

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 526 922**

51 Int. Cl.:

F03D 11/04 (2006.01)

F03D 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.11.2007** **E 07846851 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.10.2014** **EP 2094969**

54 Título: **Torre de una instalación de energía eólica**

30 Prioridad:

27.11.2006 DE 102006056274

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

16.01.2015

73 Titular/es:

**SENVION SE (100.0%)
Überseering 10 (Oval Office)
22297 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

SCHÜTTENDIEBEL, RALF

74 Agente/Representante:

BOTELLA REYNA, Antonio

ES 2 526 922 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 de una instalación de energía eólica

- 5 La invención se refiere a una torre de una instalación de energía eólica con una parte inferior en forma de torre en celosía con al menos tres cornijales y una parte superior en forma de una torre tubular, preferiblemente con una sección transversal sustancialmente circular, estando unida en la zona de transición la zona de unión superior, en particular el lado superior, de la parte inferior mediante un cuerpo de transición a la zona de unión superior, en particular el lado inferior, de la parte superior.
- 10 Una torre de este tipo se conoce, por ejemplo, bajo la denominación OWEC Jacket Quattropod de la empresa OWEC Tower A/S. Una torre de este tipo de una instalación de energía eólica se ha dado a conocer en el documento WO-A-2006/004417.
- 15 En el documento DE-B-10339438 está descrita otra torre de una instalación de energía eólica, estando prevista una pieza de transición dispuesta entre una sección inferior de torre con una torre en celosía y una sección superior de torre con una torre tubular. La pieza de transición está realizada de tal forma que su extensión horizontal en la zona inferior es mayor que su extensión horizontal en la zona superior.
- 20 Las dos formas de torre son adecuadas para erigir instalaciones de energía eólica offshore, es decir, en un mar.
- El documento FR 901698 A da a conocer una instalación de energía eólica con una torre en celosía y un dispositivo giratorio hidráulico dispuesto por encima de la torre en celosía para amortiguar fuerzas giroscópicas.
- 25 El documento DE 2804711 A1 da a conocer un generador de energía eólica con una construcción rígida, estando fijada en la torre del generador de energía eólica en el exterior una guía helicoidal.
- El documento BE 451404 A da a conocer un generador de energía eólica con una torre en celosía.
- 30 Partiendo de este estado de la técnica, el objetivo de la presente invención es proporcionar una torre de una instalación de energía eólica con una gran estabilidad, que se pueda erigir por ejemplo offshore, debiendo ser sencilla la estructura de la torre y debiendo poder realizarse la erección de la torre a unos costes económicamente justificables.
- 35 El objetivo se consigue mediante una torre con las características de la reivindicación 1.
- La invención está basada en la idea de que la transición de un mástil en celosía o torre en celosía a una torre tubular, en la que está dispuesta una instalación de energía eólica o una góndola de máquina apoyada de forma giratoria con un rotor y al menos una pala de rotor, se une en una zona de transición mediante el cuerpo de transición, asomándose los cornijales de la parte inferior a la zona del cuerpo de transición y estando soldados en la zona de transición realizada de forma cónica en la superficie envolvente del tronco cónico o en los segmentos de la superficie envolvente del tronco cónico. En una configuración, la inclinación de la pared de la torre tubular es preferiblemente inferior a la inclinación de la superficie envolvente del tronco cónico.
- 40
- 45 De este modo se consigue un flujo de fuerza eficiente y uniforme desde la torre tubular realizada de forma circular, como estructura portante envolvente, a la torre en celosía angular, con una vía de carga discreta a través de los cornijales. Al mismo tiempo, gracias a la unión por soldadura de los cornijales a la superficie envolvente del tronco cónico o los segmentos de la superficie envolvente del tronco cónico se reduce considerablemente el volumen de las costuras de soldadura en la zona de transición, siendo posible usar componentes estándar, por ejemplo en forma de
- 50 perfiles tubulares estándar o chapas estándar, que por regla general son mecanizadas o están mecanizadas solo poco o nada.
- Además, se evitan también conexiones de tubos inclinadas en la zona de transición de la torre en celosía a la torre tubular, que presentan una geometría complicada. De este modo se consigue en conjunto una estructura sencilla de
- 55 una torre de una instalación de energía eólica. La torre según la invención tiene, por lo tanto, la ventaja esencial de que con una geometría delgada de la torre se consigue una gran sollicitación a torsión y/o flexión. Al mismo tiempo, con la gran capacidad de carga a la torsión y/o flexión, se optimiza el peso de la superficie envolvente del tronco cónico o del cuerpo de transición.

Una solución alternativa se presenta en una torre del tipo indicado al principio porque el cuerpo de transición, en particular un cuerpo de transición realizado a modo o en forma de una superficie envolvente del tronco cónico, está realizado en su lado exterior con una inclinación que corresponde a la inclinación de los cornijales de la parte inferior, estando unidos en particular los cornijales de la parte inferior al lado inferior del cuerpo de transición. De este modo también se consigue un flujo de fuerza eficiente y uniforme desde la torre tubular circular a la torre en celosía angular con sus cornijales.

Una unión fiable se consigue porque la o las sección(es) transversal(es) de los cornijales en la zona de transición sustancialmente no cambia(n) por secciones y/o en la zona de la unión a la superficie envolvente del tronco cónico. Gracias a ello es posible usar perfiles tubulares estándar o similares como cornijales.

Una forma de realización preferible está caracterizada, además porque el o los cornijal(es) esté(n) realizado(s) de forma continua, en particular sin pandeos en la zona de transición, por lo que no se producen saltos de las secciones transversales de los cornijales ni aumentos de la tensión en la zona de transición. Al mismo tiempo, es posible renunciar a refuerzos adicionales en la zona de transición en los cornijales o en el cuerpo de transición. Gracias a ello, los ejes longitudinales de los cornijales no experimentan un cambio de la dirección en la región de la transición o en la zona de transición. Por lo tanto, los momentos de flexión que se producen en la torre se transmiten mediante fuerzas de cizallamiento a lo largo de las costuras de soldadura, realizadas en particular en la dirección vertical, en los cornijales o en los tubos de los cornijales a la torre en celosía.

Además, gracias a la realización sin pandeo de los cornijales, al menos en la zona de transición, resulta una mejor accesibilidad durante el proceso de soldadura para la unión de los cornijales a la superficie envolvente del tronco cónico.

