

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 915 408**

21 Número de solicitud: 202290004

51 Int. Cl.:

F03D 13/20 (2006.01)

E04H 12/10 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

31.10.2019

43 Fecha de publicación de la solicitud:

22.06.2022

Fecha de concesión:

20.01.2023

45 Fecha de publicación de la concesión:

27.01.2023

73 Titular/es:

**NABRAWIND TECHNOLOGIES, S.L. (100.0%)
AV. CARLOS III, 11 - 2 IZQ
31002 PAMPLONA (Navarra) ES**

72 Inventor/es:

**SAVII COSTA, Hely Ricardo;
AROCENA DE LA RÚA, Ion;
SANZ PASCUAL, Eneko;
IRIARTE ELETA, Javier y
ROJO CARRION, Jose Alberto**

74 Agente/Representante:

EZCURRA ZUFIA, Maria Antonia

54 Título: **PIEZA DE TRANSICIÓN PARA TORRE DE AEROGENERADOR**

57 Resumen:

Pieza de transición para una torre de un aerogenerador que comprende una pieza troncocónica (7) hueca que está unida a un anillo superior (8) y a un anillo inferior (9). El anillo superior (8) está unido a unos travesaños (10) y el anillo inferior (9) a unas radiales (11). La pieza de transición también comprende tres conectores (13), cada uno de ellos estando conectado con un travesaño (10), dos radiales (11) y dos perfiles de unión (12) que mantienen los tres conectores (13) unidos entre sí, de modo que una pareja de radiales (11) queda dispuesta entre un conector (13) y el anillo inferior (9) y los travesaños (10) quedan dispuestos entre el anillo superior (8) y un conector (13) respectivo. Las radiales (11) forman un ángulo de entre 65° a 75°, medido entre el eje longitudinal de la radial (11) correspondiente con el eje normal de la piza troncocónica (7).

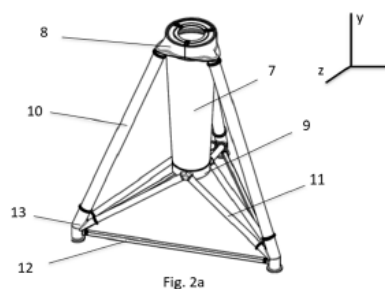


Fig. 2a

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 915 408 B2

DESCRIPCIÓN**PIEZA DE TRANSICIÓN PARA TORRE DE AEROGENERADOR**5 Campo de la invención

La presente invención se engloba dentro del campo de las torres de aerogeneradores, y más en concreto en la pieza de transición dispuesta entre una torre híbrida con la parte superior en forma de segmento tubular y la parte inferior formada por un
10 segmento de celosía.

Antecedentes

Los aerogeneradores de tierra deben ser transportados en camiones e izados con
15 grúas que puedan desplazarse hasta el lugar de emplazamiento, lo que limita su tamaño y su peso frente a otras soluciones como por ejemplo las de los aerogeneradores offshore que se transportan en barcos y utilizan gruas de gran tamaño para su colocación.

20 El mismo solicitante de la presente invención desarrolló una nueva transición constituida en piezas de fundición independientes que pueden ser transportadas en camiones convencionales y montada in situ. La conexión entre la torre tubular y la celosía se logra con una pieza central cilíndrica y tres extensiones huecas atornilladas perimetralmente. Tal y como se refleja en el documento WO2019043272.

25 Dentro de las patentes existentes en el estado de la técnica se analiza la EP1813808. Es una transición para un aerogenerador offshore que dispone de una serie de travesaños fijados a la torre tubular y a la parte inferior en celosía (con al menos tres patas). Los travesaños de unión son superiores en número al de las patas y
30 presentan una inclinación preferente de 15°. La parte inferior dispone de una placa anular que transmite el momento torsor. Las principales diferencias de esta patente con el actual objeto de la invención son la utilización de los travesaños o puntales en igual número al de patas y la sustitución de la placa anular por un conjunto de radiales y horizontales con unas características técnicas específicas.

35 También se destaca la US2017321659A1. La transición descrita es para un aerogenerador onshore, que conecta la parte superior tubular con la parte inferior en

celosía, a través de unos travesaños de unión múltiples que se aúnan en un único extremo cilíndrico antes de conectarse a su correspondiente pata. La parte inferior se complementa con una distribución de horizontales dispuestas en la propia pata, que se encuentran dispuestas por debajo de la unión entre travesaños y patas.

5

Descripción

El diseño de la actual invención está orientado hacia los aerogeneradores onshore que van a prescindir de grandes grúas para su montaje y se van a premontar sobre la
10 pieza de transición para posteriormente ser autoizados con un sistema de elevación que permite ir introduciendo módulos por la parte inferior tal y como se describe en la solicitud de patente WO2017203065A1.

