentemente la sección de torre superior, como es habitual para torres de tubulares de acero, presenta una brida anular. La superficie interior de revestimiento en forma de cono truncado de la pieza de transición está dispuesta típicamente de manera rotosimétrica alrededor de un eje longitudinal de cono truncado. Al menos tres superficies de unión exteriores de la pieza de transición están dispuestas fundamentalmente de manera rotosimétrica alrededor del eje longitudinal de cono truncado en un lado exterior de la pieza de transición. Preferentemente la pieza de transición presenta una multitud de collares, que sobresalen en el lado exterior de la pieza de transición. A este respecto, el collar puede presentar una forma cerrada y, por ejemplo, formar una brida en forma de marco. La superficie de unión forma entonces una superficie del collar, o brida. Los collares están configurados preferentemente de una sola pieza con la pieza de transición. A este respecto, las superficies de unión exteriores son, consecuentemente, parte de la pieza de transición. En las superficies de unión exteriores, la pieza de transición puede unirse a un perfil de unión que puede unirse a una sección de torre inferior. Para ello, los perfiles de unión pueden presentar, por ejemplo, una brida cuya forma se corresponde con la forma del collar, en particular con las superficies de unión. Una superficie de la brida del perfil de unión puede colocarse contra la superficie de unión y puede unirse a ella, por ejemplo, mediante uniones soldadas o uniones atornilladas. Los perfiles de unión pueden presentar en su lado superior además una brida en forma de marco cuya forma se corresponde con el collar de la pieza de transición, de tal modo que la brida en forma de marco del perfil de unión puede insertarse en el collar de la pieza de transición, por ejemplo en unión positiva. De manera complementaria o como alternativa, puede preverse una conexión por unión de materiales. A este respecto pueden emplearse adicionalmente o como alternativa uniones de encaje, uniones atornilladas, uniones rápidas, uniones por adhesión o uniones por soldadura. Los perfiles de unión también pueden unirse a la pieza de transición mediante tacos de empuje. A este respecto, la brida en forma de marco puede formar el taco de empuje.

La sección de torre tubular superior puede estar configurada, por ejemplo, como torre tubular de acero, en particular como armazón sustentable monocasco. La pieza de transición puede estar configurada al menos por áreas como armazón sustentante monocasco. Típicamente, la pieza de transición está configurada predominantemente como armazón sustentante monocasco. La pieza de transición puede ser una simbiosis (o combinación/fusión ventajosa) de armazón sustentante monocasco y de barras.

La superficie interior de revestimiento en forma de cono truncado de la pieza de transición puede incluir, con el eje longitudinal de cono truncado típicamente un ángulo de al menos 20°, preferentemente al menos 24°. Este ángulo entre la superficie de revestimiento en forma de cono truncado y el eje longitudinal de cono truncado puede incluir, por ejemplo, como máximo 45°, preferentemente como máximo 60°.

La pieza de transición puede presentar una abertura de inspección. Así, el personal de montaje y de mantenimiento puede llegar al interior de la pieza de transición. Puede estar prevista una abertura de inspección, por ejemplo, en un lado inferior de la pieza de transición. A este respecto, por ejemplo, una base circular del cono truncado puede presentar una entalladura que puede servir como abertura de inspección. Un radio de una abertura de inspección redonda puede estar diseñado según la regla DGUV 113-004 anexo 7, "Exigencia mínima para acceso con equipo de protección personal contra caídas". Un radio asciende preferentemente a al menos 300 mm. Aparte de eso, pueden estar previstas aberturas de inspección en los perfiles de unión y/o en la superficie de revestimiento en forma de cono truncado. Cada uno de los perfiles de unión puede presentar una abertura de inspección. Así, áreas de unión, por ejemplo, bridas de tornillo, entre la pieza de transición y los perfiles de unión pueden ser accesibles para el personal de montaje y de mantenimiento.

Las superficies de unión pueden sobresalir en el lado exterior de la pieza de transición. A este respecto, una pluralidad de collares puede sobresalir desde el lado exterior de la pieza de transición y los collares pueden formar al menos tres bridas salientes, preferentemente en cada caso cerradas, en forma de un marco. Las bridas pueden enmarcar total o parcialmente un área respectiva del lado exterior de la pieza de transición. Las bridas pueden presentar distintas formas en una vista superior, y por ejemplo, ser triangulares, rectangulares, cuadradas, circulares, elípticas, poligonales o presentar combinaciones de estas formas como forma de brida. Una superficie de estos collares respectivos, o brida en forma de marco puede formar la superficie de unión respectiva. Preferentemente la forma de la superficie de unión, como se ha descrito anteriormente, se corresponde con la superficie de unión de los perfiles de unión. Los perfiles de unión pueden unirse a la pieza de transición en las superficies de unión, por ejemplo, mediante conexiones de brida, tacos de empuje y/o mediante uniones soldadas.

El lado exterior de la pieza de transición presenta conformaciones típicamente alargadas entre las superficies de unión. Las conformaciones se extienden preferentemente desde un lado superior de la pieza de transición hasta un lado

inferior de la pieza de transición. Preferentemente, la curvatura de las conformaciones es continua y en particular no presenta ningún borde. Así, pueden evitarse picos de tensión en la pieza de transición. A lo largo de la altura de la pieza de transición, la conformación, también denominada entalladura puede presentar un radio de curvatura de entalladura constante. También es posible que el radio de curvatura de la conformación cambie a la altura de la pieza de transición. El radio de curvatura está definido a este respecto como el radio de un así llamado círculo de curvatura, que mejor se aproxima a la forma de la conformación en una sección transversal con respecto al eje longitudinal. El radio de curvatura puede ascender de al menos a 0,2 m. El radio de curvatura también puede ascender de al menos a 0,5 m. El radio de curvatura asciende típicamente como máximo a 1 m. Preferentemente, el radio de curvatura asciende a 0,5 m.

La pieza de transición puede estar configurada de una sola pieza. Esto puede tener la ventaja, por ejemplo, de que se aumenta la estabilidad y se reduce el esfuerzo de montaje. No obstante, la pieza de transición también puede estar realizada de manera divisible. En tal caso, las piezas individuales preferentemente pueden atornillarse o soldarse. Aparte de eso, son concebibles conexiones en unión positiva para unir las piezas individuales. Las piezas de transición de varias partes pueden tener la ventaja de que las dimensiones máximas no se restringen por las condiciones de transporte, como ya se ha explicado anteriormente.

La pieza de transición es adecuada para torres que se emplean en tierra y/o en alta mar. En una aplicación en tierra la pieza de transición presenta típicamente a lo largo de un eje longitudinal, preferentemente a lo largo del eje de cono truncado, una altura de al menos 2,5 m, preferentemente de al menos 3 m. Aparte de eso, la pieza de transición puede presentar una altura máxima a lo largo del eje longitudinal de 4,7 m, preferentemente de 4 m. Esto tiene la ventaja de que la pieza de transición ya está ensamblada o, en una realización de una sola pieza, es relativamente fácil de transportar y puede enviarse por tierra por carretera y por debajo de puentes. En caso de una aplicación en alta mar, la altura puede ser marcadamente más pronunciada, por ejemplo, hasta 7m.