En una forma de realización, el ángulo de inclinación de al menos un cornijal o de varios cornijales corresponde preferiblemente al ángulo de inclinación de la superficie envolvente del tronco cónico, de modo que es posible un flujo de fuerza homogéneo a través de la superficie envolvente del tronco cónico o el cuerpo de transición reduciéndose los aumentos de tensión en el componente, por lo que también se reduce el esfuerzo para las inspecciones durante el servicio de la instalación de energía eólica.

Además, según una configuración está previsto que al menos un cornijal esté unido por soldadura o sea unido por soldadura a la superficie envolvente del tronco cónico, en particular en sus lados longitudinales. Gracias a la soldadura del cornijal en forma de preferiblemente dos costuras longitudinales en los lados longitudinales resulta un volumen de costuras de soldadura claramente inferior al de construcciones conocidas, consiguiéndose con una mayor rigidez del cuerpo de transición una reducción de la masa o del peso del cuerpo de transición.

Además, está previsto que en el lado exterior de la superficie envolvente del tronco cónico esté dispuesta una plataforma de trabajo, por lo que pueden realizarse trabajos de mantenimiento en el cuerpo de transición o en la torre.

Además, se propone que la plataforma de trabajo prevista en el lado exterior de la superficie envolvente del tronco cónico esté realizada preferiblemente de forma circunferencial en la zona inferior y/o en la transición a la parte inferior.

Gracias a que el espacio interior de la superficie envolvente del tronco cónico está al menos parcialmente cerrado, en particular mediante al menos una plataforma interior, puede realizarse una especie de espacio protegido o espacio en el interior de la superficie envolvente del tronco cónico, en el que pueden estar alojados por ejemplo módulos o dispositivos de la instalación de energía eólica (p.ej. transformador, convertidor, instalación de distribución y similares).

En particular, en el espacio interior de la superficie envolvente del tronco cónico están realizadas una o varias plataformas, de modo que por debajo de la parte superior o de la torre tubular quedan realizados en el espacio interior del cuerpo de transición espacios para el acceso o espacios de trabajo o espacios para instalaciones, por lo que es posible llegar de forma sencilla y protegida contra la intemperie desde abajo, a través de los espacios interiores del cuerpo de transición, por ejemplo a una instalación de energía eólica que se ha erigido offshore en aguas. En este caso, en espacios para instalaciones o espacios de trabajo cerrados en el espacio interior del cuerpo de transición están dispuestos módulos o dispositivos correspondientes de la instalación de energía eólica, por lo que se simplifica la accesibilidad así como el mantenimiento de estos módulos o dispositivos.

Aquí es posible llegar por ejemplo a una plataforma abierta, fácilmente accesible, estando dispuesta por encima de esta plataforma otra plataforma cerrada o con posibilidad de cierre, por lo que sólo el personal de mantenimiento tiene acceso correspondiente a la instalación de energía eólica en caso de tener que realizar trabajos de mantenimiento. Gracias a ello, en el cuerpo de transición quedan realizados dos niveles de trabajo diferentes. Por ejemplo, queda realizada una plataforma de trabajo inferior como espacio para instalaciones abierto, con una instalación para transitar por el mismo abierta, mientras que con una segunda plataforma queda realizado un nivel de trabajo superior como espacio para instalaciones eléctricas cerrado.

Por lo tanto, mediante una plataforma superior queda realizado en el espacio interior de la superficie envolvente del tronco cónico o del cuerpo de transición un espacio superior, en particular cerrado o con posibilidad de cierre, preferiblemente un espacio de trabajo o un espacio para instalaciones eléctricas. A un espacio para instalaciones eléctricas cerrado, sólo debe accederse en compañía de personas adiestradas en instalaciones eléctricas o de expertos de la electrotecnia.

En el espacio superior del espacio interior de la superficie envolvente del tronco cónico está prevista o alojada o dispuesta de forma ventajosa una instalación para transitar, en particular superior, de modo que es posible transitar por la parte superior (torre tubular) o llegar a esta parte de la instalación de energía eólica mediante la instalación para transitar del cuerpo de transición, por lo que el personal de mantenimiento llega de forma protegida contra la intemperie a la góndola de una instalación de fuerza eólica o a una instalación de energía eólica para realizar los trabajos de mantenimiento.

Según una variante preferible, en el espacio superior del espacio interior de la superficie envolvente del tronco cónico está previsto al menos un dispositivo de la instalación de energía eólica, preferiblemente una instalación de distribución de tensión, en particular una instalación de distribución de tensión media.

Además, después de realizar una medida de mantenimiento, la instalación para transitar, por ejemplo en forma de una cabina o similares, queda alojada en el espacio superior del espacio interior de la superficie envolvente del tronco cónico, que está realizado como espacio para instalaciones superior.

Además, en una forma de realización ventajosa, queda realizada mediante una plataforma inferior en el espacio interior de la superficie envolvente del tronco cónico un espacio inferior, en particular abierto, preferiblemente un espacio de trabajo, a través del cual el personal de mantenimiento puede acceder al segundo espacio de trabajo o de instalaciones realizado por encima del mismo, preferiblemente cerrado.

Además, una configuración ventajosa está caracterizada porque en el espacio inferior del espacio interior de la superficie envolvente del tronco cónico esté alojada o se aloje una instalación para transitar, en particular inferior, de modo que se pueda transitar por el cuerpo de transición de la instalación de energía eólica o se pueda llegar al mismo mediante la instalación para transitar de la parte inferior, en particular de la torre en celosía.

Además, es favorable que en el espacio interior de la superficie envolvente del tronco cónico estén alojadas o se alojen una instalación para transitar inferior y una instalación para transitar superior, por lo que se facilita la realización de medidas de mantenimiento o inspecciones, puesto que las personas correspondientes tienen acceso sencillo a la parte inferior o a la torre tubular de la instalación de energía eólica, después de llegar al espacio interior de la superficie envolvente del tronco cónico o del cuerpo de transición. Además, mediante las instalaciones para transitar se consigue que las personas que realizan medidas de mantenimiento lleguen de forma segura a las instalaciones correspondientes. La separación en una instalación para transitar inferior y una instalación para transitar superior es ventajosa, puesto que hay requisitos muy diferentes de las instalaciones para transitar. La instalación para transitar inferior está realizada como instalación para transitar abierta, es decir, discurre en el exterior de la instalación de energía eólica y está expuesta a la intemperie, en particular al clima marítimo agresivo.

Además, se extiende a lo largo de la inclinación de un cornijal de la parte inferior, por lo que está inclinada respecto a la vertical. La instalación para transitar superior está dispuesta, en cambio, exactamente en la dirección vertical en la torre tubular. Se trata de una instalación para transitar cerrada, es decir, discurre en el interior de la instalación de energía eólica, por lo que sólo está expuesta de forma muy limitada a las condiciones climáticas.