Es un objeto de la invención proporcionar una pieza de transición, según se define en las reivindicaciones, que soporte de forma eficiente los momentos flectores y torsores a los que está sometido en uso. El diseño de la pieza de transición está restringido por el peso (no se pueden utilizar soluciones offshore con espesores muy gruesos y
15 diámetros muy grandes), el transporte (las piezas no deben medir más de 18m para que puedan transportarse en camiones convencionales) y el montaje (la unión debe ser atornillada evitando soldaduras, que realizadas in situ, complican la operación).
20

La pieza de transición de la invención comprende una pieza troncocónica hueca que está unida a un anillo superior y a un anillo inferior. El anillo superior está unido a unos
25 travesaños comprendidos en la pieza de transición y el anillo inferior está unido a unas radiales también comprendidas en la pieza de transición. La pieza de transición también comprende tres conectores, cada uno de ellos estando conectado con un travesaño, dos radiales y dos perfiles de unión que mantienen los tres conectores unidos entre sí, de modo que una pareja de radiales queda dispuesta entre un
30 conector y el anillo inferior y los travesaños quedan dispuestos entre el anillo superior y un conector respectivo. Las radiales forman un ángulo de entre 65º a 75º, medido entre el eje longitudinal de la radial correspondiente con el eje normal de la piza troncocónica.

Las piezas radiales dispuestas por parejas, y que se unen al anillo inferior de la forma más tangencial posible (tomando en cuenta que la separación entre patas es de 18 m y el diámetro de la pieza troncocónica inferior es de 3,3 m), ayudan a soportar los

esfuerzos flectores y torsores a los que está sometida la pieza de transición en uso. Durante el funcionamiento en operación o en uso del aerogenerador la pieza de transición se ve sometida a un momento torsor. Al torsionar todo el conjunto, una de las radiales se comprime y la otra se elonga, por lo que ambas radiales se compensan.

5 De esta forma multiplican por dos o por tres su rigidez y solucionan los problemas presentados por los momentos torsores y también los debidos a los momentos flectores.

10 Es otro objeto de la invención que se mantenga una uniformidad entre las piezas utilizadas en los módulos de la torre de celosía y las piezas utilizadas en la transición. Las patas de los módulos que componen la torre de celosía tienen un diámetro de 1m y una longitud de 12 a 18m. Las piezas correspondientes a los travesaños de dichos módulos también tienen todas ellas el mismo diámetro y la misma longitud, minimizando los costes de fabricación y estandarizando en lo posible todas las piezas.

15 Es otro objeto de la invención que algunas de las piezas que componen la transición sean modulares, para facilitar su transporte y montaje. Por ejemplo el anillo superior de la pieza troncocónica puede ser modular para superar fácilmente a las limitaciones en el transporte.

20 Es otro objeto de la invención que el anillo inferior de la pieza troncocónica disponga del máximo diámetro posible procurando que no haya un exceso de material. Ya se ha comentado con anterioridad que esta pieza de transición podría ser cilíndrica. Así que conjugando el diámetro del anillo superior, que oscila entre 4 y 4,5m para poder
25 ensamblarse con las torres cilíndricas convencionales, el diámetro del anillo inferior es de entre 3 y 4m. Todo ello genera una pieza troncocónica muy esbelta, cuya altura final viene limitada por el transporte, siendo la suma de los dos anillos y de una pieza cilíndrica cónica o troncocónica.

30

Breve descripción de los dibujos

A continuación, se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una
35 realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

La figura 1 representa el aerogenerador completo objeto de la invención.

Las figuras 2a, 2b y 2c muestran la pieza de transición en perspectiva, planta y alzado

según las coordenadas cartesianas XYZ.

La figura 3 muestra la sección AA practicada sobre la vista en alzado de la figura 2c.

La figura 4 muestra una vista en planta con el ángulo formado por las radiales dispuestas por parejas.

- 5 Las figuras 5a y 5b muestran una realización del anillo superior de la pieza troncocónica y uno de sus sectores que muestra la modularidad del conjunto.

La figura 6 muestra el anillo inferior de la pieza troncocónica.

La figura 7 muestra una vista en perspectiva de uno de los conectores.

10

Descripción detallada

- Tal y como se muestra en la figura 1, el montaje de la pieza de transición (1) se completa sobre la cimentación (2) de la que sobresalen las jaulas de pernos (no
15 detallado en la figura) que conectarán primero con la pieza de transición (1). Una vez completado el montaje de la pieza de transición (1) utilizando una grúa convencional de 100m de altura se montan los distintos tramos de la torre monotubular (4) y sobre ellos el rotor (5) y sus palas (6). Llegado este punto, se procede con el sistema de auto-izado que permite elevar el conjunto e ir introduciendo nuevos módulos de
20 celosía (3) por la parte inferior hasta completar el montaje del aerogenerador completo. Dependiendo del número de módulos (3) se alcanzará mayor o menor altura en la torre final. Estos módulos los forman unas columnas o patas (3'), unas diagonales (3'') y unas horizontales (3'''). El diámetro máximo de estos elementos es el de las columnas (3'), con 1m de diámetro y con espesores adaptables en función de la
25 altura de la torre.