En una forma de realización la pieza de transición puede presentar una altura total a lo largo de un eje longitudinal, que corresponde al menos al 50 % de un diámetro de la sección de torre superior. A este respecto, el diámetro de la sección de torre superior es habitualmente el diámetro de la sección de torre superior en un borde inferior de la sección de torre superior (sin bridas de anillo). Preferentemente, la altura total de la pieza de transición puede corresponder al menos al 80 % del diámetro de la sección de torre superior. Típicamente, la altura total de la pieza de transición corresponde como máximo al 150 % del diámetro de la sección de torre superior. Así, pueden mantenerse las dimensiones máximas de transporte y, simultáneamente, pueden evitarse picos de tensión en la pieza de transición y/o en una torre que presenta la pieza de transición. La pieza de transición puede presentar dimensiones considerablemente mayores, en particular en el caso de aplicaciones en alta mar.

Para una capacidad de transporte mejorada por tierra, la pieza de transición típicamente en perpendicular al eje longitudinal puede presentar una expansión lateral de al menos 3,5 m, preferentemente al menos 4 m y/o como máximo 5,5 m, preferentemente como máximo 4,5 m. A este respecto, la mayor expansión lateral está habitualmente en un lado superior orientado hacia la sección de torre tubular. La expansión lateral mínima presenta la pieza de transición típicamente en un lado inferior que está dirigido a la sección de torre en forma de rejilla inferior. La pieza de transición, en particular en aplicaciones en alta mar, puede presentar expansiones laterales claramente mayores. A parte de esto, la pieza de transición puede presentar una expansión lateral perpendicularmente respecto al eje longitudinal,

que en cada posición a lo largo de la altura de la pieza de transición al menos 0 % del diámetro de la sección de torre superior, en el área del elemento de unión hacia la sección de torre superior corresponde preferentemente al menos al 105 % del diámetro de la sección de torre superior. La expansión lateral máxima en perpendicular respecto al eje longitudinal es típicamente, en cualquier posición a lo largo de la altura de la pieza de transición, como máximo al 120 % del diámetro de la sección de torre superior. A este respecto, el diámetro de la sección de torre superior es habitualmente el diámetro de la sección de torre superior en un borde inferior de la sección de torre superior. Así, puede conseguirse una buena capacidad de transporte por tierra, en particular también en carreteras que tienen una anchura interior de solo 5,5 m.

Además, la torre presente comprende un perfil de unión para unir una pieza de transición, preferentemente una pieza de transición de acuerdo con realizaciones anteriores, a una sección de torre inferior. A este respecto, el perfil de unión puede presentar una brida superior, cuya superficie corresponde a las superficies de unión de la pieza de transición de tal manera que el perfil de unión puede unirse con brida a las superficies de unión en un borde superior en la pieza de transición. El perfil de unión puede presentar además un elemento de unión inferior, por ejemplo una brida inferior. El elemento de unión inferior puede estar configurado por ejemplo de tal modo que puede unirse preferentemente en unión positiva y/o en arrastre de fuerza a un miembro de soporte. El perfil de unión puede presentar un elemento de perfil superior que puede unirse a la pieza de transición y una pieza insertada inferior. En un lado inferior del elemento de perfil puede estar configurada una entalladura de la pieza insertada, que puede corresponder, al menos por áreas, a un contorno exterior de la pieza insertada de tal manera que la pieza insertada pueda estar conectada en unión positiva y/o por unión de materiales al elemento de perfil superior. La pieza insertada puede estar unida al elemento de perfil superior, por ejemplo, a través de una o varias de soldadura, preferentemente al menos por áreas a lo largo de la entalladura de pieza insertada. Típicamente, la pieza insertada en su lado inferior puede unirse, preferentemente

de forma desmontable, a una sección de torre inferior. Una unión desmontable, por ejemplo, una unión de tornillo, tiene la ventaja de que la pieza de transición y los perfiles de unión pueden transportarse independientemente entre sí y pueden montarse de manera relativamente sencilla en un lugar de uso. Una sección transversal de la pieza insertada puede corresponder preferentemente a una sección transversal de los miembros de soporte. Así, puede 5 conseguirse, por ejemplo un flujo de fuerza continuo dado que se evita esencialmente un desfase de fuerza. En particular, la sección de torre inferior puede presentar a este respecto una estructura de rejilla, que presenta al menos tres miembros de soporte que se extienden por la longitud de la sección de torre inferior. La forma de la pieza insertada puede corresponder preferentemente a una forma de un extremo superior de los miembros de soporte de tal manera que la pieza insertada en su lado inferior pueda insertarse en el extremo superior de los miembros de soporte sobre o 10 en el extremo superior. La pieza insertada y los miembros de soporte pueden unirse además mediante una unión de materiales, por ejemplo soldadura, unión positiva, por ejemplo mediante inserción o encaje, y/o uniones por arrastre de fuerza, por ejemplo bridas, tornillos, remaches o similar. A este respecto pueden emplearse adicionalmente o como alternativa uniones de encaje, uniones atornilladas, uniones rápidas, uniones por adhesión o uniones por soldadura. De manera adicional o alternativa, la pieza insertada y los miembros de soporte pueden unirse por medio de tacos de empuje. Un miembro de soporte inferior puede presentar, por ejemplo, un perfil cuadrado con una longitud de borde de 800 mm y un espesor de pared de 25 mm. Preferentemente, cada miembro de soporte presenta, en una sección transversal en perpendicular respecto a un eje longitudinal del miembro de soporte, una expansión lateral de al menos 400 mm. Un espesor de pared de miembro de soporte asciende típicamente al menos a 10 mm, preferentemente al menos 20 mm y/o como máximo 60 mm. Naturalmente pueden emplearse también miembros de soporte de otras 20 formas de perfil, por ejemplo perfiles en U, rectangulares o redondos.

La pieza insertada puede tener el objetivo de garantizar una transición continua desde el elemento de perfil al miembro de soporte de la estructura de rejilla situada debajo. La pieza insertada tiene preferentemente las dimensiones del miembro de soporte contiguo a continuación de la estructura. 25

Los perfiles de unión pueden presentar una sección transversal, que varía a lo largo de la extensión de los perfiles de unión, preferentemente de manera continua. Puede estar previsto que un tamaño de sección transversal y/o una forma de sección transversal cambien a lo largo de la extensión del perfil de unión. En una sección transversal, un perfil de unión en una forma de realización presenta una forma triangular que se ensancha hacia arriba. A este respecto, el 30 borde triangular superior puede ser marcadamente convexo. La esquina inferior del triángulo puede estar configurada de manera redondeada, preferentemente redondeada de manera cóncava. Los bordes laterales del triángulo pueden ser marcadamente de la misma longitud o presentar diferentes longitudes. El borde superior, configurado preferentemente de manera convexa, puede ser más largo en una expansión lateral que los bordes laterales. Los perfiles de unión pueden presentar una forma cuadrada o poligonal en una sección transversal. Preferentemente, la forma se ensancha hacia arriba en una sección transversal. Formas de sección transversal cuadrangulares o poligonales también pueden presentar áreas cóncavas y/o convexas. Los perfiles de unión pueden estar configurados como construcción soldada. Los perfiles de unión pueden presentar chapas de pared unidas por soldadura con un espesor de pared de al menos 10 mm y/o como máximo 60 mm. Las chapas de pared de un perfil de unión pueden presentar diferentes espesores de pared. Preferentemente, una superficie de sección transversal del perfil de unión disminuye de arriba abajo en una sección transversal en perpendicular respecto a un eje longitudinal del perfil de unión a lo largo de este eje longitudinal. Esto tiene la ventaja de que puede estar optimizado un flujo de fuerza y, simultáneamente, solo se emplea la cantidad de material necesaria. Esto puede dar como resultado un ahorro de material y, con ello, un ahorro de costes. Los perfiles de unión presentan típicamente una longitud a lo largo de su extensión de al menos 1 m, preferentemente al menos 8 m y/o como máximo 12 m. En particular para aplicaciones en alta mar, los perfiles de unión también pueden presentar una longitud a lo largo de su extensión de más de 12 m. 45