En una variante preferible está previsto, además, que la instalación para transitar inferior esté dispuesta o se disponga en la posición de reposo en el espacio interior de la superficie envolvente del tronco cónico o del cuerpo de transición, de modo que durante el uso activo de la instalación de energía eólica para la generación de potencia eléctrica, la instalación para transitar inferior esté alojada de forma protegida contra la intemperie, es decir, contra influencias externas de la meteorología o del oleaje o similares y de forma segura en el cuerpo de transición.

Quando deben realizarse medidas de mantenimiento o inspecciones en la instalación de energía eólica, la instalación para transitar inferior se hace salir hacia abajo del cuerpo de transición, por lo que las personas correspondientes tienen acceso al cuerpo de transición o a las distintas plataformas y espacios de trabajo en el cuerpo de transición y en la parte superior.

5

Además, es favorable que la superficie envolvente del tronco cónico esté realizada en la zona inferior y/o en la zona superior con un perfil en T o un perfil en L, para conseguir una unión fiable a la torre tubular y/o a la plataforma de trabajo o plataforma interior dispuestas adicionalmente.

- 10 Una unión fiable de los cornijales a la superficie cónica queda garantizada cuando los cornijales están unidos a lo largo de una longitud de más de dos diámetros del cornijal a la superficie envolvente del tronco cónico. La longitud de las costuras de soldadura entre los cornijales y la superficie envolvente del tronco cónico está situada preferiblemente en el intervalo de dos veces a diez veces el diámetro de los cornijales. La longitud de las costuras de soldadura corresponde preferiblemente a tres a ocho veces, preferiblemente de cuatro a seis veces el diámetro de los cornijales. En el caso de cornijales no circulares, diámetro significa una medida media de la sección transversal.

- 20 En una variante, la superficie envolvente del tronco cónico presenta al menos una escotadura, en particular entre dos cornijales, y/o una abertura de acceso. Gracias a la escotadura prevista, se reduce correspondientemente el peso en la superficie envolvente del tronco cónico. Además, gracias a la abertura de acceso, que también puede estar realizada por ejemplo con posibilidad de cierre, se consigue un acceso a un espacio interior en la superficie envolvente del tronco cónico.

- 25 Además, en una variante está previsto que uno o varios cornijal(es) esté(n) realizado(s) en la zona de transición de forma que se extienda(n) continuamente en la dirección longitudinal y/o en la dirección circunferencial y/o que esté(n) unido(s) por soldadura o se unan por soldadura a la superficie envolvente del tronco cónico. Además, los cornijales están realizados de forma ventajosa como perfiles huecos, en particular tubos, preferiblemente de acero. Además, los cornijales están formados o son formados por perfiles tubulares estándar, puesto que los tubos estándar, p.ej. de la construcción de oleoductos, están disponibles por precios económicos y en grandes cantidades.

30

Además, la torre está caracterizada porque la superficie envolvente del tronco cónico presenta al menos un anillo de refuerzo o varios anillos de refuerzo, preferiblemente en el extremo inferior y/o superior de la superficie envolvente del tronco cónico.

- 35 Para ello es favorable que un anillo de refuerzo previsto en la zona inferior de la superficie envolvente del tronco cónico envuelva al menos en parte o por completo uno o varios cornijal(es). Para ello, el anillo de refuerzo envuelve los cornijales en el lado exterior o en el lado interior de la superficie envolvente del tronco cónico. Es ventajoso que el anillo de refuerzo presente por ejemplo un perfil en T.

- 40 Además, es ventajoso que el anillo de refuerzo previsto preferiblemente en la zona inferior de la superficie envolvente del tronco cónico o en el lado inferior de la misma esté unido parcialmente a uno o varios cornijal(es), de modo que en particular la unión entre el anillo de refuerzo y el cornijal está realizada de forma discontinua. Gracias a ello se permite en caso de cargas mecánicas correspondientes de la instalación de energía eólica, por ejemplo una flexión y/o torsión de la torre, es decir, de la parte superior así como del cuerpo de transición y de la torre en celosía una desviación elástica correspondiente de los cornijales, por lo que se reduce la sollicitación del material en el punto de unión crítico inferior del cornijal a la superficie envolvente del tronco cónico. Gracias a la unión discontinua del anillo de refuerzo a uno o varios cornijal(es) se reducen claramente las sollicitaciones mecánicas de una torre de una instalación de energía eólica en una zona especialmente crítica, de modo que aumenta significativamente la vida útil de componentes expuestos a grandes sollicitaciones, en particular los cornijales y la superficie envolvente del tronco cónico.

50

- 55 Para ello, además, está previsto que entre el anillo de refuerzo y el cornijal que pasa por una abertura del anillo de refuerzo esté(n) prevista(s) una o varias escotadura(s), en particular en forma de riñón, por lo que es posible una desviación elástica de los cornijales, por ejemplo en la dirección tangencial respecto al cuerpo de transición. Aquí, los cornijales están unidos de forma fija o rígida a la superficie lateral cónica visto en la dirección radial respecto a la superficie envolvente del tronco cónico.

Además, según una forma de realización preferible está previsto que entre el anillo de refuerzo y el cornijal que pasa por una abertura del anillo de refuerzo esté(n) prevista(s) una o varias escotadura(s), en particular en forma de riñón,

por lo que las solicitaciones a torsión y/o flexión de la torre se transmiten en la dirección tangencial de la superficie envolvente del tronco cónico o en la dirección circunferencial de forma más suave a los cornijales, puesto que el salto de rigidez se transmite de forma reducida en la transición de los cornijales al anillo de refuerzo gracias a las escotaduras. Aquí están previstas escotaduras en forma de riñón a los dos lados del cornijal en la zona de una
5 abertura del anillo de refuerzo, por la que pasa un cornijal, en la dirección circunferencial de la superficie envolvente del tronco cónico.

Además, es ventajoso que el anillo de refuerzo no esté unido a uno o varios de los cornijal(es) en la dirección circunferencial de la superficie envolvente del tronco cónico. Asimismo, la torre está caracterizada porque el anillo de
10 refuerzo está unido a uno o varios cornijal(es) en la dirección transversal, en particular en la dirección perpendicular respecto a la dirección circunferencial de la superficie envolvente del tronco cónico.