- La pieza de transición (1), tal y como se muestra en detalle en las figuras 2a, 2b y 2c, comprende una pieza troncocónica central (7) hueca y constituida en mecano-soldado, coronada por un anillo superior (8) y completada por un anillo inferior (9). Ambos
30 anillos son los responsables de conectar el resto de elementos que componen la pieza de transición (1), tales como unos travesaños (10), unas radiales (11) y unos perfiles de unión (12). El trípode que conforma la pieza de transición (1) se completa con tres conectores (13) que conjugan la unión de travesaños (10), radiales (11) y perfiles de unión (12) con las columnas (3') de los módulos de celosía (3) de la figura anterior.
35 Cada conector (13) está conectado con un travesaño (10), dos radiales (11) y dos perfiles de unión (12) que mantienen los tres conectores (13) unidos entre sí, de modo que una pareja de radiales (11) queda dispuesta entre un conector (13) y el anillo

inferior (9) y los travesaños (10) quedan dispuestos entre el anillo superior (8) y un conector (13) respectivo, formando dichas radiales (11) un ángulo de entre 65° y 75°, medido entre el eje longitudinal de la radial (11) correspondiente y con el eje normal de la pieza troncocónica (7).

5

En la realización preferida de la invención el diámetro y el espesor de los travesaños (10) es igual que el de las columnas (3') de los módulos de celosía (3). También lo es su tamaño, de forma que puedan ser transportados en camiones convencionales. Los travesaños (10) y las radiales (11) son preferentemente de configuración circular y los

10 perfiles de unión (12) de configuración preferentemente cuadrada. La unión de todos estos elementos mencionados, junto con la unión con los conectores (13) y con los anillos superior (8) e inferior (9) se realizan preferentemente con uniones atornilladas con tornillos libres de mantenimiento.

15 Los conectores (13) se unen a través de su extremo inferior (17) a las columnas (3') de la torre de celosía, tal y como se muestra en las sección AA de la figura 3 y en la figura 1, por uno de sus laterales se unen entre sí con los perfiles de unión (12), tal y como se muestra por ejemplo en la figura 2a, a través de unos tramos (19) que sobresalen de una zona acodada hacia el interior de la pieza de transición (1) se unen con las

20 radiales (11) correspondientes formando un ángulo de 25 a 35° respecto a la horizontal, y a través de su extremo superior (18) en forma de quiebro hacia la parte superior de la pieza de transición (1) se unen con los travesaños (10) correspondientes formando un ángulo de 55 a 65° desde la horizontal. Este conector (13) alargado en su parte superior y el diseño prolongado hacia abajo del anillo superior (8) logra que los

25 travesaños (10) tengan una longitud alrededor de los 16m para que puedan ser transportados en camiones convencionales.

En la realización preferente de la invención, la pieza troncocónica (7) está formada por diferentes anillos (7', 7'') soldados en fábrica igual que se sueldan las virolas de una

30 torre tubular, alcanzando una altura de alrededor de 13m debiendo añadirse 2m más por los anillos superior (8) e inferior (9). Todo ello le confiere un diseño de gran altura, entre 12 y 15m, frente a los diámetros superior de 4,5m e inferior de 3,3m. La altura total de la pieza de transición (1) está alrededor de 15 a 20m. Los espesores de todas las piezas son limitativos porque el peso no puede ser alto. Si esto sucede, bajaría el

35 modo propio de la torre. La torre debe ser soft-soft no rígida y para ello se debe trabajar dentro de una frecuencia propia que impide aumentar el peso.

En los modelos de elementos finitos correlados sobre la pieza de transición (1) se aprecia que el momento flector tiene dos caminos: los travesaños (10) se llevan el 30% y el cuerpo troncocónico central (7) y sus radiales (11) el 70%. Para compensar estas cargas se realizan dos transformaciones técnicas. Se dota de gran longitud a la
5 pieza troncocónica central (7) con lo que el par de fuerzas que actúa sobre ella quedan muy separadas y se equilibran. Y las radiales (11) se disponen por parejas.

En la figura 4 se muestra que las radiales (11) unidas de forma casi tangencial entre el conector (13) correspondiente y la pieza central troncocónica (7) forman un ángulo
10 alrededor de 65° a 75°. Es el ángulo medido entre el eje longitudinal de la radial (11) correspondiente y el eje normal de la pieza troncocónica (7), es decir el eje Y según el croquis de la figura 2a. Al torsionar en uso la pieza de transición (1), una de las radiales (11) dispuesta entre un conector (13) respectivo y la pieza troncocónica (7) se comprime y la otra radial (11) dispuesta entre el conector contiguo (13) y la pieza
15 troncocónica (7) se elonga, por lo que ambas radiales se compensan. El resto de radiales actúan de igual forma comprimiéndose y elongándose por parejas.

Por otro lado, si se toman las dos radiales (11) que salen de un mismo conector (13) una de ellas se comprime y su compañera se elonga. Este comportamiento multiplica
20 por dos la rigidez a torsión y soluciona los problemas presentados en los puntos críticos de concentración de esfuerzos de la pieza de transición durante el funcionamiento en operación o en uso del aerogenerador.

En la realización preferente de la invención, el anillo superior (8) está adaptado para
25 conectarse, preferentemente mediante unión atornillada, al segmento tubular (4) inferior de la torre del aerogenerador. Es una pieza de 4 a 4,5m de diámetro, que al añadirle las protuberancias (15) de las uniones con los travesaños (10) aumentan su diámetro exterior, ya que dichas protuberancias (15) son externas. Las protuberancias (15) finalizan en bridas con agujeros por donde se introducen los tornillos de unión.