Al menos una pared del perfil de unión puede presentar un contorno exterior moldeado de forma convexa, al menos por áreas, en una sección transversal en perpendicular respecto a un eje longitudinal del perfil de unión. Por ello, puede mejorarse un flujo de fuerza desde la sección de torre superior a través de la pieza de transición hacia la sección de torre inferior. En consecuencia, puede ahorrarse material a través de una optimización del flujo de fuerza. 50

Al menos una pared del perfil de unión puede presentar un contorno exterior moldeado de forma cóncava, al menos por áreas, en una sección transversal en perpendicular respecto a un eje longitudinal del perfil de unión. Por ello, puede mejorarse un flujo de fuerza desde la sección de torre superior a través de la pieza de transición hacia la sección de torre inferior. A través de una optimización del flujo de fuerza de este tipo, pueden evitarse picos de tensión y ahorrarse material. 55

En una sección transversal en perpendicular respecto a un eje longitudinal del perfil de unión, la al menos una pared del perfil de unión puede presentar un contorno exterior moldeado en forma cóncava tanto al menos por áreas como un contorno exterior moldeado en forma convexa al menos por áreas. También pueden evitarse picos de tensión a través de formas curvadas de manera cóncava. 60

La pared del perfil de unión puede ser plana, curvada de manera simple o múltiple. Una curvatura múltiple de los perfiles de unión puede estar realizada a este respecto en particular mediante una primera curvatura, por ejemplo mediante una configuración cóncava y/o convexa de los perfiles de unión a lo largo del eje longitudinal, en combinación con una curvatura en perpendicularmente respecto al eje longitudinal respectivo de los perfiles de unión. 65

Para ahorrar material, los perfiles de unión pueden estar configurados de manera hueca preferentemente al menos por secciones.

- 5 En particular, en caso de una aplicación en alta mar de la pieza de transición, los perfiles de unión pueden estar configurados de una sola pieza con la pieza de transición.

Los perfiles de unión pueden estar soldados a la pieza de transición, por ejemplo, en lugar de o adicionalmente a conexiones de brida.

10

A continuación, se explican con más detalle ejemplos de realización mediante las figuras.

Muestran:

- 15 fig. 1 una pieza de transición en una vista en perspectiva,
 fig. 2 la pieza de transición en una vista lateral en un plano xz,
 fig. 3 la pieza de transición en una vista superior en un plano xy,
 fig. 4 la pieza de transición unida a una sección de torre superior y con perfiles de unión, que a su vez están unidas a una sección de torre inferior,
 20 fig. 5a-c uno de los perfiles de unión en tres vistas diferentes,
 fig. 5d dibujo en despiece: perfil de unión, pieza insertada y miembro de soporte,
 fig. 6 la pieza de transición unida a cuatro perfiles de unión,
 fig. 7 una sección de torre superior, que está unida a una sección de torre inferior a través de la pieza de transición y los perfiles de unión
 25 fig. 8 una vista esquemática de una sección transversal a lo largo del eje longitudinal de la estructura hueca,
 fig. 9 una vista detallada de una unión entre el perfil de unión y la sección de torre inferior y/o la pieza de transición
 fig. 10 una vista en perspectiva de un área de unión entre un perfil de unión y un miembro de soporte.

- 30 En la figura 1 se muestra una pieza de transición 1 para la unión de una sección de torre 2 superior a través de perfiles de unión 8 a una sección de torre inferior 5. La pieza de transición 1 presenta una superficie interior de revestimiento 3, que se ensancha en forma de cono truncado hacia arriba, en este caso en la dirección z. La superficie interior de revestimiento en forma de cono truncado de la pieza de transición incluye, con un eje longitudinal de cono truncado K un ángulo de 24°. La superficie interior de revestimiento 3 presenta una superficie lisa. En el ejemplo mostrado un cono truncado hueco, que presenta la superficie interior de revestimiento 3 tiene un espesor de pared de 40 mm. En una sección superior de la pieza de transición 1, la pieza de transición 1 presenta un elemento de unión superior 6. En este caso, el elemento de unión superior 6 está configurado como brida anular, a través de la cual puede unirse una sección de torre tubular superior a la pieza de transición 1, en particular mediante atornillado y/o soldadura. La pieza de transición 1 es rotosimétrica alrededor de un eje longitudinal de cono truncado K. Aparte de eso, la pieza de transición 1 presenta cuatro superficies de unión 7 exteriores dispuestas en un lado exterior 4 de manera rotosimétrica alrededor del eje longitudinal de cono truncado K. Las superficies de unión 7 sobresalen del lado exterior 4. Preferentemente, las superficies de unión 7 se extienden casi por toda la altura de la pieza de transición 1. Las superficies de unión 7 pueden formar una brida que se extiende fundamentalmente desde un extremo superior de la pieza de transición 1 hasta un extremo inferior de la pieza de transición 1. Las superficies de unión 7 pueden unirse a las superficies de contacto correspondientes de un perfil de unión 8 (cf. figuras 5a-5c). Para ello, los perfiles de unión 8 pueden atornillarse y/o soldarse, por ejemplo, en la pieza de transición 1. El lado exterior 4 de la pieza de transición 1 presenta conformaciones 9 alargadas entre las superficies de unión 7. En el ejemplo mostrado, las conformaciones 9 se extienden desde un borde superior de la pieza de transición 1 hasta un borde inferior de la pieza de transición 1. En otras realizaciones, las conformaciones también solo pueden extenderse por áreas desde un borde superior hacia un borde inferior de la pieza de transición. Las conformaciones 9 tienen una superficie interior lisa sin bordes o salientes de modo que esencialmente pueden evitarse o reducirse picos de tensión mediante tensiones de muesca. Las conformaciones 9 mostradas están curvadas hacia dentro (de manera cóncava) en la dirección del eje longitudinal de cono truncado K. La forma de la configuración 9 mostrada en la figura 1 en una sección transversal en perpendicular respecto al eje longitudinal de cono truncado K puede ser, a este respecto, por ejemplo, elíptica o circular, al menos por áreas.

El contorno exterior de la pieza de transición en una sección transversal en perpendicular respecto al eje longitudinal de cono truncado K también puede describir, por ejemplo, una forma parabólica en el área de la conformación.