Además, según una variante preferible de la torre está previsto que la superficie envolvente del tronco cónico presente en la zona del anillo de refuerzo una o varias escotadura(s), preferiblemente en forma de gotas o talones,
15 de modo que en caso de una solicitación a flexión y/o torsión de la torre es posible el movimiento de desviación de los cornijales en la dirección tangencial de la superficie envolvente del tronco cónico, por lo que se reducen también las cargas y solicitaciones mecánicas sobre el cuerpo de transición y el anillo de refuerzo, así como sobre la torre en celosía.

20 Para ello es favorable que los anillos de refuerzo estén realizados como perfil en L o como perfil en T.

Además, es preferible que en el extremo inferior de la superficie envolvente del tronco cónico esté(n) dispuesto(s) o soldado(s) entre los cornijales uno o varios anillo(s) de refuerzo, en particular con un perfil en T o un perfil en L.

25 Según la invención también está previsto que el cuerpo de transición esté dispuesto por debajo de las puntas de la pala de rotor, representando de forma ventajosa la torre tubular de la parte superior al menos 1/6 de la altura total de la torre.

Además, el objetivo se consigue mediante una instalación de energía eólica, que está realizada con una torre según
30 la invención, anteriormente descrita. Para evitar repeticiones se remite expresamente a las realizaciones anteriores.

También se consigue el objetivo mediante el uso de un cuerpo de transición en una torre de una instalación de energía eólica, habiéndose descrito anteriormente los detalles del cuerpo de transición o de la torre.

35 A continuación, se describe la invención con ayuda de los dibujos y sin limitarse la idea general de la invención, remitiéndose para todos los detalles según la invención no descritos en mayor detalle en el texto expresamente a los dibujos. Muestran:

40 las figuras 1a, 1b, respectivamente una vista lateral de un detalle de una torre de una instalación de energía eólica;

la figura 2, una vista en perspectiva de un cuerpo de transición según la invención con vistas en corte transversal de los puntos de unión;

la figura 3, otra vista lateral de otra forma de realización de un cuerpo de transición;

45 la figura 4, una vista en corte de un cuerpo de transición;

la figura 5, una vista esquemática de un cuerpo de transición con representaciones de las secciones transversales de los cornijales;

50 la figura 6, una vista detallada esquemática de un punto de unión entre un cornijal y la superficie envolvente del tronco cónico;

la figura 7a, una vista en planta desde arriba de una superficie envolvente del tronco cónico o de un cuerpo de transición,
55 habiéndose suprimido la torre tubular dispuesta encima;

la figura 7b, una vista en planta desde arriba de una forma de realización de un anillo de refuerzo, que está realizado en la zona del lado inferior de un cuerpo de transición y

las figuras 8a, 8b, respectivamente una vista frontal o posterior de un cuerpo de transición según la invención con representaciones de dispositivos en el espacio interior del cuerpo de transición, habiéndose suprimido la envolvente de la superficie envolvente del tronco cónico del cuerpo de transición.

- 5 En las siguientes figuras, los elementos iguales o del mismo tipo o partes correspondientes están provistos de los mismos números de referencia, de tal forma que se prescinde de una nueva presentación correspondiente.

Las figuras 1a y 1b muestran respectivamente una vista lateral de un detalle de una torre 10 de una instalación de energía eólica, estando formada la torre 10 sustancialmente por tres bloques de torre. Las vistas en las figuras 1a y 10 1b de la torre 10 están desplazadas 45° una respecto a la otra.

La torre 10 presenta una parte inferior 20 en forma de torre en celosía 20, en la que está dispuesto un cuerpo de transición 30 realizado de forma cónica. El cuerpo de transición 30 se estrecha hacia arriba y está dispuesto por debajo de una torre tubular 40.

15

El cuerpo de transición 30 forma de este modo la transición entre la torre en celosía 20 y la torre tubular 40. Para ello, la torre en celosía 20 dispone de traviesas 21, 22, que unen los cornijales 24 de la torre en celosía entre sí. Los cornijales 24 están colocados por ejemplo en un fundamento o en el suelo.

- 20 La inclinación de los cornijales 24 (medida a través de la diagonal) es preferiblemente de 4° a 20°, de forma aún más preferible de 6° a 10°, dependiendo la inclinación en particular de las condiciones del suelo. En caso de un suelo especialmente blando, puede ser ventajoso construir un segmento inferior de la torre en celosía, que presente una inclinación de cornijal claramente mayor que la parte superior de la torre en celosía.

- 25 La torre tubular 40 está realizada de forma cilíndrica y con una inclinación reducida, es decir con una inclinación < 5°, en particular < 3°, preferiblemente < 1,5°.

El cuerpo de transición 30 forma la transición entre la torre en celosía 20 y la torre tubular 40. Para ello, el cuerpo de transición 30 está realizado en forma de una superficie envolvente del tronco cónico 32, pudiendo estar formada la 30 superficie envolvente del tronco cónico 32 por varios segmentos de tronco cónicos, que se unen entre sí en el montaje.

La superficie envolvente del tronco cónico 32 forma una estructura de unión o una especie de dispositivo de unión entre la parte inferior 20 o la zona de unión superior de la parte inferior 20 y la parte superior 40 o la zona de unión 35 inferior de la parte superior 40. Para conseguir una unión fiable entre la torre en celosía 20 y los cornijales 24 y la superficie envolvente del tronco cónico 32, los cornijales 24 se asoman con sus prolongaciones a la zona de transición entre la torre en celosía 20 y la torre tubular 40 y están unidas mediante costuras de soldadura en los lados longitudinales de los cornijales 24 a la superficie envolvente del tronco cónico 32. Los cornijales 24 unidos a la superficie envolvente del tronco cónico 32 están realizados con una inclinación que corresponde sustancialmente a 40 la inclinación de la superficie envolvente del tronco cónico.

En realizaciones según la invención, están previstos tres a diez cornijales, que se unen por soldadura a la superficie envolvente del tronco cónico 32 mediante dos costuras longitudinales en la zona de transición, es decir, a los dos 45 lados de los cornijales. Aquí, los cornijales 24 se extienden sustancialmente sin cambios de la sección transversal y de la dirección, es decir, también en la zona de transición sin pandeo, hasta la zona de transición o la superficie envolvente del tronco cónico 32. En particular, los cornijales están realizados como perfiles huecos, preferiblemente como tubos.

En las figuras 1a, 1b, la torre 10 está realizada con una plataforma de trabajo 50, estando dispuesta la plataforma de 50 trabajo 50 en el extremo inferior de la superficie envolvente del tronco cónico 32. La plataforma de trabajo 50 está montada de forma circunferencial alrededor de la superficie envolvente del tronco cónico 32, al menos por secciones o a lo largo de toda la circunferencia de la superficie envolvente del tronco cónico 32.