30 En las figuras 5a y 5b se muestra otra realización del anillo superior (8) en donde dicho anillo superior (8) es modular, y tal y como se muestra en la figura 5a puede ser fabricada en tres partes o sectores que se unen entre sí con pletinas (14) superpuestas sobre dichas piezas y atornilladas. En esta realización las
35 protuberancias (15) también finalizan en bridas con agujeros por donde se introducen los tornillos de unión.

Tal y como se muestra en la figura 6 el anillo inferior (9), en la realización preferente de la invención, está constituido de una sola pieza y comprende unas zonas de unión que son periféricas al propio anillo inferior (9). Cada zona de unión comprende dos puntos de anclaje (16) de modo que desde cada punto de anclaje (16) se fija y se
5 extiende un radial (11) que desemboca en un conector (13) direferente. Las uniones atornilladas entre un punto de anclaje (16) y su correspondiente radial (11) se efectúa desde el interior de la zona de unión, accediendo a dicho punto por el interior del anillo inferior (9).

10 Así mismo, tal y como se muestra por ejemplo en la figura 4, en la realización preferente de la invención desde cada conector (13) se extienden dos radiales (11), desembocando dichas radiales (11) en puntos de anclaje (16) de distintas zonas de unión del anillo inferior (9).

15 La figura 7 muestra uno de los tres conectores (13) que se dispone en la parte inferior de la pieza de transición (1). Tienen configuración cilíndrica que empieza recta y termina acodada. En la zona recta, es decir en el extremo inferior (17) comprende una brida que coopera con el sistema de autoizado que eleva el aerogenerador completamente montado y permite la introducción de módulos (3) por la parte inferior.

20 Dicha brida se encuentra reforzada al superponerse dos bridas, una más estrecha y otra más ancha, formando un escalón. De la zona acodada sobresalen dos tramos sobresalientes (19) también cilíndricos. Todos los extremos cilíndricos comprenden bridas para completar su unión atornillada: el extremo superior (18) con el travesaño (10) correspondiente, el extremo inferior (17) con la columna (3') de los
25 correspondientes módulos (3) que conforman la torre de celosía y los tramos sobresalientes (19) de la zona acodada con las radiales (11) correspondientes. En la parte inferior sobresalen dos cuadradillos (también podrían tener configuración cilíndrica) agujereados en su periferia dispuestos para completar la unión atornillada con los perfiles de unión (12).

30

REIVINDICACIONES

1- Pieza de transición para una torre de un aerogenerador con una góndola (5) y palas (6), estando la parte superior de la torre formada por segmentos tubulares (4) y la parte inferior por la unión de varios módulos (3) de celosía compuestos por columnas (3'), diagonales (3'') y horizontales (3'''), **caracterizada porque** la pieza de transición (1) comprende

una pieza central troncocónica (7) hueca unida a un anillo superior (8) y a un anillo inferior (9), estando dicho anillo superior (8) unido a unos travesaños (10) de la pieza de transición (1), y estando el anillo inferior (9) unido a unas radiales (11) de la pieza de transición (1), y

tres conectores (13), cada uno de ellos estando conectado con un travesaño (10), dos radiales (11) y dos perfiles de unión (12) que mantienen los tres conectores (13) unidos entre sí, de modo que una pareja de radiales (11) queda dispuesta entre un conector (13) respectivo y el anillo inferior (9) y los travesaños (10) quedan dispuestos entre el anillo superior (8) y un conector (13) respectivo, formando dichas radiales (11) un ángulo de entre 65° a 75°, medido entre el eje longitudinal de la radial (11) correspondiente con el eje normal de la pieza troncocónica (7).

2- Pieza de transición según la reivindicación 1, en donde un radial (11) de la pareja de radiales dispuesta entre un conector (13) respectivo y el anillo inferior (9) es comprimido en uso mientras que el otro radial (11) es elongado.

3- Pieza de transición según la reivindicación 1 o 2, en donde cada conector (13) tiene configuración cilíndrica acodada y de la zona acodada sobresalen dos tramos (19), preferentemente cilíndricos, estando cada tramo sobresaliente (19) adaptado para cooperar con un extremo de un radial (11) correspondiente, estando los extremos de cada conector (13) finalizados en bridas para completar su unión, por ejemplo mediante una unión atornillada, de modo que un extremo superior (18) del conector (13) es fijado a un travesaño (10) respectivo y un extremo inferior (17) está configurado para fijarse a una de las columna (3') de la torre.

4- Pieza de transición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada radial (11) forma un ángulo de 25 a 35° respecto al eje horizontal (X) y cada travesaño (10) forma un ángulo de 55 a 65° medido desde dicho eje horizontal (X).

5- Pieza de transición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el anillo superior (8) está adaptado para conectarse, preferentemente mediante unión atornillada, al segmento tubular (4) inferior de la torre .

5 6- Pieza de transición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los travesaños (10) comprenden una longitud y un diámetro iguales que los de las columnas (3') de los módulos (3) de celosía de la torre.

