

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 584 415**

51 Int. Cl.:

E04H 12/08 (2006.01)

E04H 12/10 (2006.01)

E04H 12/00 (2006.01)

E04B 1/19 (2006.01)

E04B 1/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.07.2013 E 13739195 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.04.2016 EP 2877654**

54 Título: **Torre modular de un aerogenerador**

30 Prioridad:

25.07.2012 DE 102012106772

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

27.09.2016

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP STEEL EUROPE AG (100.0%)
Kaiser-Wilhelm-Strasse 100
47166 Duisburg, DE**

72 Inventor/es:

**PATON, ADRIAN;
HIRT, MARK;
PATBERG, LOTHAR;
BAGCI, HASAN;
FECHTE-HEINEN, RAINER;
DREWES, STEPHAN y
SAVVAS, KONSTANTINOS**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 584 415 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Torre modular de un aerogenerador

5 La invención se refiere a una torre de un aerogenerador con una parte inferior en forma de una torre de celosía o de entramado que presenta al menos dos montantes y una parte superior en forma de una torre tubular esencialmente redonda en el corte transversal, estando compuesto el montante respectivo por varios perfiles tubulares de acero conectados entre sí en dirección longitudinal.

10 En instalaciones de energía eólica previstas para erigirse en tierra firme la tendencia se dirige a alturas de buje cada vez más altas, más allá de 100 m, para aprovechar velocidades del viento mayores y más constantes y así mejorar el rendimiento de estas instalaciones de energía eólica. No obstante, torres tubulares más altas con rotores y generadores más grandes y más potentes requieren al mismo tiempo un aumento de los espesores de pared y diámetros de los segmentos de torre para cumplir los mayores requisitos de mecánica estructural que resultan de
 15 ello, tal como rigidez, seguridad de pandeo y resistencia a la fatiga. El aumento del diámetro de los segmentos de torre conduce, no obstante, a que el transporte de los segmentos de torre tubulares prefabricados ya no sea posible en muchas carreteras con el modo de construcción convencional orientado de manera transversal debido a restricciones, por ejemplo alturas de tránsito de puentes de 4,4 m.

20 Un enfoque posible, que se propone, por ejemplo, en el documento DE 603 17 372 T2 y también en el documento WO 2009/048955 A1, es el denominado modo de construcción orientado longitudinalmente, en particular en la zona de torre inferior, en la que los diámetros de los segmentos de torre tubulares acabados son finalmente de más de 4,4 m. A este respecto, las secciones de torre tubulares no se ensamblan hasta el punto de construcción, es decir, en la ubicación del aerogenerador, a partir de varios segmentos de cubierta arqueados y los segmentos (anulares) así creados se unen dando lugar a la torre completa. Para evitar la soldadura a grandes alturas, se dota a los segmentos de cubierta, en el caso de la construcción de torre conocida por el documento DE 603 17 372 T2, de
 25 bridas horizontales y verticales perforadas que posibilitan una conexión de los segmentos de cubierta mediante tornillos. No obstante, este enfoque tiene algunas desventajas. Así, en el caso de segmentos de cubierta grandes, cabe esperar deformaciones condicionadas por el peso propio de los segmentos de cubierta, las cuales pueden conducir durante el montaje a problemas de manipulación o de unión. Por otro lado, en el caso de una subdivisión en muchos segmentos de cubierta pequeños, el número de conexiones roscadas que han de establecerse es relativamente alto, lo que puede aumentar los costes de montaje y también los costes de mantenimiento para un reapriete de los tornillos.

30 Además de aerogeneradores con torre tubular y aerogeneradores con torre de celosía (torre de entramado), también se conocen aerogeneradores con torres con modo de construcción mixto, que presentan una torre de celosía (torre de entramado) inferior y una torre tubular superior conectada con la misma. Por el documento DE 10 2006 056 274 A1 se conoce una torre del tipo mencionado al principio que presenta en la parte inferior una torre de celosía con al menos tres montantes y en la zona superior una torre tubular redonda en el corte transversal, estando conectada en
 35 la zona de transición la zona de conexión superior de la parte inferior, mediante un cuerpo de transición, con la zona de conexión inferior de la parte superior. El cuerpo de transición está configurado, a este respecto, a modo de una superficie envolvente de tronco de cono, adentrándose los montantes en la zona de transición y estando soldados en la zona de transición entre la zona de conexión superior de la parte inferior y la zona de conexión inferior de la parte superior con la superficie envolvente de tronco de cono al menos por secciones. La torre de celosía presenta
 40 barras que se cruzan y que unen los montantes de la torre de celosía entre sí. Los montantes de la torre de celosía están formados a partir de perfiles normalizados, preferentemente a partir de tubos de acero. Los documentos GB 2 476 051 A y FR 2 384 084 A1 constituyen estado de la técnica adicional.

45 La presente invención tiene por objetivo crear una torre del tipo mencionado al principio que permita, con una adecuada capacidad de transporte de sus componentes, una fabricación poco costosa así como un montaje simplificado de sus componentes.

Para solucionar este objetivo se propone una torre de un aerogenerador o instalación de energía eólica con las características de la reivindicación 1.

50 La torre de acuerdo con la invención está caracterizada porque el montante respectivo está compuesto por al menos tres perfiles tubulares de acero, que están dotados de bridas perforadas para alojar medios de conexión que pueden aflojarse mecánicamente, estando los montantes conectados entre sí mediante barras transversales y/o barras de tracción unidas a las bridas, y siendo los perfiles tubulares de acero del montante respectivo perfiles tubulares de acero soldados helicoidalmente.