Además, en una forma de realización puede estar previsto que en la superficie envolvente del tronco cónico 32 55 esté(n) prevista(s) una o varias abertura(s) de acceso o escotadura(s), por lo que es posible un acceso al espacio interior de la superficie envolvente del tronco cónico 32. Al mismo tiempo se puede reducir el peso de una superficie envolvente del tronco cónico 32 o de un segmento de una superficie envolvente del tronco cónico mediante escotaduras correspondientes, como están designadas por ejemplo en la Figura 1b con el signo de referencia 33, sin experimentar pérdidas de rigidez del componente.

La figura 2 muestra en una representación en perspectiva un detalle de una superficie envolvente del tronco cónico 32 con vistas en corte correspondientes de los cornijales 24 unidos por soldadura. Los cornijales 24 están unidos en los lados longitudinales a la superficie envolvente del tronco cónico 32, estando soldada la superficie envolvente del tronco cónico 32 entre los cornijales 24. Esto significa que la chapa envolvente de la superficie envolvente del tronco cónico 32 no pasa por la sección transversal de un cornijal 24. La transición de los cornijales 24 de la parte de torre en celosía 20 a la zona de transición entre la parte inferior 20 y la parte superior 40 se realiza sin pandeo, es decir, los ejes longitudinales de los cornijales 24 se extienden sin cambio de dirección, preferiblemente a lo largo de la mitad superior o a lo largo de toda la longitud de los cornijales 24.

10

En la figura 3 está representada otra vista de una torre 10, disponiendo la superficie envolvente del tronco cónico 32 de escotaduras 35, 36, 37 redondeadas. Además, en una configuración de la torre 10, en el extremo inferior de la superficie envolvente del tronco cónico 32 está prevista en el espacio interior al menos por secciones una plataforma interior 52, de modo que es transitable el espacio interior de la superficie envolvente del tronco cónico 32. Al mismo tiempo puede disponerse en el espacio interior realizado al menos un módulo de una instalación de energía eólica, p.ej. un transformador o un convertidor o similares.

15

En las instalaciones de energía eólica que se erigen onshore, es posible unir los cornijales y la chapa envolvente de la superficie envolvente del tronco cónico 32 con ayuda de uniones atornilladas entre sí. Para ello, en los cornijales 24 están realizadas bridas correspondientes o similares. Además, en el caso de instalaciones de energía eólica onshore es posible que un cornijal preferiblemente corto esté unido a la superficie envolvente del tronco cónico 32 y que esté prevista una brida roscada hacia el cornijal unido por soldadura en la zona del anillo de refuerzo inferior, de modo que la torre en celosía se une mediante una unión por brida a la superficie envolvente del tronco cónico 32.

20

Además, en otra configuración es posible que los tirantes diagonales, así como los cornijales 24 de la torre en celosía en la zona superior estén realizados con una pared reforzada en comparación con los tirantes o cornijales de la zona inferior, de modo que puede absorberse correspondientemente una sollicitación a torsión y flexión elevada de la torre con una geometría delgada de la torre.

25

La figura 4 muestra una vista en corte de una superficie envolvente del tronco cónico 32 según la invención, que en la zona superior está realizada con un perfil en L 38. El perfil en L 38 sirve aquí como unión por brida a la torre en celosía 40. En la zona inferior de la superficie envolvente del tronco cónico 32 está realizado un perfil en T 39, de modo que en las ramas del perfil en T pueden disponerse la plataforma de trabajo 50, así como la plataforma interior 52. En una configuración, el perfil en L 38, así como el perfil en T 39 pueden estar realizados también por secciones en la circunferencia de la superficie envolvente del tronco cónico 32, de modo que también tienen la función de anillos de refuerzo correspondientes y refuerzan la superficie envolvente del tronco cónico en la zona superior e inferior. Estos anillos de refuerzo se extienden entre los cornijales y no pasan por la sección transversal del cornijal.

30

35

En una instalación de 5-6 MW, con un diámetro del rotor de aprox. 126 m, la superficie envolvente del tronco cónico 32 tiene típicamente un diámetro de unión para la torre tubular de 4 m a 7 m. La altura de la superficie envolvente del tronco cónico 32 o del cuerpo de transición 30 está situada típicamente entre 4 m y 6 m.

40

En una instalación de energía eólica con una potencia de 5 a 6 MW, los cornijales pueden presentar por ejemplo un diámetro de 400 a 1.200 mm. El diámetro es preferiblemente inferior a 955 mm, en particular 864 mm, puesto que pueden usarse planchas de chapa estándar correspondientes para la fabricación de los cornijales. El grosor de pared correspondiente de los cornijales está situado entre 15 y 50 mm y preferiblemente el espesor de pared de los cornijales es de 35 mm.

45

El diámetro exterior de la brida de cabeza está situado preferiblemente entre 4,2 y 7,0 m. Para transportes por carretera, es preferible un diámetro exterior de la brida de cabeza de 4,3 m. El diámetro exterior en instalaciones de energía eólica offshore es con preferencia típicamente del orden de 5,5 m.

50

La altura del cono de transición o de la superficie envolvente del tronco cónico 32 está situada entre 4,0 y 6,0 m. Para transportes por carretera es adecuada una altura de 4,3 m. Para instalaciones de energía eólica offshore, el cono de transición presenta típicamente una altura de 5,5 m. El grosor de pared de la superficie envolvente del tronco cónico está situado entre 20 y 60 mm, preferiblemente en 30 mm.

55

La figura 5 muestra otra forma de realización de una torre 10 de una instalación de fuerza eólica o una instalación de energía eólica en una vista en corte, estando representadas también vistas en corte transversal de los cornijales 24.

El cuerpo de transición 30 o la superficie envolvente del tronco cónico 32 está unido/unida a la torre tubular 40 mediante una unión por brida 54 representada de forma esquemática. La unión por brida 54 está realizada de forma circunferencial y circular, tanto el lado superior del cuerpo de transición 30 como en el lado inferior de la torre tubular 40, realizándose la unión por brida 54 con ayuda de bulones o bulones roscados. Típicamente, la unión por brida 5 circular en instalaciones de energía eólica de la clase de 3 a 6 megavatios presenta un diámetro de 2,5 a 6,5 metros, preferiblemente de hasta 5,5 metros.