10 7- Pieza de transición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la pieza troncocónica (7) central tiene un diámetro superior de 4 a 4,5m y un diámetro inferior de 3 a 4m con una longitud de entre 12 a 15m lo que le confiere un diseño muy esbelto.

15 8- Pieza de transición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el anillo superior (8) es modular y comprende varios sectores que se unen entre sí para formar el anillo superior (8), uniéndose dichos sectores del anillo modular superior (8) preferentemente con pletinas (14) superpuestas sobre dichos sectores.

20 9- Pieza de transición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde el anillo superior (8) comprende unas protuberancias (15) en su contorno externo que finalizan en bridas, preferentemente con agujeros por donde se introducen los medios de unión, que posibilitan la unión a los travesaños (10) correspondientes.

25 10- Pieza de transición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el anillo inferior (9) está constituido de una sola pieza y comprende unas zonas de unión dispuestas de forma periférica al propio anillo inferior (9), cada zona de unión comprendiendo dos puntos de anclaje (16) de modo que desde cada punto de anclaje (16) se fija y se extiende un radial (11) que desemboca en un conector (13) diferente, estando preferentemente las uniones entre cada punto de anclaje (16) y su
30 correspondiente radial (11) situadas en el interior de la zona de unión con acceso por el interior del anillo inferior (9).

35 11- Pieza de transición según la reivindicación 10, en donde desde cada conector (13) se extienden dos radiales (11), desembocando dichas radiales (11) en puntos de aclaje (16) de distintas zonas de unión del anillo inferior (9).

12- Pieza de transición según las reivindicaciones 10 u 11, en donde un radial (11) fijado a un punto de anclaje (16) de una zona de unión es comprimido en uso mientras que el radial (11) fijado al otro punto de anclaje (16) de la misma zona de unión es elongado.

5

13- Torre para un aerogenerador que comprende una góndola (5) y palas (6), comprendiendo dicha torre una parte superior formada por segmentos tubulares (4) y la parte inferior por módulos (3) de celosía compuestos por columnas (3'), diagonales (3'') y horizontales (3'''), **caracterizada porque** la unión entre el segmento tubular (4) inferior y el módulo (3) de celosía superior se realiza a través de una pieza de transición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