- 60 La pieza de transición puede por ejemplo estar compuesta de acero (por ejemplo acero estructural S355) fundición de acero (por ejemplo fundición de grafito nodular), hormigón armado, plástico reforzado con fibras o combinaciones de esto. Típicamente, la pieza de transición se elabora de acero. Para ello se recortan, se moldean y se ensamblan piezas individuales. Típicamente las piezas individuales se ensamblan mediante soldadura, posibles procedimientos de ensamble alternativos son, por ejemplo, también atornillado, remachado y adhesión.

65

La pieza de transición 1 de la figura 1 presenta una expansión lateral máxima A de 4,8 m. La altura H de la pieza de transición 1 asciende a 3,5 m. La superficie de unión 7 sobresale con una altura de collar h de 20 cm con respecto a un lado exterior 4' enmarcado de la pieza de transición. El lado exterior 4' enmarcado es a este respecto aquel lado exterior de la pieza de transición, que se enmarca por las superficies de unión 7 sobresalientes. A este respecto, el lado exterior 4' enmarcado puede presentar en particular la forma de un área de una superficie de revestimiento exterior de un cono truncado que se ensancha hacia arriba. A este respecto, el lado exterior 4' enmarcado puede representar, por ejemplo, áreas de una superficie de revestimiento exterior de un cono truncado que presenta la superficie interior de revestimiento 3. En el área de los lados exteriores enmarcados 4', el cono truncado tiene un espesor de pared de 40 mm.

La figura 2 muestra una vista lateral de la pieza de transición 1 de la figura 1 en el plano xz. En la figura 2, las superficies de unión 7 se encuentran en un plano inclinado con respecto al plano xz, que incluye un ángulo α con el eje z. Las superficies de unión 7 presentan en un borde superior un redondeo 7' y en un borde inferior un redondeo 7". La superficie exterior 4' enmarcada está enmarcada por las superficies de unión 7 sobresalientes.

La figura 3 muestra una vista superior de la pieza de transición desde arriba en un plano xy. A este respecto, la superficie interior de revestimiento 3 es claramente visible. El cono truncado que presenta la superficie interior de revestimiento 3 presenta en un extremo inferior una abertura 3'. A este respecto, la forma de la abertura 3' corresponde fundamentalmente a la base circular inferior del cono truncado. En el ejemplo mostrado, un radio r de esta abertura circular 3' corresponde a un radio r' de las cuatro conformaciones 9. En otras realizaciones, el radio r puede ser diferente del radio de redondeo r'.

La figura 4 muestra un fragmento de una torre híbrida con una sección de torre 2, tubular superior, la pieza de transición 1, perfiles de unión 8 y una sección de torre 5 en forma de rejilla, inferior. La sección de torre 2 superior está unida a este respecto a la pieza de transición 1 a través del elemento de unión 6 superior, en este caso configurado como brida anular, mediante tornillos. Además, la pieza de transición 1, en particular en caso de una pieza insertada de la pieza de transición 1 en una torre que se utiliza en la aplicación en alta mar, puede estar unida en las superficies de unión 7 a los perfiles de unión 8 mediante uniones de soldadura. Los perfiles de unión 8, a su vez, están unidos en un lado inferior a la sección de torre inferior 5. Los perfiles de unión 8 así como la unión de los perfiles de unión 8 a la sección de torre inferior 5 se explican con más detalle en particular en las siguientes figuras.

Las figuras 5a a 5c muestran un perfil de unión 8 desde diferentes perspectivas. La figura 5a muestra el perfil de unión en una vista lateral en perspectiva. La figura 5b muestra el perfil de unión 8 en una vista desde abajo. La figura 5c muestra el perfil de unión 8 en una vista desde arriba. El perfil de unión comprende un elemento de perfil 11 y una pieza insertada 10. El elemento de perfil 11 presenta una entalladura de pieza insertada 12, en la que puede introducirse la pieza insertada 10. Para ello, la entalladura de la pieza insertada 12 presenta una forma que corresponde a un contorno exterior de la pieza insertada 10 de tal manera que la pieza insertada 10 puede insertarse con precisión de ajuste en la entalladura de la pieza insertada. La pieza insertada 10 está unida a la entalladura de la pieza insertada 12 adicionalmente por medio de uniones soldadas y/o uniones atornilladas. El perfil de unión 8 está configurado preferentemente hueco. En particular, en la vista superior de la figura 5c se aclara que el perfil de unión 8, en este caso en particular el elemento de perfil 11, del ejemplo mostrado comprende una pared curvada 11', en particular una pared curvada de manera convexa alrededor de un eje longitudinal L. Aparte de eso, en el lado opuesto a la pared 11' curvada de manera convexa, el elemento de perfil 11 comprende una pared 11" curvada de manera cóncava, así, un redondeo. Sin embargo el elemento de perfil 11 puede presentar también bordes laterales, que no están curvados, como se puede ver, por ejemplo en la figura 5a. Aparte de eso, el elemento de perfil 11 puede estar curvado a lo largo del eje longitudinal L y, por lo tanto, presentar paredes tanto de una sola curvatura como de doble curvatura. Una sección transversal del perfil de unión 8 en perpendicular respecto al eje longitudinal L puede cambiar continuamente a lo largo de su extensión. Típicamente, un área de sección transversal del perfil de unión 8 disminuye de arriba abajo en perpendicular respecto al eje longitudinal L. Así, puede ahorrarse material, puesto que este se dispone dependiendo de la sollicitación operativa. A este respecto, por ejemplo fuerzas eólicas que actúan en un extremo superior de la sección de torre superior, se introducen desde la sección de torre superior a través de la pieza de transición 1, a través de los perfiles de unión 8, en la sección de torre inferior 5 y siguiendo hacia una cimentación. Como se ha mencionado anteriormente, la pieza insertada 10 está soldada preferentemente al elemento de perfil 11 en un contorno, orientado hacia el perfil de unión 8, de la pieza insertada 10'. En un lado inferior 10" de la pieza insertada la pieza insertada presenta típicamente una abertura en la que un miembro de soporte de una sección de torre inferior, típicamente en forma de rejilla puede introducirse. Preferentemente, un miembro de soporte puede unirse entonces a la pieza insertada en unión positiva y/o por unión de materiales. Adicionalmente es ventajoso unir de manera separable el miembro de soporte a la pieza insertada mediante una unión abridada, en particular mediante bridas atornilladas. A este respecto pueden emplearse adicionalmente o como alternativa uniones de encaje, uniones atornilladas, uniones rápidas, uniones por adhesión o uniones por soldadura. La figura 5d muestra el perfil de unión 8, que presenta el elemento de perfil 11 superior y la pieza insertada 10, y el miembro de soporte 13 en un dibujo en despiece ordenado. La entalladura de la pieza insertada 12 corresponde al contorno 10', orientado hacia el perfil de unión 8, de la pieza insertada 10. El lado inferior 10" de la pieza insertada 10 puede unirse al miembro de soporte 13. Para ello, la pieza insertada 10 presenta, en su lado inferior 10", una brida en L, que corresponde a una brida del miembro de soporte 13'. Una unión de este tipo está descrita de manera más precisa en la figura 9.