En el lado inferior de la superficie envolvente del tronco cónico 32, en la transición de la torre en celosía 20 al cuerpo de transición 30, en el extremo inferior de la superficie envolvente del tronco cónico 32 está previsto un anillo de refuerzo 56 circunferencial, que presenta aberturas correspondientes, de modo que los cornijales 24 pasan en la zona de las aberturas por el anillo de refuerzo 56 uniéndose por soldadura los cornijales 24 tubulares en los lados longitudinales laterales a la superficie envolvente del tronco cónico 32 en la zona de las juntas o puntos de costura al cuerpo de transición 30 o a la superficie envolvente del tronco cónico 32.

En la zona del cuerpo de transición 30, los cornijales están realizados con una sección transversal continua de forma cerrada, preferiblemente circular, de modo que la superficie envolvente del tronco cónico 32 presenta en la zona de los cornijales 24 entalladuras o escotaduras correspondientes complementarias en su forma y/o función y abiertas hacia abajo, en las que pueden ajustarse y disponerse los cornijales 24 tubulares. Los cornijales 24 se unen mediante soldadura de forma duradera al cuerpo de transición 32. Sólo en la zona superior de los cornijales 24, un trazo (final) superior corto, que se estrecha hacia arriba de la superficie envolvente del tronco cónico 32 se asoma el perfil tubular del cornijal 24 y lo divide así en dos hemisferios.

Para impedir la entrada de agua o humedad en los medios perfiles y/o perfiles tubulares de los cornijales 24 en la zona superior en sus extremos convergentes, en una configuración está previsto que las aberturas de los perfiles tubulares usados para los cornijales 24 se cierran con una cubierta correspondiente o similares. Las cubiertas para los perfiles de los cornijales 24 no están representadas en la figura 5.

Además, en la figura 5 un detalle está designado con el signo de referencia 60, que en la figura 6 vuelve a estar representado en una representación a escala ampliada. El detalle 60 se refiere a la transición inferior o la unión entre el cornijal 24 y la superficie envolvente del tronco cónico 32 y el anillo de refuerzo 56 en la zona inferior de la superficie envolvente del tronco cónico 32.

Como puede verse en la figura 6, en la transición entre el cornijal 24 o el perfil tubular cerrado del cornijal 24 está realizada una unión por costura o unión por soldadura 62 que se extiende en la dirección longitudinal, es decir vertical entre el cornijal 24 y la superficie envolvente del tronco cónico 32. Además, la superficie envolvente del tronco cónico 32 está unida mediante una unión por soldadura 64 al anillo de refuerzo 56 circunferencial, que está realizado por ejemplo en forma de T o de L y que está dispuesto en el lado inferior de la superficie envolvente del tronco cónico 32.

En la zona de transición inferior entre la unión por soldadura 62 que se extiende en la dirección vertical y la unión por soldadura 64 que se extiende en la dirección horizontal y que está interrumpida en la zona de la envoltura del cornijal 24, la superficie envolvente del tronco cónico 32 presenta en la zona del punto de unión por costura una escotadura 65 en forma de gota o talón, para impedir las cargas mecánicas en esta zona de transición en la transición de la torre en celosía 20 al cuerpo de transición 30 en caso de cargas mecánicas de la torre 10 de la instalación de energía eólica. Gracias a la realización de las escotaduras 65 en la superficie envolvente del tronco cónico 32 a los dos lados de un cornijal 24, se reduce claramente, por ejemplo, el peligro de fisuras u otros puntos de rotura en la región de estas zonas de transición expuestas a una fuerte carga mecánica.

Además, en la figura 6 puede verse que la torre en celosía 20 está realizada por debajo del anillo de refuerzo 56 y delimita por lo tanto el cuerpo de transición 30 o la superficie envolvente del tronco cónico 32 hacia abajo.

En la figura 7a está representada una vista en planta desde arriba del cuerpo de transición 30 o de la superficie envolvente del tronco cónico 32, habiéndose suprimido la torre tubular dispuesta en el cuerpo de transición 30. Aquí, en la figura 7a puede verse que la superficie envolvente del tronco cónico 32 está realizada en su lado superior hacia la torre tubular con una brida en forma de anillo 34 con taladros correspondientes realizados de modo uniforme o similares.

Según el ejemplo de realización representado en la figura 7a, la torre en celosía presenta cuatro cornijales 24, que pasan en forma de estrella por aberturas del anillo de refuerzo 56 (véase la figura 7b) y que están unidos con una

inclinación predeterminada, que corresponde a la inclinación de la superficie envolvente del tronco cónico 32, en la zona superior de la superficie envolvente del tronco cónico 32 en los lados longitudinales de los cornijales 24 tubulares al cuerpo de transición 30. Una unión preferible entre los cornijales 24 y la superficie envolvente del tronco cónico 32 se consigue mediante uniones por soldadura.

5

En la figura 7b está representada la vista en planta desde arriba de un anillo de refuerzo 56 (véase la figura 7a), habiéndose suprimido el cuerpo de transición 30 o la superficie envolvente del tronco cónico 32 y los cornijales. El anillo de refuerzo 56 previsto o dispuesto en el lado inferior de la superficie envolvente del tronco cónico 32 está realizado de forma circunferencial como anillo o de forma circular, estando dispuestos en el interior del anillo, en los puntos en los que los cornijales (véase la figura 7a, signo de referencia 24) pasan por el anillo de refuerzo 56, anillos 10 58 correspondientes, de diámetro más pequeño. En la figura 7b, la línea de corte de la superficie intermedia de la superficie envolvente del tronco cónico 32 con la superficie intermedia del anillo de refuerzo 56 está representada como línea de trazo interrumpido 57.

15 Los anillos 58 presentan aberturas 59, por las que pasan los cornijales 24. Aquí, los anillos 58 envuelven los cornijales 24 (véase la figura 7a).

Las aberturas 59 de los anillos 58 no tienen formas complementarias a los cornijales 24 realizados con una sección transversal sustancialmente circular, de modo que en el lado interior de los anillos 58 los cornijales 24 de la torre en celosía solo se unen en parte o por secciones a los cornijales. Aquí, las aberturas 59 presentan lateralmente 20 abombamientos 55 en forma de riñón hacia los cornijales, de modo que en la dirección circunferencial del anillo de refuerzo 56 los cornijales 24 no se unen a los anillos de refuerzo 24 en la zona de los abombamientos 55.