10

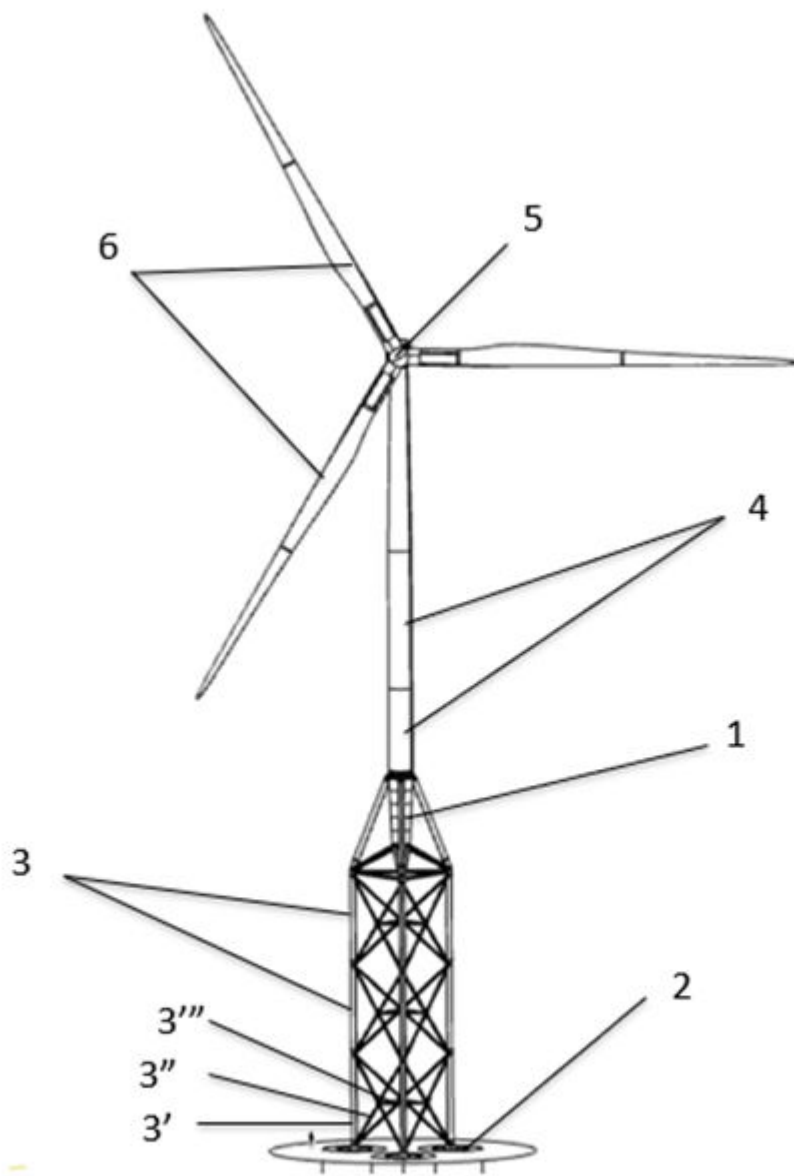


Fig. 1

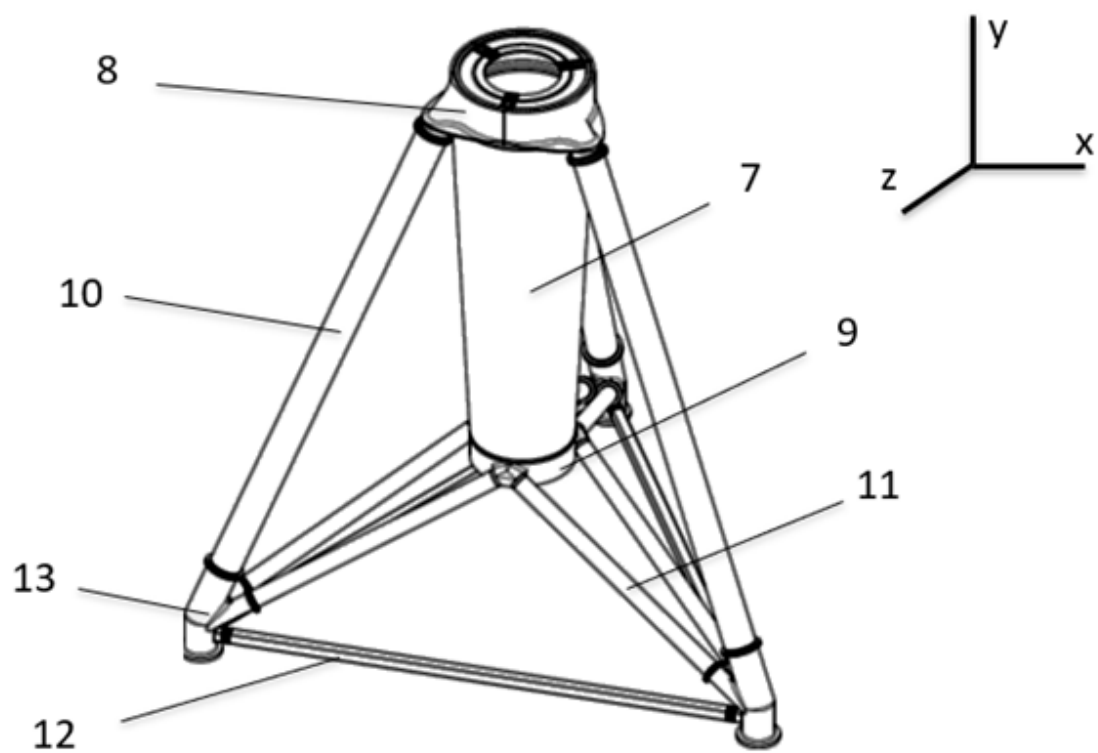


Fig. 2a

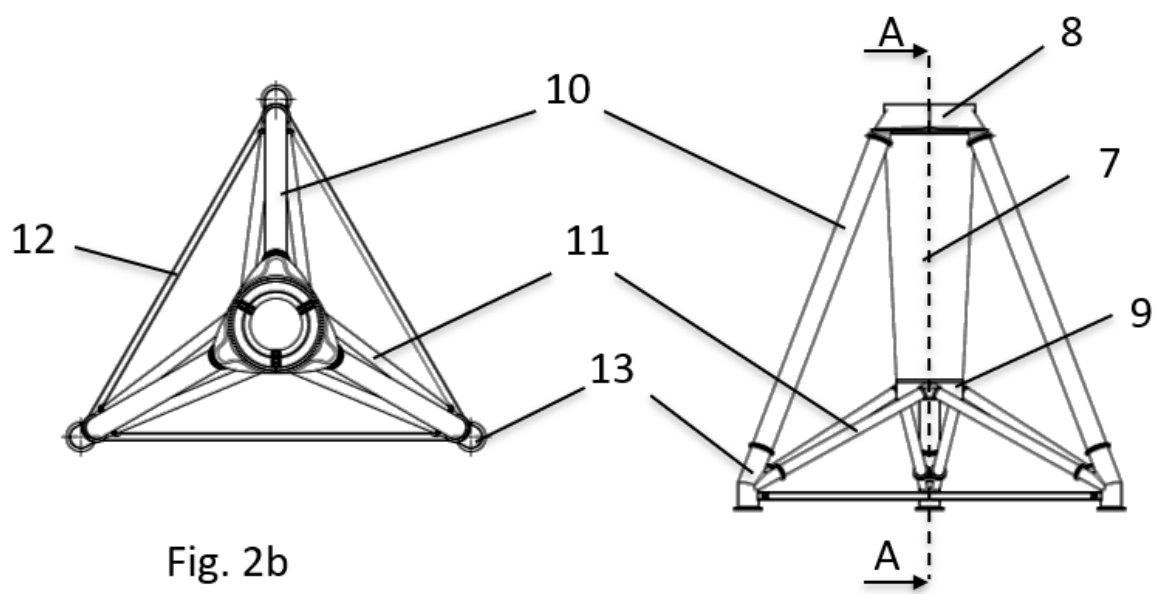


Fig. 2b