55 La parte superior de la torre de acuerdo con la invención, que está realizada en forma de una torre tubular esencialmente redonda en el corte transversal, comienza preferentemente a partir de una altura de 60 m. Esta parte superior de la torre de acuerdo con la invención puede realizarse en un modo de construcción convencional orientado transversalmente, ya que el diámetro que cumple los requisitos de mecánica estructural debería encontrarse en este sentido normalmente por debajo del límite crítico, desde el punto de vista logístico, de 4,4 m. La parte inferior de la torre de acuerdo con la invención, que está realizada en forma de una torre de celosía o de

entramado que presenta al menos dos montantes, preferentemente tres, estando compuesto el montante respectivo de acuerdo con la invención por al menos tres perfiles tubulares de acero conectados entre sí en dirección longitudinal, que están dotados de bridas perforadas para alojar medios de conexión que pueden aflojarse mecánicamente, simplifica el transporte y el montaje de la torre. Gracias a la distribución de las fuerzas que han de absorberse sobre varios montantes, estos pueden dimensionarse considerablemente más delgados que la parte inferior correspondiente de una torre tubular convencional esencialmente redonda en el corte transversal. Los montantes de acuerdo con la invención pueden manipularse de manera claramente más sencilla desde el punto de vista logístico. El número de perfiles tubulares de acero individuales dotados de bridas puede variar a este respecto y depende de la altura de buje así como del peso de la máquina eólica que consiste esencialmente en generador, transmisión y palas de rotor. Por ejemplo, la torre de celosía de la torre mixta de acuerdo con la invención puede presentar cuatro, cinco o seis montantes. La subdivisión del montante respectivo en al menos tres perfiles tubulares de acero, que se unen en dirección longitudinal entre sí por las bridas mediante medios de conexión que pueden aflojarse mecánicamente, simplifica el transporte así como el montaje de los componentes de una torre mixta para un aerogenerador. El diámetro de perfil de los tubos de acero usados para el montante respectivo es, a este respecto, preferentemente por la longitud total del montante esencialmente idéntico. El perfil tubular de acero se recorta únicamente de manera diferente dependiendo del ángulo de unión con las bridas. Esta estrategia de partes idénticas (construcción de partes idénticas) conlleva costes de pieza reducidos. Por medios de conexión que pueden aflojarse mecánicamente deben entenderse en el presente contexto, entre otros, tornillos, pernos y pernos con arandela de bloqueo.

Los perfiles tubulares de acero usados para los montantes de la torre de acuerdo con la invención se fabrican mediante soldadura helicoidal. A diferencia de la fabricación de perfiles tubulares de acero soldados longitudinalmente, en los que cada diámetro tubular requiere un ancho de chapa determinado, la fabricación de tubos en espiral se caracteriza porque pueden fabricarse tubos de acero con diámetros de tubo diferentes a partir de un ancho de banda o chapa. El uso de perfiles tubulares de acero fabricados mediante soldadura helicoidal es ventajoso desde el punto de vista económico. Las chapas de acero usadas a este respecto son preferentemente chapas de acero microaleadas laminadas en caliente que presentan un límite de alargamiento (ReH) superior de al menos 355 N/mm^2 o 420 N/mm^2 . De manera especialmente preferente, los perfiles tubulares de acero (montantes) de la torre de acuerdo con la invención están fabricados a partir de chapas de acero de alta resistencia con un límite de alargamiento (ReH) superior a, por ejemplo, al menos 500 N/mm^2 o 700 N/mm^2 . En este sentido puede reducirse el peso de los perfiles tubulares de acero (montantes), por lo que se simplifica adicionalmente el transporte así como el montaje.

Los grosores de pared y diámetros de los perfiles tubulares de acero dependen, en particular, de la altura de torre y del número de montantes. Los perfiles tubulares de acero usados para los montantes de la torre de acuerdo con la invención tienen, por ejemplo, un grosor de pared en el intervalo de 15 mm a 30 mm y un diámetro exterior de tubo en el intervalo de 500 mm a 1.800 mm, preferentemente en el intervalo entre 500 mm y 1.200 mm.

Para absorber con seguridad las fuerzas transversales generadas en la parte inferior de la torre, los montantes individuales están conectados entre sí mediante barras transversales y/o barras de tracción unidas a las bridas. Las bridas de los perfiles tubulares de acero tienen, por tanto, una función de unión múltiple; sirven para la unión longitudinal de los perfiles tubulares de acero que forman el montante respectivo y además para la unión transversal y/o para la unión diagonal de los montantes entre sí, realizándose cada uno de estos acoplamientos preferentemente mediante atornillado. Debido a esta función de unión múltiple, la brida de la torre de instalación de energía eólica de acuerdo con la invención también puede denominarse brida de unión múltiple.

Las barras transversales están formadas preferentemente a partir de perfiles de acero que se extienden esencialmente en horizontal. A este respecto, puede tratarse, por ejemplo, de piezas angulares o perfiles laminados, en particular de barras en forma de perfil angular o en U. También estas barras transversales están configuradas preferentemente en este sentido de manera idéntica, ya que todas ellas presentan el mismo perfil en corte transversal y las mismas dimensiones en corte transversal. Las barras transversales se tronzan de manera diferente, no obstante a medida que aumenta la altura de torre, en concreto se dimensionan más cortas.

Mediante las barras de tracción (barras diagonales) unidas a las bridas puede asegurarse igualmente o aumentarse adicionalmente la estabilidad de la torre completa de acuerdo con la invención. Las barras de tracción pueden estar realizadas, a este respecto, como cables de acero, preferentemente cables de acero pre-tensados, o como piezas angulares o perfiles laminados. Al usar cables de acero como barras de tracción, estas pueden transportarse de manera sencilla en estado enrollado hacia el lugar de emplazamiento de la torre de acuerdo con la invención. Además, con respecto a los cables de acero pueden eliminarse problemas de tolerancia, ya que los cables de acero pueden tronzarse en el lugar de emplazamiento de la torre en las medidas adecuadas. En una configuración ventajosa de la torre de acuerdo con la invención, una o varias de las barras de tracción, por ejemplo cables de acero, están dotadas respectivamente de un dispositivo tensor para adaptar la longitud.