Los cornijales 24 se unen entre sí en la dirección radial en el lado exterior y en el lado interior de los cornijales 24 en los puntos de costura 66 o puntos de soldadura, mientras que en la dirección circunferencial del anillo de refuerzo 25 56, los cornijales no están unidos a los abombamientos 55 previstos en la dirección radial circunferencial. Gracias a ello, las cargas mecánicas en el cuerpo de transición 30 se transmiten en los puntos de costura entre la superficie envolvente del tronco cónico 32 y los cornijales 24 de forma más suave, por lo que se reduce significativamente o se impide una fatiga de material en la zona de estos puntos críticos.

30

El anillo de refuerzo 56 inferior envuelve con sus anillos 58 previstos para los cornijales 24 de la torre en celosía los cornijales 24 de la torre en celosía, no estando unido el anillo de refuerzo 56 de forma circunferencial a las aberturas de los anillos 50 al envolver los cornijales en la zona del anillo de refuerzo previsto en el lado inferior (signo de referencia 56). En particular, los cornijales 24 se unen al anillo de refuerzo 56 en los cuadrantes radiales de la 35 envoltura, mientras que el anillo de refuerzo 56 no está unido a los cornijales 24 en los cuadrantes tangenciales de la envoltura.

Las figuras 8a y 8b muestran una vista frontal o una vista posterior de un espacio interior representado de forma esquemática del cuerpo de transición 30, habiéndose suprimido la superficie envolvente del tronco cónico 32 que 40 envuelve. El espacio interior 70 del cuerpo de transición 30 dispone de una plataforma inferior 72 y de una plataforma superior 74. La plataforma inferior 72 está realizada como plataforma abierta, es decir, la plataforma no puede cerrarse o está cerrada por completo quedando protegida de influencias de la intemperie. Aquí, la plataforma inferior 72 dispone de una o varias aberturas, de modo que el personal de mantenimiento puede llegar por ejemplo a través de escaleras correspondientes desde la torre en celosía 20 al espacio interior 70 del cuerpo de transición 30.

45

Además, según el ejemplo de realización mostrado en las figuras 8a y 8b, puede llegarse a la plataforma inferior 72 mediante una cabina 76 desplazable. Gracias a ello, la instalación de energía eólica dispone de una instalación para transitar inferior, para llegar al espacio interior 70 del cuerpo de transición 30.

50 En la posición de reposo, la cabina 76 se encuentra en el interior del cuerpo de transición 30, de modo que la cabina 76 no se desplaza hacia abajo hasta que personas correspondientemente autorizadas para el acceso visiten la instalación de energía eólica o realicen medidas de mantenimiento.

Para realizar una medida de mantenimiento, la cabina 76 se desplaza por ejemplo hacia abajo, a la base de la torre en celosía 20, de modo que las personas entran abajo y llegan finalmente con la cabina 76 hacia arriba al espacio 55 interior 70 del cuerpo de transición 30. Allí, las personas salen de la cabina 76 y llegan tras la salida a la plataforma superior 74 mediante una escalera 78 prevista entre la plataforma inferior 72 y la plataforma superior 74.

Mediante la plataforma superior 74 queda realizado un espacio para instalaciones eléctricas, en particular cerrado,

en el interior del cuerpo de transición 30, en el que está dispuesta por ejemplo una instalación de distribución de tensión media 80. En conjunto, gracias a la plataforma superior 74 cerrada queda realizado un nivel de trabajo en el interior del cuerpo de transición 30, siendo posible prever determinados dispositivos de una instalación de energía eólica en la plataforma superior 74.

5

Además, la instalación de energía eólica dispone de una segunda instalación para transitar superior, para lo cual está dispuesta una segunda cabina 82 en la plataforma superior 74. Gracias a ello, el personal de mantenimiento puede entrar en la cabina 82 tras alcanzar la plataforma superior 74, por lo que el personal de mantenimiento es transportado a la góndola en la torre tubular 40, para realizar allí medidas de mantenimiento en la góndola o en las palas de rotor o en el rotor.

10

Gracias a la separación de las dos instalaciones para transitar en dos plataformas de acceso 72, 74 diferentes, es posible una realización especialmente compacta del cuerpo de transición 30.

15

Además, en el marco de la invención es posible que el espacio interior 70 del cuerpo de transición 30 disponga solo de una plataforma, mediante la cual se llega a un espacio interior en la torre tubular 40. Aquí es posible que unas instalaciones, dispuestas por ejemplo en la segunda plataforma 74 superior, como está presentado en las figuras 8a y 8b, estén dispuestas a un nivel superior en la torre tubular 40.

20 Lista de signos de referencia

10	Torre
20	Torre en celosía
21	Traviesa
25 22	Traviesa
24	Cornijal
30	Cuerpo de transición
32	Superficie envolvente del tronco cónico
33	Escotadura
30 34	Brida en forma de anillo
35	Escotadura
36	Escotadura
37	Escotadura
38	Perfil en L
35 39	Perfil en T
40	Torre tubular
50	Plataforma de trabajo
52	Plataforma interior
54	Unión por brida
40 56	Anillo de refuerzo
57	Línea
58	Anillo
59	Abertura
60	Detalle
45 62	Unión por soldadura
64	Unión por soldadura
65	Escotadura
66	Punto de costura
70	Espacio interior
50 72	Plataforma inferior
74	Plataforma superior
76	Cabina
78	Escalera
80	Instalación de distribución de tensión media
55 82	Cabina