La figura 6 muestra una vista en perspectiva de la pieza de transición con cuatro perfiles de unión 8. En el ejemplo representado, cuatro perfiles de unión están dispuestos de manera rotosimétrica alrededor del eje longitudinal de cono truncado K. En otro ejemplo, también pueden estar dispuestos solo tres o más de cuatro perfiles de unión 8 alrededor del eje de cono truncado K. El número de perfiles de unión 8 depende de la sección de torre inferior 5 y del número de miembros de soporte 13 usados ahí. La figura 7 muestra una sección de torre inferior 5, que presenta cuatro miembros de soporte 13. En la vista de la figura 7, el cuarto miembro de soporte está cubierto por el miembro de soporte 13'. El número de los miembros de soporte 13 y el número de los perfiles de unión 8 siempre coinciden dado que cada perfil de unión 8 está unido, tal como se describe anteriormente, a un miembro de soporte 13. En el ejemplo mostrado, un eje longitudinal L del perfil de unión 8 incluye, con el eje de cono truncado K, un ángulo τ de 42° . En otras realizaciones el ángulo τ puede ser al menos 30° , preferentemente mayor de 40° y/o menor de 90° , preferentemente menor de 70° .

La figura 8 muestra una vista esquemática de una sección transversal a lo largo del eje longitudinal de cono truncado K de una pieza de transición 1, que corresponde fundamentalmente a la de las figuras anteriores. Cuatro perfiles de unión 8 están unidos a la pieza de transición. Cuatro superficies de unión 7 exteriores de la pieza de transición 1 están dispuestas fundamentalmente de manera rotosimétrica alrededor del eje longitudinal de cono truncado K en un lado exterior 4 de la pieza de transición. La pieza de transición presenta cuatro collares 14, que sobresalen en el lado exterior 4 de la pieza de transición 1. A este respecto, cada collar 14 presenta una forma cerrada y forma una brida en forma de marco. La superficie de unión forma a este respecto una superficie del collar 14, o brida en forma de marco. Los collares están configurados 14 de una sola pieza con la pieza de transición 1. En las superficies de unión 7 exteriores, la pieza de transición 1 puede unirse a perfiles de unión 8 que pueden unirse a una sección de torre inferior 5. Para ello los perfiles de unión 8 presentan una brida 15, cuya forma se corresponde con la forma del collar 14. Una superficie de la brida 15 del perfil de unión 8 está colocada en la superficie de unión 7 y está unida a esta, por ejemplo mediante uniones de soldadura (en particular en torres, que se utilizan en alta mar) o uniones atornilladas (en particular en torres que se utilizan en tierra). Los perfiles de unión 8 en un lado superior presentan, aparte de esto, una brida 16 en forma de marco cuya forma se corresponde con el collar 14 de la pieza de transición de tal modo que el marco 16 del perfil de unión 8 está introducido en el collar 14 de la pieza de transición 1 en unión positiva, y/o ensamblado en unión de materiales.

La figura 9 muestra una vista detallada de una unión entre la sección de torre inferior 5, por ejemplo en forma de un armazón sustentante de barras, y el perfil de unión 8. La figura 9 también puede ilustrar una unión entre el perfil de unión 8 y la pieza de transición 1. Para mayor claridad, las referencias introducidas en la figura 9 corresponden a aquellas de una unión entre la sección de torre inferior 5 y el perfil de unión 8. La vista detallada está representada en una sección transversal a lo largo de un eje longitudinal del miembro de soporte TA. A este respecto, el perfil de unión 8 presenta una brida en L 15' que se proyecta hacia dentro en su extremo inferior 8'. La brida en L 15' puede estar dispuesta, por ejemplo, en el extremo inferior 10" de la pieza insertada 10. La brida en L 15' presenta una superficie de contacto 15" con la que está en contacto una brida 5" correspondiente de la sección de torre inferior 5. La brida 5" está dispuesta en un borde superior 5" de la sección de torre inferior. Debido a la forma en L de la brida en L 15', el perfil de unión 8 puede insertarse en la sección de torre inferior 5. La brida en L 15' corresponde a la brida 5" de la sección de torre inferior 5 de tal manera que la sección de torre inferior 5 puede unirse al perfil de unión 8 en unión positiva y/o por unión de materiales. Aparte de eso, la brida en L 15' y la brida 5" presentan perforaciones coaxiales. A través de las perforaciones coaxialmente correspondientes está insertado un tornillo que está fijado mediante una tuerca. Así, la sección de torre inferior 5 y el perfil de unión 8 están unidos adicionalmente de manera accionada por fricción. La vista detallada D muestra esta unión en una ampliación. Una unión de este tipo también puede estar prevista entre la pieza de transición 1 y el perfil de unión 8. Así, la pieza de transición 1 puede estar unida al perfil de unión en unión positiva y de manera accionada por fricción. Para ello, el perfil de unión 8 presenta, en su extremo superior, una brida en L 15' descrita anteriormente y las superficies de unión 7 de la pieza de transición 1 forman una brida correspondiente, que corresponde fundamentalmente a la brida 5" de la descripción anterior.

La figura 10 muestra en una vista en perspectiva una zona inferior de un perfil de unión 8 que está unido a un miembro de soporte 13 a través de una unión abridada. El perfil de unión 8 no presenta ninguna pieza insertada 10, pero en otra realización puede estar configurado presentando también una pieza insertada 10. El perfil de unión 8 mostrado presenta, en un extremo inferior 8', una brida en forma de una placa de fondo. Esta brida corresponde a una brida del miembro de soporte 13'. La brida del perfil de unión 8 descansa de manera plana sobre la brida del miembro de soporte 13'. Las bridas pueden estar unidas, por ejemplo, mediante uniones atornilladas.

Lista de referencias

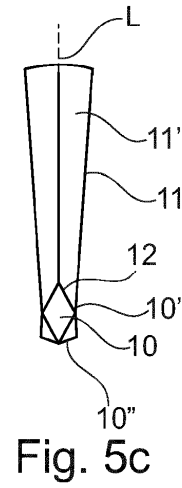
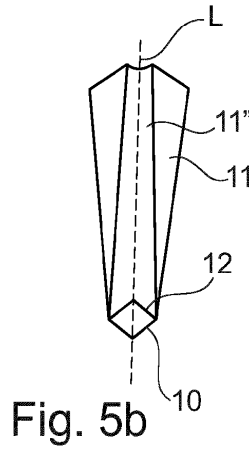
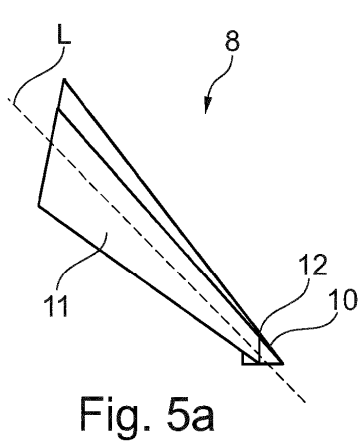
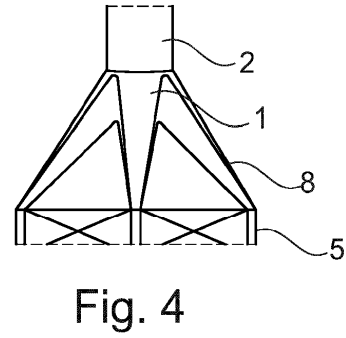
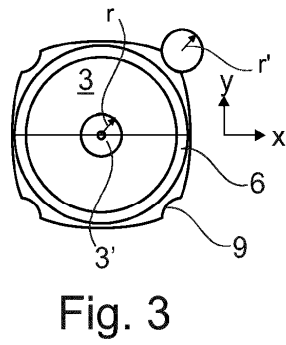
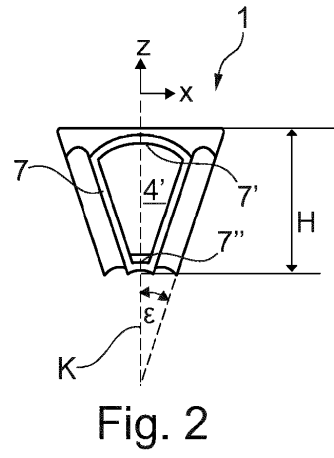
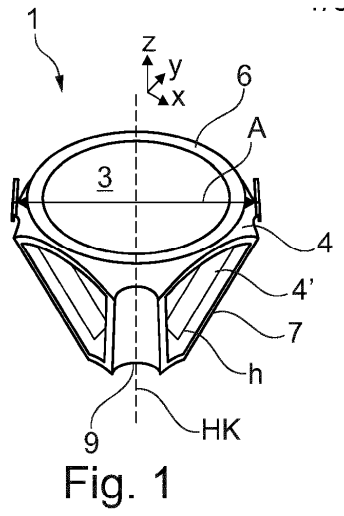
- 1 Pieza de transición
- 2 Sección de torre tubular superior
- 3 Superficie interior de revestimiento
- 3' Abertura
- 4 Lado exterior
- 4' Lado exterior enmarcado
- 5 Sección de torre en forma de rejilla inferior