Una configuración preferente adicional de la invención está caracterizada porque los puntos de conexión o extremos de los perfiles tubulares de acero están dotados de eclisas, que presentan orificios o perforaciones de paso para unir barras transversales y/o barras diagonales (barras de tracción).

5 En el caso de las eclisas, puede tratarse de piezas fabricadas por separado, que se sueldan en cada caso con una brida en el extremo del perfil tubular de acero. Como alternativa, no obstante, la eclisa puede estar configurada también de una sola pieza con la brida. En el segundo caso, la eclisa se dispone, por ejemplo, mediante deformación a partir del corte de chapa de acero que define la brida. En ambos casos, la eclisa y la brida pueden estar soldadas con el perfil tubular de acero, orientándose la eclisa, por tanto, esencialmente en perpendicular a la brida.

10 En el uso preferente de piezas angulares o perfiles laminados como barras diagonales (barras de tracción) existe la posibilidad de unir las barras diagonales entre sí en su punto de cruce para aumentar adicionalmente la estabilidad de la torre completa de acuerdo con la invención. Las barras diagonales están conectadas, a este respecto, por ejemplo mediante tornillos u otros medios de conexión, que pueden aflojarse mecánicamente, en el punto de cruce. Esta conexión puede llevarse a cabo de manera ventajosa ya en la prefabricación de los componentes de torre.

En las reivindicaciones dependientes se indican configuraciones preferentes y ventajosas adicionales de la torre de acuerdo con la invención de un aerogenerador.

15 A continuación se explica en mayor detalle la invención mediante un dibujo que representa varios ejemplos de realización. Muestran esquemáticamente:

la Figura 1 una torre de acuerdo con la invención de un aerogenerador, en representación en perspectiva;

la Figura 2 un detalle de la parte inferior de la torre de la Figura 1, en representación ampliada;

20 la Figura 3 una sección inferior de la torre de celosía o de entramado de una torre de aerogenerador de acuerdo con la invención según un ejemplo de realización adicional, en representación en perspectiva;

la Figura 4 el detalle A de la torre de celosía o de entramado de la Figura 3, en representación ampliada;

la Figura 5 el detalle B de la torre de celosía o de entramado de la Figura 3, en representación ampliada y

la Figura 6 una sección de la torre de celosía o de entramado de la Figura 3 en la zona de la conexión de los perfiles tubulares de acero de dos montantes, en vista frontal.

25 La torre 1 representada en el dibujo de un aerogenerador 2 está construida a partir de una parte inferior 1.1 en forma de una torre de celosía o de entramado y de una parte superior 1.2 en forma de una torre tubular redonda en el corte transversal.

30 En el extremo superior de la torre tubular 1.2 está montado un aerogenerador (instalación de energía eólica) 2, que está apoyado de manera giratoria alrededor de un eje que discurre esencialmente en vertical. El aerogenerador 2 comprende un rotor 2.1 con palas de rotor 2.2, que preferentemente pueden girar alrededor de su eje longitudinal respectivo y, por tanto, ajustarse de manera esencialmente gradual, y un generador dispuesto en la carcasa de góndola 2.3, cuyo árbol está conectado con resistencia al giro con el rotor 2.1 a través de una transmisión y un embrague.

35 La torre de celosía o de entramado 1.1 presenta, en el ejemplo de realización mostrado en este caso, seis montantes 1.10. No obstante, también puede tener más o menor de seis montantes. En cualquier caso, presenta al menos tres montantes 1.10, cuya distancia horizontal entre sí partiendo de la torre tubular 1.2 superior en dirección al suelo o la base aumenta. Los montantes 1.10, preferentemente de manera esencial rectilíneos, forman, por tanto, una construcción de torre de tres o varias patas, cuyas patas se abren en ángulo agudo unas con respecto a otras.

40 Cada uno de los montantes 1.10 está compuesto por al menos tres perfiles tubulares de acero 1.11, 1.12 conectados entre sí en dirección longitudinal, que están dotados para ello en sus puntos de conexión de bridas perforadas 1.13 para alojar, por ejemplo, tornillos (no mostrados). Las bridas 1.13 están configuradas, por ejemplo, como bridas anulares. La brida o brida anular 1.13 respectiva tiene una pluralidad de orificios de paso 1.14, que están dispuestos sobre un arco común distanciados uniformemente entre sí (véase la Figura 2).

45 Preferentemente, en el caso de los perfiles tubulares de acero 1.11, 1.12 usados para los montantes 1.10 se trata de piezas idénticas que están soldadas helicoidalmente. Las chapas de acero deformadas de manera arqueada o en una forma redonda usadas para su fabricación son, por ejemplo, chapas de acero laminadas en caliente con un límite de alargamiento de al menos 350 N/mm². Para la fabricación de los perfiles tubulares de acero de los montantes 1.10 pueden usarse, no obstante, también chapas de acero de resistencia más alta, por ejemplo chapas de acero con un límite de alargamiento en el intervalo de 500 a 700 N/mm².

50 Los perfiles tubulares de acero 1.11, 1.12 del montante 1.10 respectivo tienen preferentemente un grosor de pared en el intervalo de 15 mm a 30 mm. Su diámetro se encuentra, por ejemplo, en el intervalo de 500 mm a 1.800 mm. Preferentemente, los perfiles tubulares de acero 1.11, 1.12 usados para los montantes 1.10 están fabricados a partir de tubos normalizados.