Fig. 2c

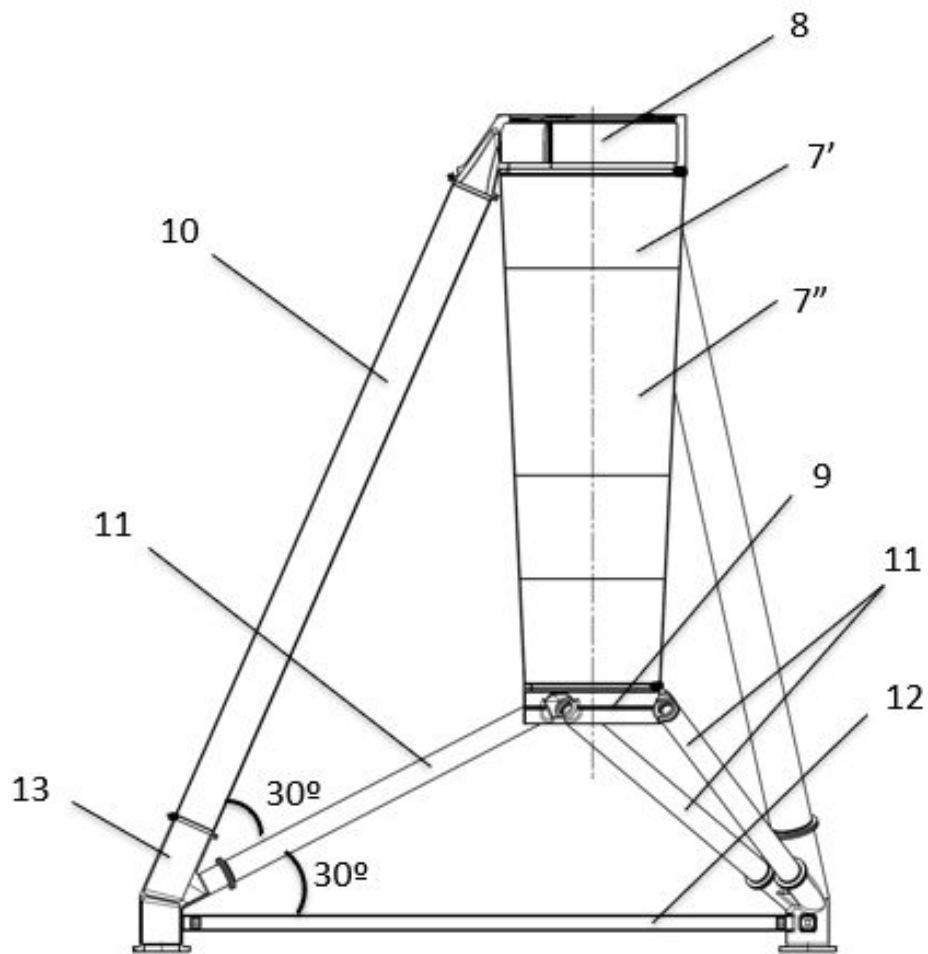


Fig. 3

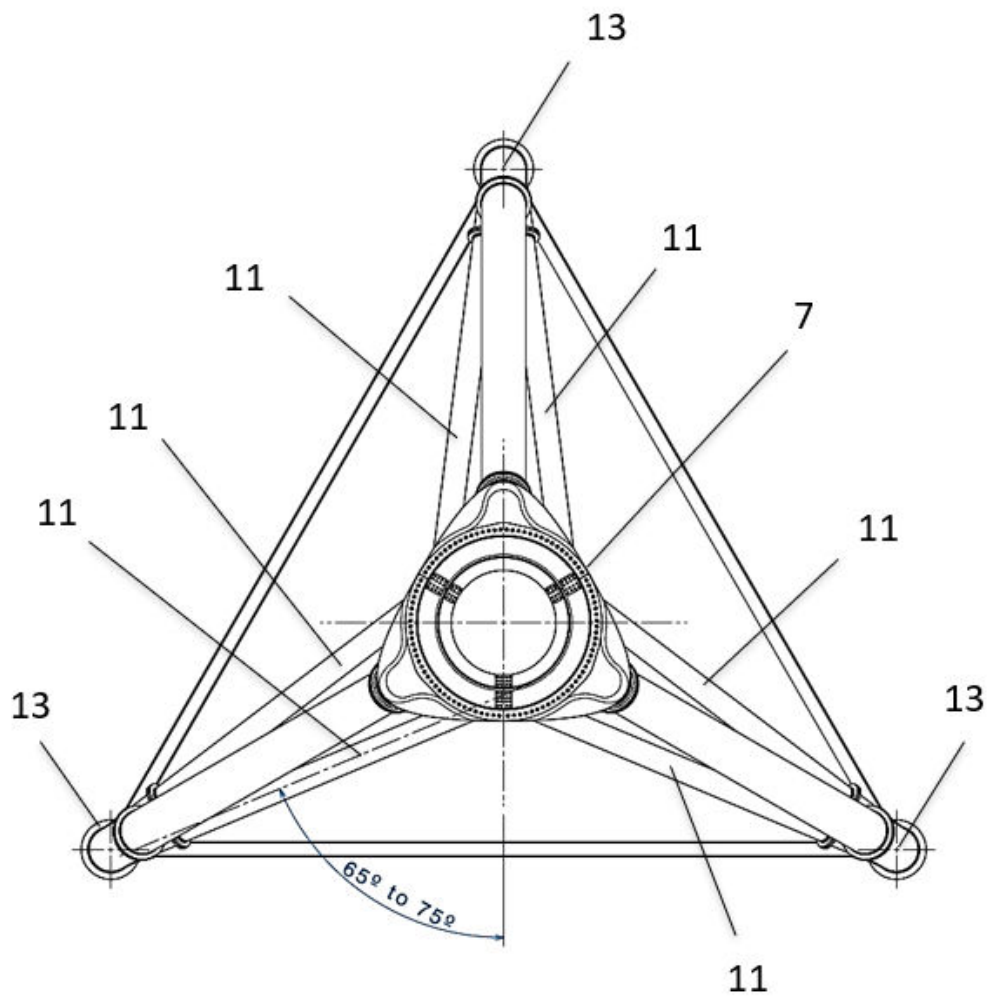


Fig. 4

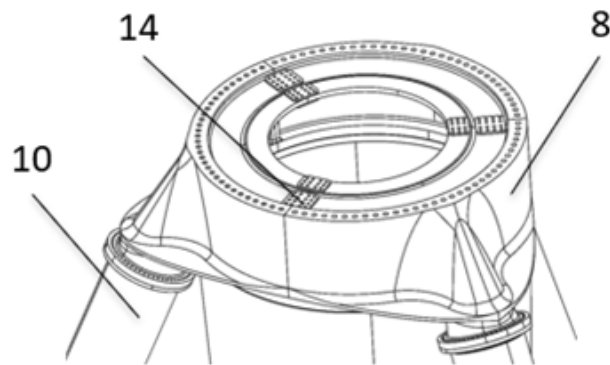