ES 2 859 620 T3

5"	Borde superior de la sección de torre inferior
5'''	Brida en el borde superior de la sección de torre inferior
6	Elemento de unión superior
7	Superficie de unión
7'	Redondeo en el borde superior
7''	Redondeo en el borde inferior
8	Perfil de unión
8'	Extremo inferior del perfil de unión
9	Entalladura alargada
10	Pieza insertada
10'	Lado superior de la pieza insertada
10''	Lado inferior de la pieza insertada
11	Elemento de perfil
12	Entalladura de la pieza insertada
13	Miembro de soporte
13'	Brida de miembro de soporte
14	Collar
15	Brida
15'	Brida en L
15''	Superficie de contacto de la brida en L
16	Brida en forma de marco
A	Expansión lateral de la pieza de transición
H	Altura de la pieza de transición
K	Eje longitudinal de cono truncado
L	Eje longitudinal del perfil de unión
TA	Eje longitudinal del miembro de soporte
r	Radio de la abertura
r'	Radio de la entalladura alargada
α	Ángulo entre superficies de unión y eje longitudinal de cono truncado
τ	Ángulo entre eje longitudinal de adaptador de unión y eje longitudinal de cono truncado

REIVINDICACIONES

1. Pieza de transición (1) para unir una sección de torre tubular (2) superior a perfiles de unión (8), presentando la pieza de transición (1)
- 5 un elemento de unión superior (6) para unir la pieza de transición (1) a la sección de torre superior (2) y una superficie interior de revestimiento (3) que se ensancha hacia arriba en forma de cono truncado y al menos tres superficies de unión (7) externas dispuestas de manera esencialmente rotosimétrica alrededor de un eje longitudinal de cono truncado en un lado externo (4) de la pieza de transición (1), en las cuales la pieza de transición
- 10 (1) puede unirse a un perfil de unión (8) en cada caso unido a una sección de torre (5) inferior, **caracterizada por que** las superficies de unión (7) forman superficies de bridas en forma de marco, que se extienden esencialmente desde un extremo superior de la pieza de transición (1) hasta un extremo inferior de la pieza de transición (1), y la pieza de transición (1) a lo largo del eje de cono truncado presenta una altura de al menos 2,5 m.
- 15 2. Pieza de transición según la reivindicación 1, **caracterizada por que** el elemento de unión superior (6) es una brida, preferentemente una brida anular.
- 20 3. Pieza de transición (1) según la reivindicación 1 o 2, **caracterizada por que** las superficies de unión (7) sobresalen en el lado exterior (4).
- 25 4. Pieza de transición (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el lado exterior (4) de la pieza de transición (1) presenta conformaciones (9) alargadas entre las superficies de unión (7), que se extienden preferentemente desde un lado superior de la pieza de transición hasta un lado inferior de la pieza de transición.
- 30 5. Pieza de transición (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** está realizada de una sola pieza.
6. Pieza de transición (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la pieza de transición está configurada al menos por áreas como armazón sustentable monocasco.
- 35 7. Sistema, que contiene una pieza de transición (1) según una de las reivindicaciones anteriores y una sección de torre (2), **caracterizado por que** la pieza de transición (1) a lo largo de un eje longitudinal presenta una altura total de al menos 50 % de un diámetro de la sección de torre superior (2) en un borde inferior de la sección de torre superior (2), preferentemente al menos 80 % del diámetro de la sección de torre superior (2) en un borde inferior de la sección de torre superior (2), y/o como máximo 150 % del diámetro de la sección de torre superior (2) en un borde inferior de la sección de torre superior (2).
- 40 8. Sistema de acuerdo con la reivindicación 7 y/o que contiene una pieza de transición (1) según una de las reivindicaciones 1 a 6 y una sección de torre (2), **caracterizado por que** la pieza de transición (1) presenta perpendicularmente respecto al eje longitudinal una expansión lateral de al menos 0 % de un diámetro de la sección de torre superior (2) en un borde inferior de la sección de torre superior (2), preferentemente al menos 105 % del diámetro de la sección de torre superior (2) en un borde inferior de la sección de torre superior (2), y/o como máximo 200 % del diámetro de la sección de torre superior (2) en un borde inferior de la sección de torre superior (2), en donde
- 45 está configurada una expansión lateral máxima preferentemente en un borde superior de la pieza de transición.