- 5 La brida anular 1.13 respectiva está colocada preferentemente por adherencia de materiales en uno de los extremos del perfil tubular de acero 1.11, 1.12 usado para construir un montante 1.10, por ejemplo mediante soldadura en ángulo. No obstante, también es posible una conexión por arrastre de fuerza y/o de forma entre la brida anular 1.13 y el extremo de tubo de acero asociado, por ejemplo mediante un atornillado en el que el extremo de tubo de acero está dotado de una rosca exterior y la brida anular de una rosca interior correspondiente.
- 10 La brida anular 1.13 respectiva está dispuesta en un plano horizontal. Para ello, los extremos de los perfiles tubulares de acero 1.11, 1.12 dotados de las bridas anulares 1.13 están recortados de manera oblicua, de modo que el extremo de corte respectivo del perfil tubular de acero 1.11, 1.12, en el estado terminado de montar de la torre de celosía o de entramado 1.1, acaba esencialmente en horizontal.
- 15 Los montantes 1.10 están conectados entre sí mediante barras transversales 1.15. Para ello, se usan las mismas bridas anulares 1.13 que conectan entre sí los tubos de acero 1.11, 1.12, preferentemente tubos normalizados.
- Las barras transversales 1.15 están formadas a partir de perfiles de acero y se extienden esencialmente en horizontal. Aquellas barras transversales 1.15 que están dispuestas a la misma altura están realizadas como piezas idénticas. La longitud de las barras transversales 1.15 depende, a este respecto, de su altura de unión. A medida que aumenta la altura de torre se reduce la longitud de las barras transversales 1.15 unidas a las bridas anulares 1.13.
- 20 La torre 1 de acuerdo con la invención, al menos su parte de torre de celosía 1.1 inferior, presenta, por tanto, una construcción modular usando perfiles de acero 1.11, 1.12, 1.15 normalizados.
- Las barras transversales 1.15 están realizadas, por ejemplo, como perfil en U (véase la Figura 2). No obstante, también pueden presentar otra forma de perfil, por ejemplo un perfil en L o perfil en T.
- 25 Los extremos de la barra transversal 1.15 respectiva presentan preferentemente lados frontales 1.16 configurados cóncavos o en forma de cola de milano o indentados de manera poligonal. En este sentido, puede ampliarse la superficie de apoyo o de contacto entre barra transversal 1.15 y brida anular 1.13 (véase la Figura 2).
- Para garantizar o aumentar adicionalmente la estabilidad necesaria de la torre completa 1, pueden preverse barras de tracción 1.17 adicionales, que se fijan respectivamente en la zona de brida, de modo que discurren en diagonal en el marco de entramado, que está definido por dos montantes 1.10 adyacentes y dos barras transversales 1.15 que discurren esencialmente en paralelo la una con respecto a la otra.
- 30 Las barras de tracción (barras diagonales) 1.17 están formadas, por ejemplo, a partir de cables metálicos. Los extremos de los cables metálicos 1.17 están fijados a través de medios de fijación adecuados en las aberturas de paso 1.14 de las bridas anulares 1.13. Con vistas a la adaptación de su longitud, las barras de tracción o cables metálicos 1.17 pueden estar dotadas respectivamente de un dispositivo tensor (no mostrado). En la Figura 2, para mayor claridad, no están representados las barras de tracción o cables metálicos 1.17 ni los pernos roscados.
- 35 La parte de torre 1.2 superior, que está configurada como torre tubular redonda en el corte transversal, comienza a partir de una altura de, por ejemplo, aproximadamente 60 m. Puede estar realizada en modo de construcción convencional orientado transversalmente y, por consiguiente, estar compuesta por varios segmentos tubulares anulares.
- 40 La torre tubular 1.2 de la torre 1 de acuerdo con la invención está realizada preferentemente como torre tubular de acero cónica. Como alternativa, no obstante, también puede realizarse como torre tubular de acero cilíndrica.
- En su extremo dirigido hacia la torre de entramado o de celosía 1.1, la torre tubular 1.2 presenta una sección longitudinal cónica o en forma de superficie envolvente de tronco de cono. A esta sección 1.21 inferior de la torre tubular 1.2 están unidos los extremos superiores de los montantes 1.10. Los tubos de acero 1.12 superiores de los montantes 1.10 pueden adentrarse, a este respecto, en la sección longitudinal 1.21 en forma de superficie envolvente de tronco de cono o cónica de la torre tubular 1.2 y están conectados, por tanto, con el lado interior de la torre tubular 1.2, por ejemplo, soldados. No obstante, la torre tubular 1.2 puede presentar en su extremo inferior también una placa de conexión (no mostrada) en forma de disco circular o en forma de disco anular con una pluralidad de orificios de fijación en los que los tubos de acero 1.12 superiores de los montantes 1.10 se unen o enroscan a través de bridas anulares fijadas en los mismos.
- 45 La altura de la torre completa 1 compuesta por la torre de celosía 1.1 y la torre tubular 1.2 o la altura de buje del rotor 2.1 es, por ejemplo, de aproximadamente 110 m.
- 50 En la Figura 3 está representado un ejemplo de realización adicional de la parte 1.1 inferior configurada como torre de celosía o de entramado de una torre de acuerdo con la invención de un aerogenerador. La parte superior de la torre, que está formada de manera similar a la Figura 1 a partir de una torre tubular esencialmente redonda en el corte transversal, no está mostrada en la Figura 3.
- La torre de celosía o de entramado 1.1 presenta en este ejemplo de realización al menos dos montantes 1.10, que

están compuestos, respectivamente, por al menos tres perfiles tubulares de acero 1.11, 1.12 conectados entre sí en dirección longitudinal. Los perfiles tubulares de acero 1.11, 1.12 están dotados para ello en sus puntos de conexión de bridas perforadas 1.13 para alojar medios de conexión mecánicos que pueden aflojarse, por ejemplo tornillos. Cada una de las bridas 1.13 de acuerdo con la Figura 4 presenta una pluralidad de orificios de paso 1.14 para alojar los medios de conexión.

Además, en los puntos de conexión o extremos de los perfiles tubulares de acero 1.11, 1.12 están previstas eclisas 1.18. La eclisa 1.18 y la brida 1.13 están soldadas con el perfil tubular de acero 1.11 o 1.12, estando orientada la eclisa 1.18 esencialmente en perpendicular a la brida 1.13.