Fig. 5a

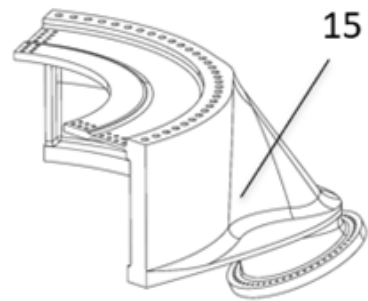


Fig. 5b

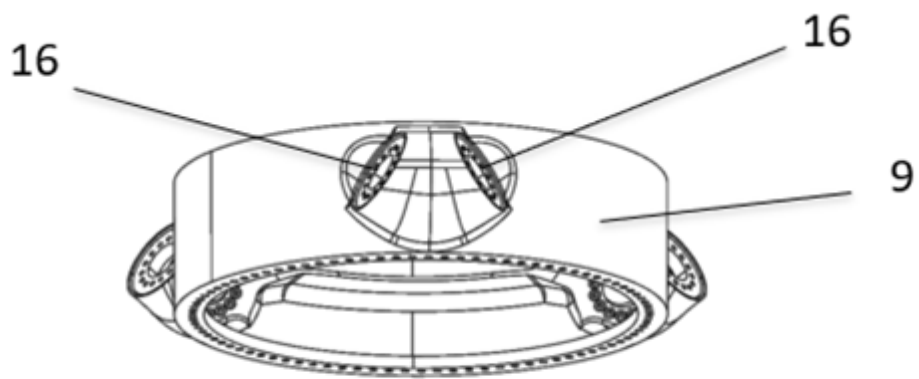


Fig. 6

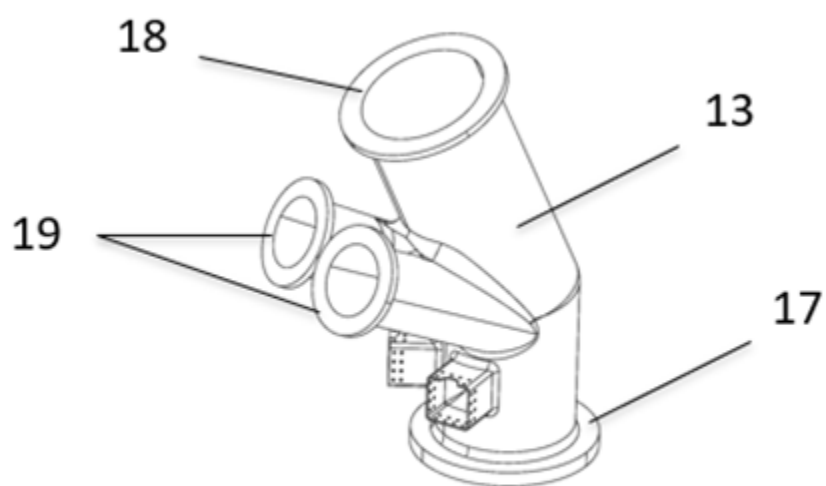


Fig. 7