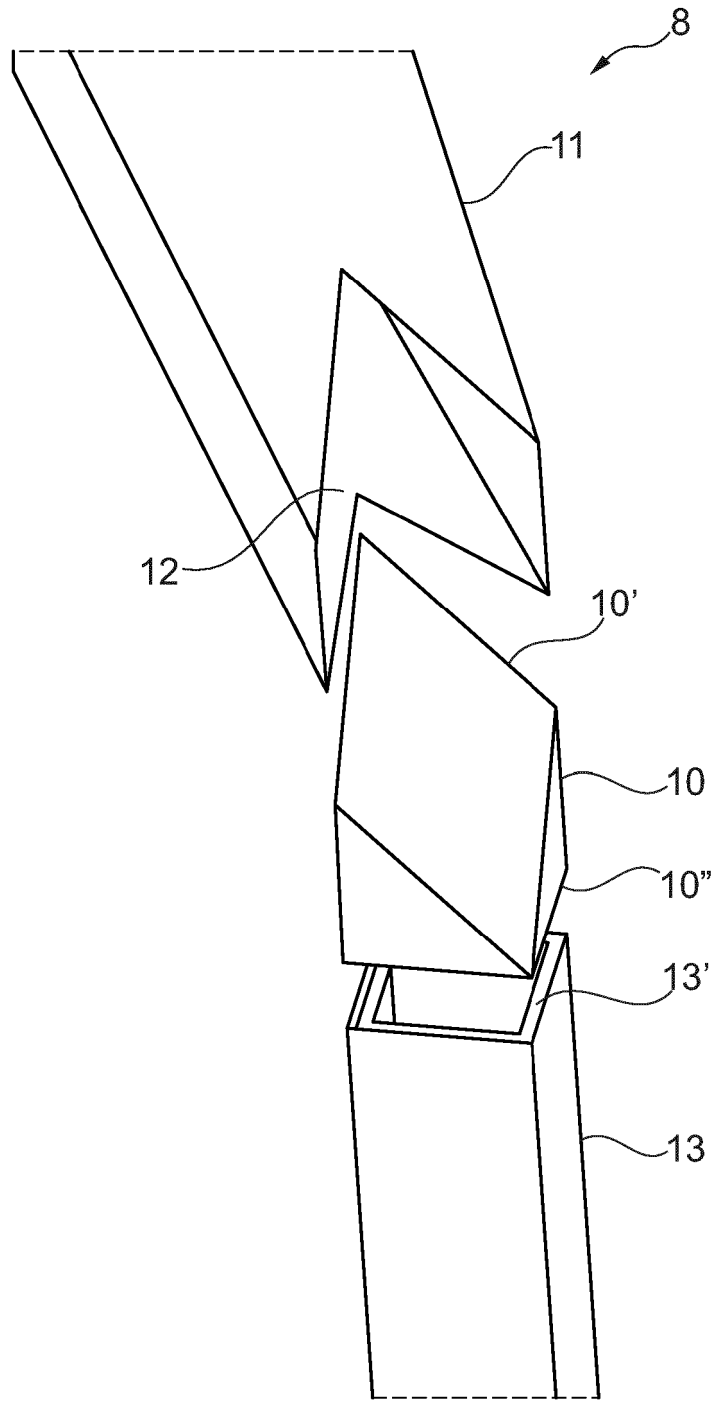


Fig. 5d

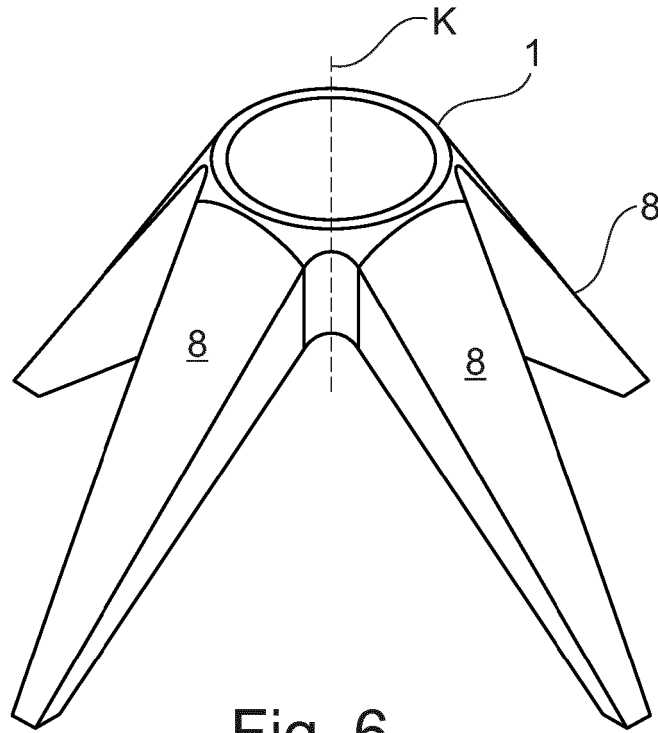


Fig. 6

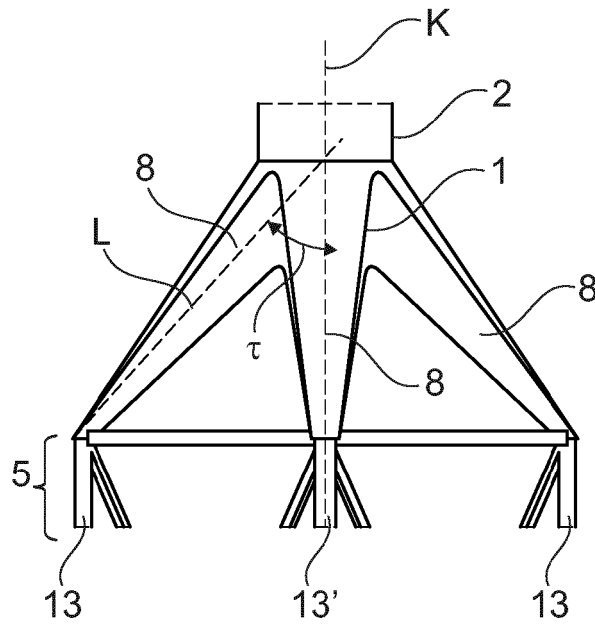


Fig. 7