Cuando la eclisa 1.18 se fabrica como pieza independiente, se suelda preferentemente también con la brida 1.13 (véase la Figura 4). No obstante, también entra dentro del marco de la invención configurar la eclisa 1.18 y la brida 1.13 juntas de una sola pieza. En este caso, la eclisa 1.18 se dispondría, por ejemplo, mediante deformación a partir del corte de chapa de acero que define la brida 1.13.

La eclisa 1.18 respectiva presenta igualmente una pluralidad de orificios de paso 1.19 para alojar medios de conexión mecánicos que pueden aflojarse. Las eclisas 1.18 sirven para unir barras diagonales (barras de tracción) 1.17. Además, a las eclisas 1.18 pueden estar unidas también barras transversales 1.15. Como alternativa o de manera complementaria, no obstante, las barras transversales 1.15 pueden estar unidas o unirse a las bridas 1.13.

El ejemplo de realización de acuerdo con las Figuras 3 y 4 ofrece la posibilidad de tronzar los extremos de los perfiles tubulares de acero 1.11, 1.12 esencialmente en perpendicular (en ángulo recto) a su eje longitudinal, es decir, un biselado de los extremos de tubo, tal como está representado en la Figura 2, no está previsto en este caso. La unión de las barras transversales 1.15 a los perfiles tubulares de acero 1.11, 1.12 es posible, por tanto, a pesar de sus extremos de corte esencialmente en ángulo recto o la orientación esencialmente en perpendicular de las bridas 1.13 con respecto al eje longitudinal de perfil tubular de acero sin curvatura de los extremos de las barras transversales 1.15, ya que estas últimas se unen en este caso a las eclisas 1.18. Las eclisas 1.18 posibilitan, por tanto, una compensación del ángulo de unión entre barra transversal 1.15 y el eje longitudinal de perfil tubular de acero en el caso de ángulos de inclinación discrecionales del eje longitudinal del perfil tubular de acero (eje longitudinal del montante).

Las barras diagonales 1.17, que están realizadas en el ejemplo de realización de acuerdo con las Figuras 3 a 6 como piezas angulares o perfiles laminados, están unidas entre sí preferentemente en su zona de cruce 1.20. Para conectar o fijar las barras diagonales 1.17 en la zona de cruce 1.20 sirven, a su vez, medios de conexión mecánicos que pueden aflojarse, por ejemplo tornillos. La conexión o fijación previa de las barras diagonales 1.17 en la zona de cruce 1.20 puede realizarse ya en el transcurso de la prefabricación de las barras diagonales 1.17, por lo que se simplifica o acorta el montaje de la torre de celosía o de entramado 1.1 en el lugar de emplazamiento de la torre de acuerdo con la invención.

La realización de la torre de acuerdo con la invención no está limitada a los ejemplos de realización representados en el dibujo. Más bien son concebibles numerosas variantes que, en una configuración que se desvía del ejemplo de realización mostrado, también hacen uso de la invención indicada en las reivindicaciones adjuntas. De esta manera, a las bridas 1.13 de los tubos de montante 1.11, 1.12 pueden estar unidas, por ejemplo, en lugar de cables de acero 1.17, también varillas perfiladas de acero, por ejemplo piezas angulares en forma de perfil en L, como barras de tracción diagonales.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Torre (1) de un aerogenerador con una parte inferior (1.1) en forma de una torre de celosía o de entramado que presenta al menos dos montantes (1.10) y una parte superior (1.2) en forma de una torre tubular esencialmente redonda en el corte transversal, estando compuesto el montante (1.10) respectivo por varios perfiles tubulares de acero (1.11, 1.12) conectados entre sí en dirección longitudinal, **caracterizada porque** el montante (1.10) respectivo está compuesto por al menos tres perfiles tubulares de acero (1.11, 1.12), que están dotados de bridas perforadas (1.13) para alojar tornillos, estando los montantes (1.10) conectados entre sí mediante barras transversales (1.15) y/o barras de tracción (1.17) unidas a las bridas (1.13), y siendo los perfiles tubulares de acero (1.11, 1.12) del montante (1.10) respectivo perfiles tubulares de acero soldados helicoidalmente.
- 10 2. Torre según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la brida (1.13) respectiva está configurada como brida anular y está dispuesta esencialmente en un plano horizontal.
- 15 3. Torre según la reivindicación 2, **caracterizada porque** los extremos de los perfiles tubulares de acero (1.11, 1.12) dotados de las bridas anulares (1.13) están recortados de manera oblicua, de modo que el extremo de corte respectivo del perfil tubular de acero (1.11, 1.12) en el estado terminado de montar de la torre de celosía o de entramado (1.1) acaba esencialmente en horizontal.
4. Torre según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** la brida (1.13) respectiva está conectada por adherencia de materiales al perfil tubular de acero (1.11, 1.12) asociado.
- 20 5. Torre según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada porque** los perfiles tubulares de acero (1.11; 1.12) que forman una sección de altura de la torre de celosía o de entramado (1.1) están realizados como piezas idénticas.
6. Torre según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada porque** las barras transversales (1.15) están formadas a partir de perfiles de acero que se extienden esencialmente en horizontal.
7. Torre según la reivindicación 6, **caracterizada porque** los perfiles de acero (1.15) que se extienden esencialmente en horizontal están realizados como piezas idénticas.
- 25 8. Torre según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada porque** los extremos de la barra transversal (1.15) respectiva presentan lados frontales (1.16) configurados cóncavos o en forma de cola de milano o indentados de manera poligonal.
9. Torre según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizada porque** las barras de tracción (1.17) están formadas a partir de cables metálicos que se extienden en diagonal.
- 30 10. Torre según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizada porque** una o varias de las barras de tracción (1.17) están dotadas respectivamente de un dispositivo tensor para adaptar la longitud de la barra de tracción (1.17) asociada.
11. Torre según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizada porque** los perfiles tubulares de acero (1.11, 1.12) del montante (1.10) respectivo presentan un grosor de pared tubular en el intervalo de 15 mm a 30 mm.
- 35 12. Torre según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizada porque** los perfiles tubulares de acero (1.11, 1.12) del montante (1.10) respectivo presentan un diámetro en el intervalo de 500 mm a 1.800 mm.
13. Torre según una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizada porque** la torre tubular (1.2) está realizada como torre tubular de acero cónica o cilíndrica.
- 40 14. Torre según una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizada porque** la torre tubular (1.2) presenta en su extremo dirigido hacia la torre de celosía o de entramado (1.1) una sección longitudinal (1.21) cónica o en forma de superficie envolvente de tronco de cono.