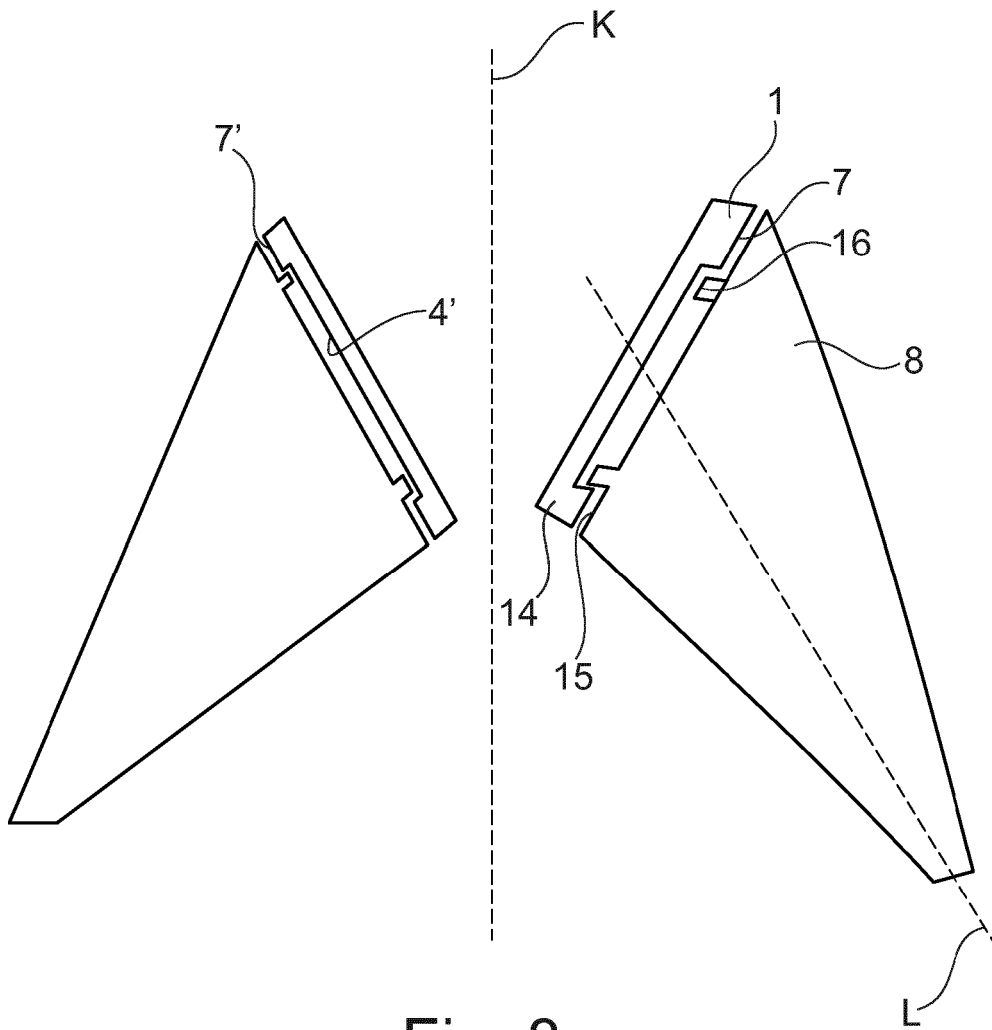


Fig. 8

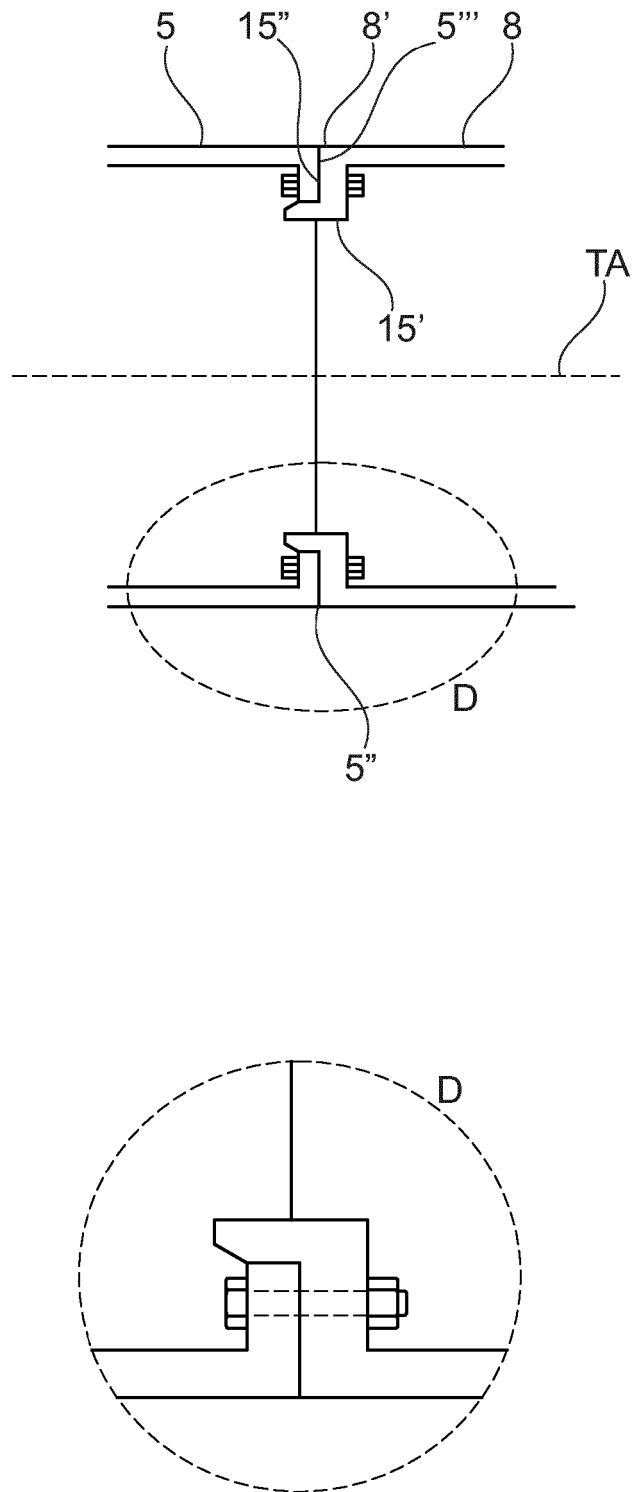


Fig. 9

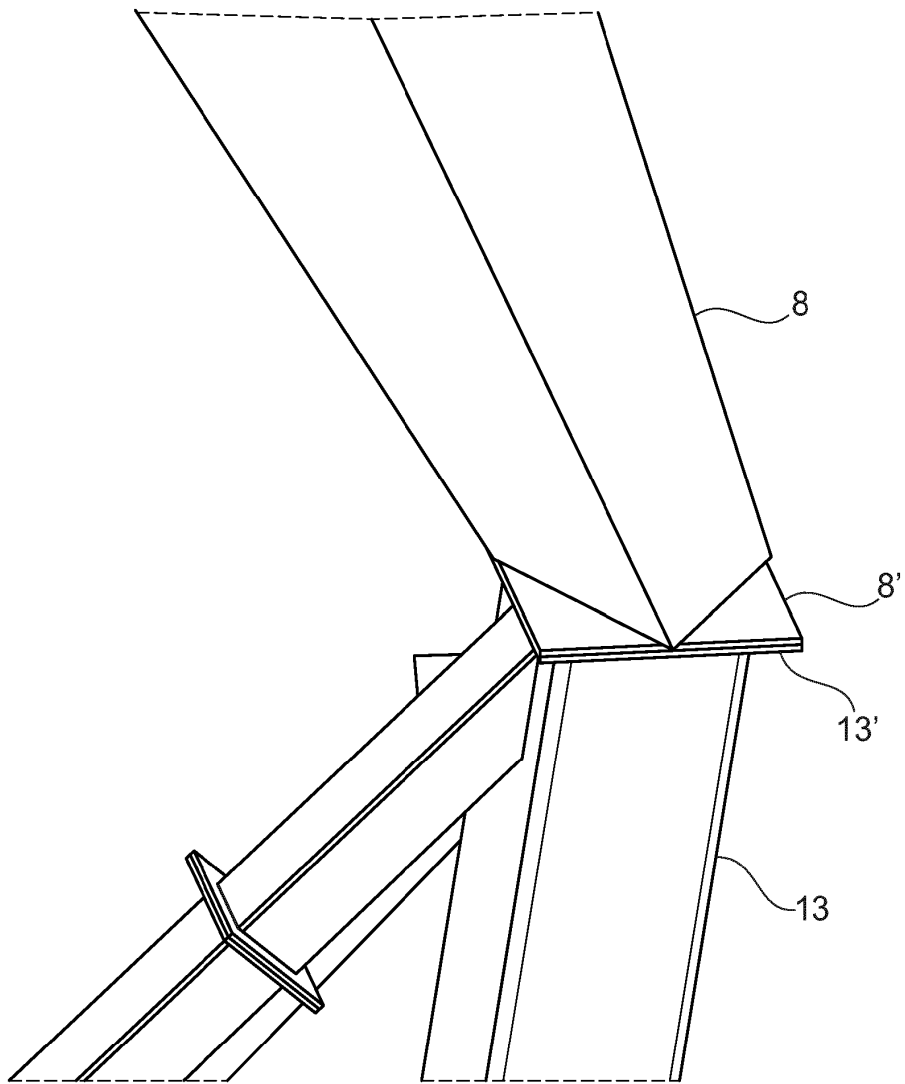


Fig. 10