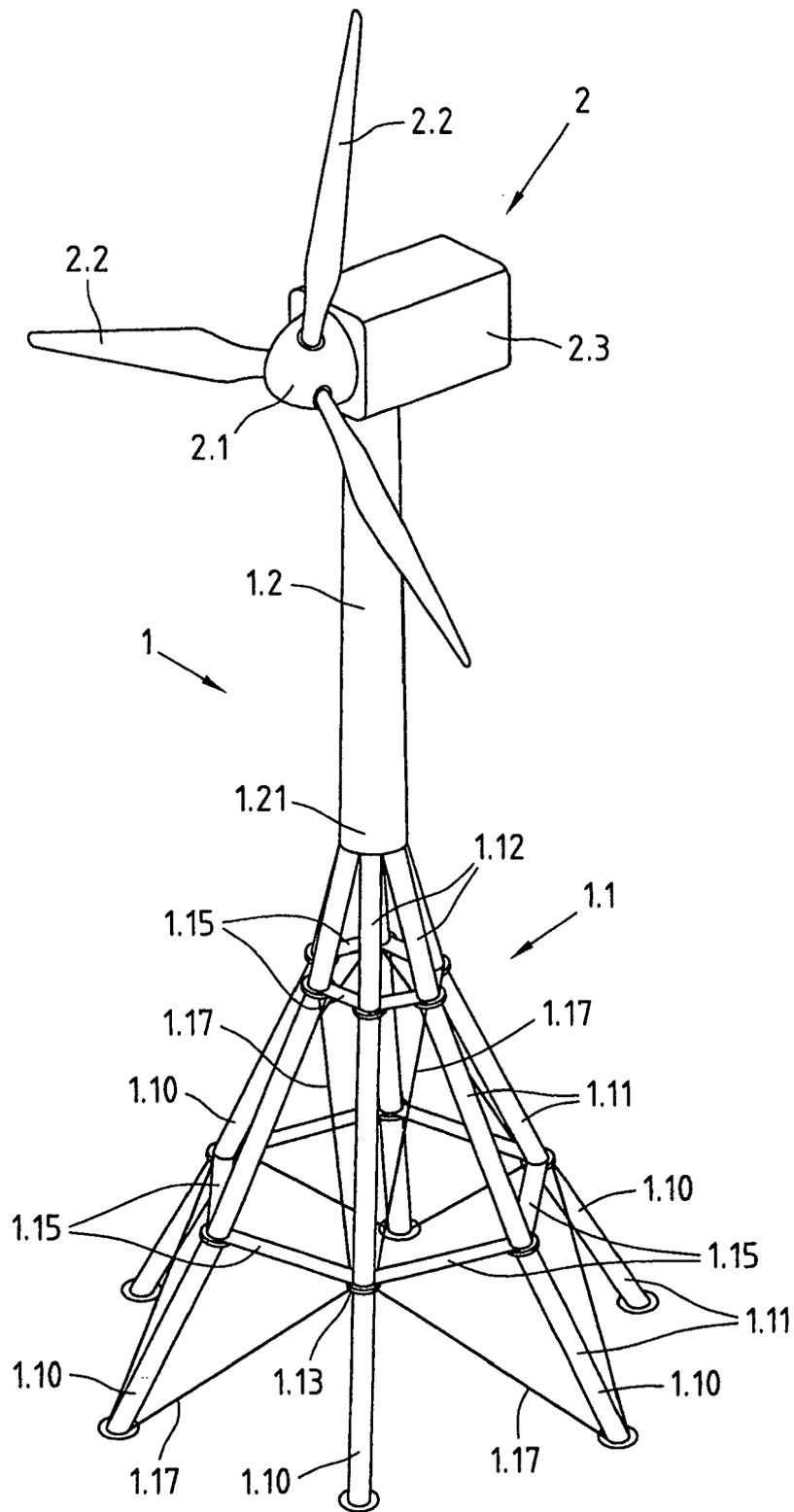


Fig.1

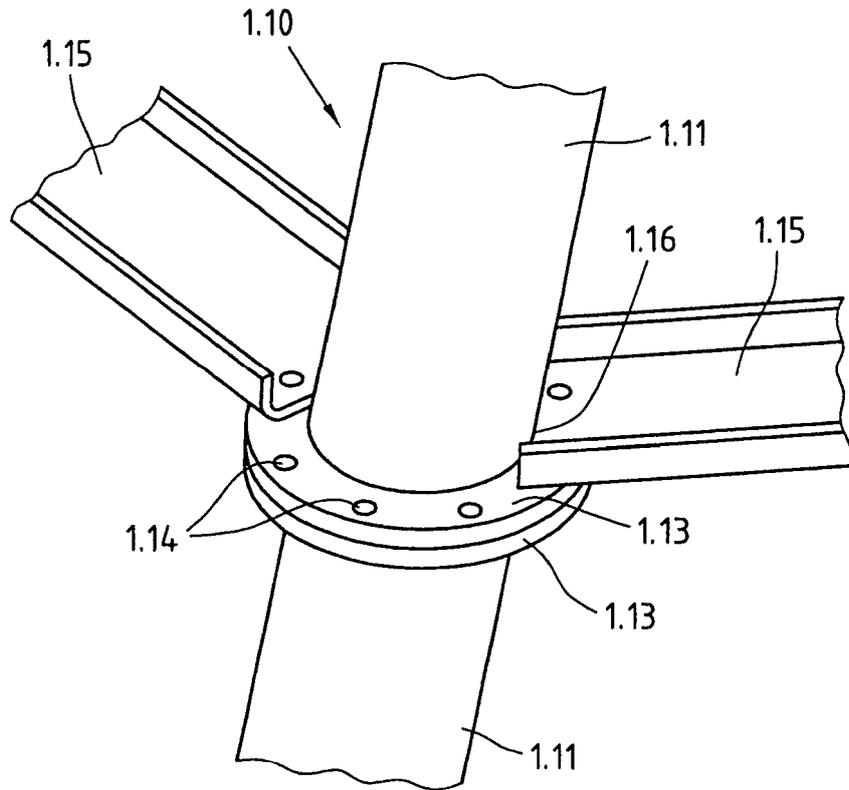


Fig.2

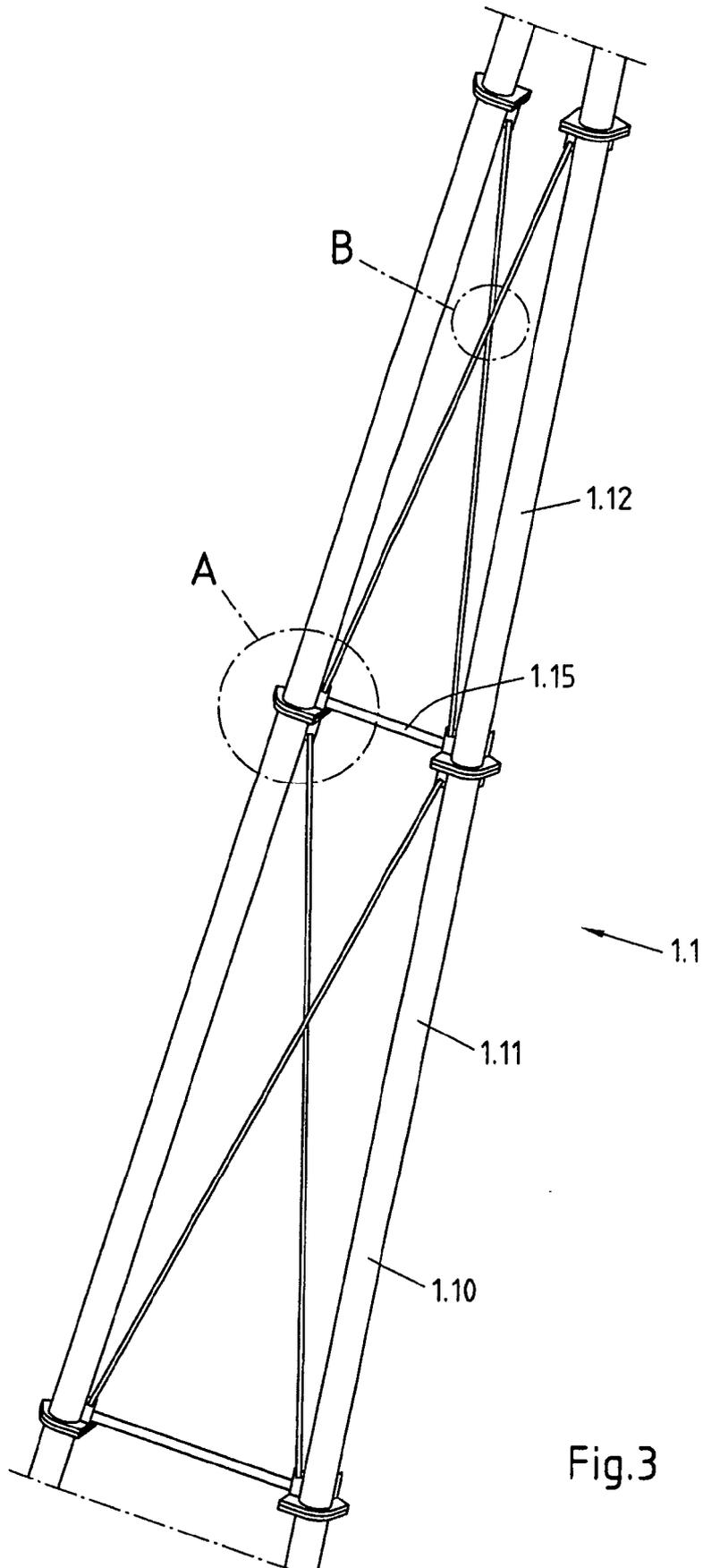


Fig.3

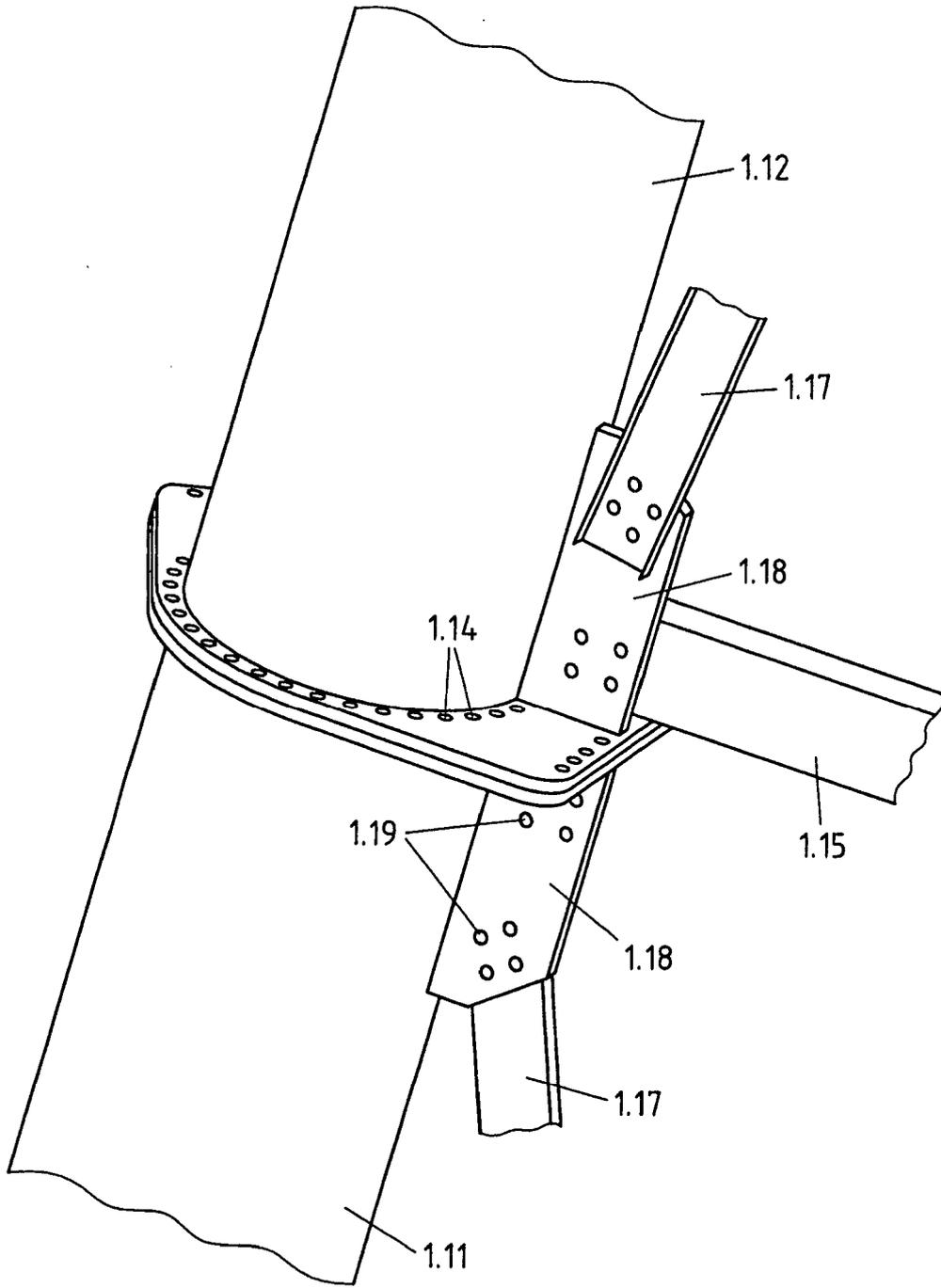


Fig.4

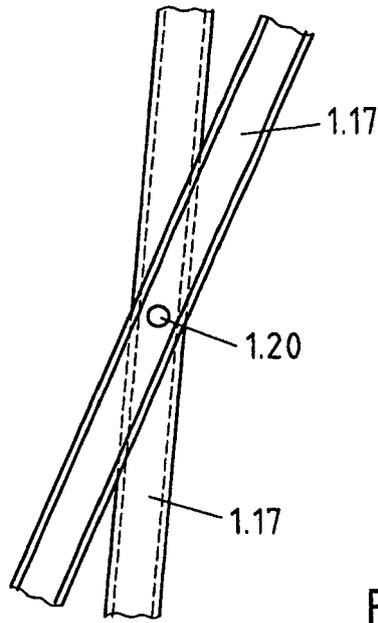


Fig.5

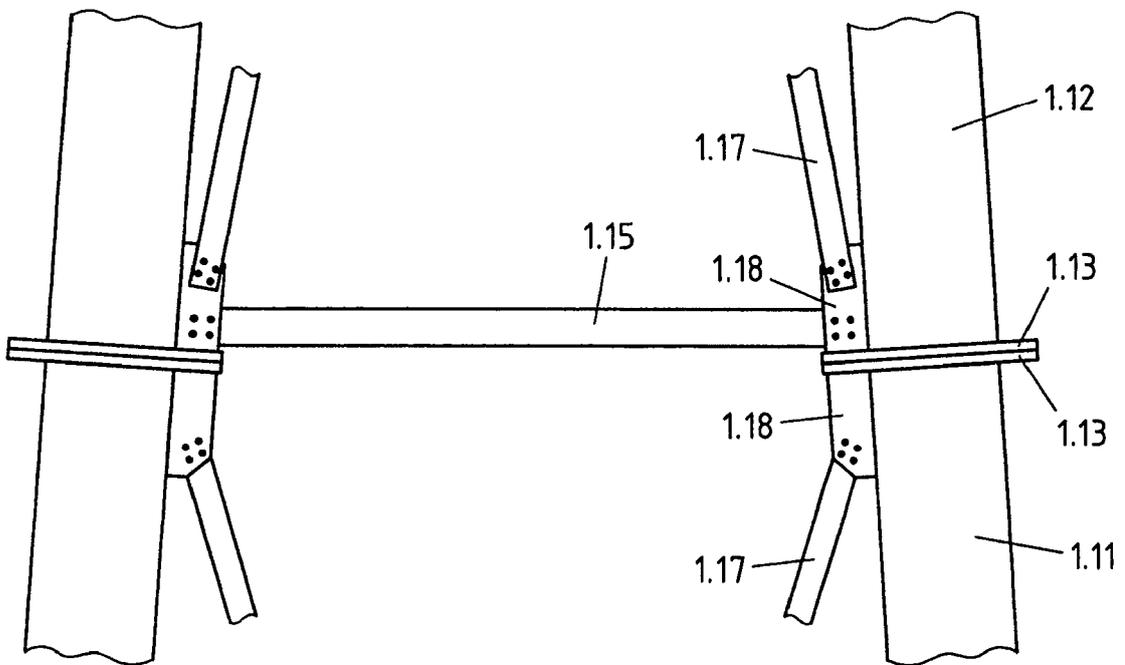


Fig.6