REIVINDICACIONES

1. Torre (10) de una instalación de energía eólica con una parte inferior (20) en forma de una torre en celosía (20) con al menos tres cornijales (24) y una parte superior (40) en forma de una torre tubular (40), con una
5 sección transversal sustancialmente circular, estando unida en la zona de transición la zona de unión superior, en particular el lado superior, de la parte inferior (20) mediante un cuerpo de transición (30) a la zona de unión superior, en particular el lado inferior, de la parte superior (40), **caracterizada porque** el cuerpo de transición (30) está realizado a modo de una superficie envolvente del tronco cónico (32), asomándose los cornijales (24) a la zona de transición y estando unidas en la zona de transición entre la zona de unión superior de la parte inferior (20) y la zona
10 de unión inferior de la parte superior (40) al menos por secciones a la superficie envolvente del tronco cónico (32), estando realizados sustancialmente sin cambios en particular la o las sección(es) transversal(es) de los cornijales de la zona de transición por secciones y/o en la zona de la unión a la superficie envolvente del tronco cónico (32).
2. Torre (10) según el preámbulo de la reivindicación 1, **caracterizada porque** el cuerpo de transición
15 (30), en particular un cuerpo de transición (30) realizado a modo de una superficie envolvente del tronco cónico (32), está realizado en su lado exterior con una inclinación que corresponde a la inclinación de los cornijales (24) de la parte inferior (20), estando unidos en particular los cornijales (24) de la parte inferior (20) al lado inferior del cuerpo de transición (30, 32).
- 20 3. Torre (10) según la reivindicación 1, **caracterizada porque** el o los cornijal(es) (24) está(n) realizado(s) de forma continua, en particular sin pandeos en la zona de transición.
4. Torre (10) según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** el ángulo de inclinación de al menos un cornijal (24) o de varios cornijales (24) corresponde preferiblemente al ángulo de inclinación de la
25 superficie envolvente del tronco cónico (32), y/o porque al menos un cornijal (24) está unido por soldadura o se une por soldadura a la superficie envolvente del tronco cónico (32), en particular en sus lados longitudinales.
5. Torre (10) según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada porque** en el lado exterior de la superficie envolvente del tronco cónico (32) esté prevista una plataforma de trabajo (50), estando realizada en
30 particular la plataforma de trabajo (50) en la superficie envolvente del tronco cónico (32) preferiblemente de forma circunferencial en la zona inferior y/o en la transición a la parte inferior (20).
6. Torre (10) según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada porque** el espacio interior de la superficie envolvente del tronco cónico (32) está al menos parcialmente cerrado, en particular mediante al menos
35 una plataforma interior (52) y/o porque en el espacio interior (70) de la superficie envolvente del tronco cónico (32) está(n) dispuesta(s) una o varias plataforma(s) (72, 74).
7. Torre (10) según la reivindicación 6, **caracterizada porque** mediante una plataforma superior (74) en el espacio interior (70) de la superficie envolvente del tronco cónico (32) queda realizado un espacio superior, en
40 particular cerrado, preferiblemente un espacio de trabajo, estando prevista o alojada en particular en el espacio superior del espacio interior (70) de la superficie envolvente del tronco cónico (32) una instalación para transitar, en particular superior, de modo que es transitable la parte superior (40) de la instalación de energía eólica o puede llegarse a la misma mediante la instalación para transitar del cuerpo de transición (30) y/o estando prevista en particular en el espacio superior del espacio interior (70) de la superficie envolvente del tronco cónico (32) una
45 instalación (82) de la instalación de energía eólica, preferiblemente una instalación de distribución de tensión, en particular una instalación de distribución de tensión media (82).
8. Torre (10) según la reivindicación 6 o 7, **caracterizada porque** mediante una plataforma inferior (72) en el espacio interior (70) de la superficie envolvente del tronco cónico (32) queda realizado un espacio inferior, en
50 particular cerrado, preferiblemente un espacio de trabajo, estando alojada en particular en el espacio inferior del espacio interior (70) de la superficie envolvente del tronco cónico (32) una instalación para transitar, en particular inferior, de modo que es transitable el cuerpo de transición (30) de la instalación de energía eólica o puede llegarse al mismo mediante la instalación para transitar de la parte inferior (20), en particular la torre en celosía (20).
- 55 9. Torre (10) según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizada porque** en el espacio interior (70) de la superficie envolvente del tronco cónico (32) queda(n) alojada o alojadas una instalación para transitar inferior y una instalación para transitar superior, estando dispuesta en particular la instalación para transitar inferior en la posición de reposo en el espacio interior de la superficie envolvente del tronco cónico (32) o en el cuerpo de transición (30).

10. Torre (10) según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizada porque** la superficie envolvente del tronco cónico (32) está realizada en la zona inferior y/o en la zona superior con un perfil en T (39) o un perfil en L (38) y/o porque los cornijales (24) están unidos a lo largo de una longitud de más de dos diámetros del cornijal (24) a la superficie envolvente del tronco cónico (32) y/o porque la superficie envolvente del tronco cónico (32) presenta al menos una escotadura (33, 35, 36, 37), en particular entre dos cornijales (24) y/o una abertura de acceso (33) y/o porque uno o varios cornijal(es) (24) está(n) realizado(s) en la zona de transición de forma que se extiende(n) continuamente en la dirección longitudinal y/o en la dirección circunferencial y/o están unidos por soldadura o se unen por soldadura a la superficie envolvente del tronco cónico (32) y/o porque los cornijales (24) están realizados como perfiles huecos, en particular tubos, preferiblemente de acero, o están hechos o se hacen de perfiles tubulares estándar.
11. Torre (10) según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizada porque** la superficie envolvente del tronco cónico (32) presenta al menos un anillo de refuerzo o varios anillos de refuerzo, preferiblemente en el extremo inferior y/o superior, envolviendo en particular un anillo de refuerzo (56) previsto en la zona inferior de la superficie envolvente del tronco cónico (32) al menos parcialmente o por completo uno o varios cornijal(es) (24) y/o estando unido en particular el anillo de refuerzo (56) parcialmente a uno o varios cornijal(es) (24), de modo que en particular la unión del anillo de refuerzo (56) a un cornijal (24) está realizada de forma discontinua.
12. Torre (10) según la reivindicación 11, **caracterizada porque** entre el anillo de refuerzo (56) y el cornijal (24) que pasa por una abertura (59) del anillo de refuerzo (56) está(n) prevista(s) una o varias escotadura(s) (55), en particular en forma de riñón, y/o porque el anillo de refuerzo (56) no está unido a uno o varios de los cornijal(es) en la dirección circunferencial de la superficie envolvente del tronco cónico y/o porque el anillo de refuerzo (56) está unido a uno o varios cornijal(es) (24) en la dirección transversal, en particular en la dirección perpendicular respecto a la dirección circunferencial de la superficie envolvente del tronco cónico (32), y/o porque la superficie envolvente del tronco cónico (32) presente en la zona del anillo de refuerzo (56) una o varias escotadura(s) (65), preferiblemente en forma de gotas o talones, y/o porque los anillos de refuerzo están realizados como perfil en L o como perfil en T.
13. Torre (10) según una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizada porque** en el extremo inferior de la superficie envolvente del tronco cónico (32) está(n) dispuesto(s) o soldado(s) entre los cornijales (24) uno o varios anillo(s) de refuerzo, en particular con un perfil en T o un perfil en L, y/o porque el cuerpo de transición está dispuesto por debajo de las puntas de la pala de rotor y/o porque la torre tubular de la parte superior representa al menos 1/6 de la altura total de la torre.
14. Instalación de energía eólica con una torre (10) según una de las reivindicaciones 1 a 13.
15. Uso de un cuerpo de transición (30) en una torre (10) de una instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones 1 a 13.

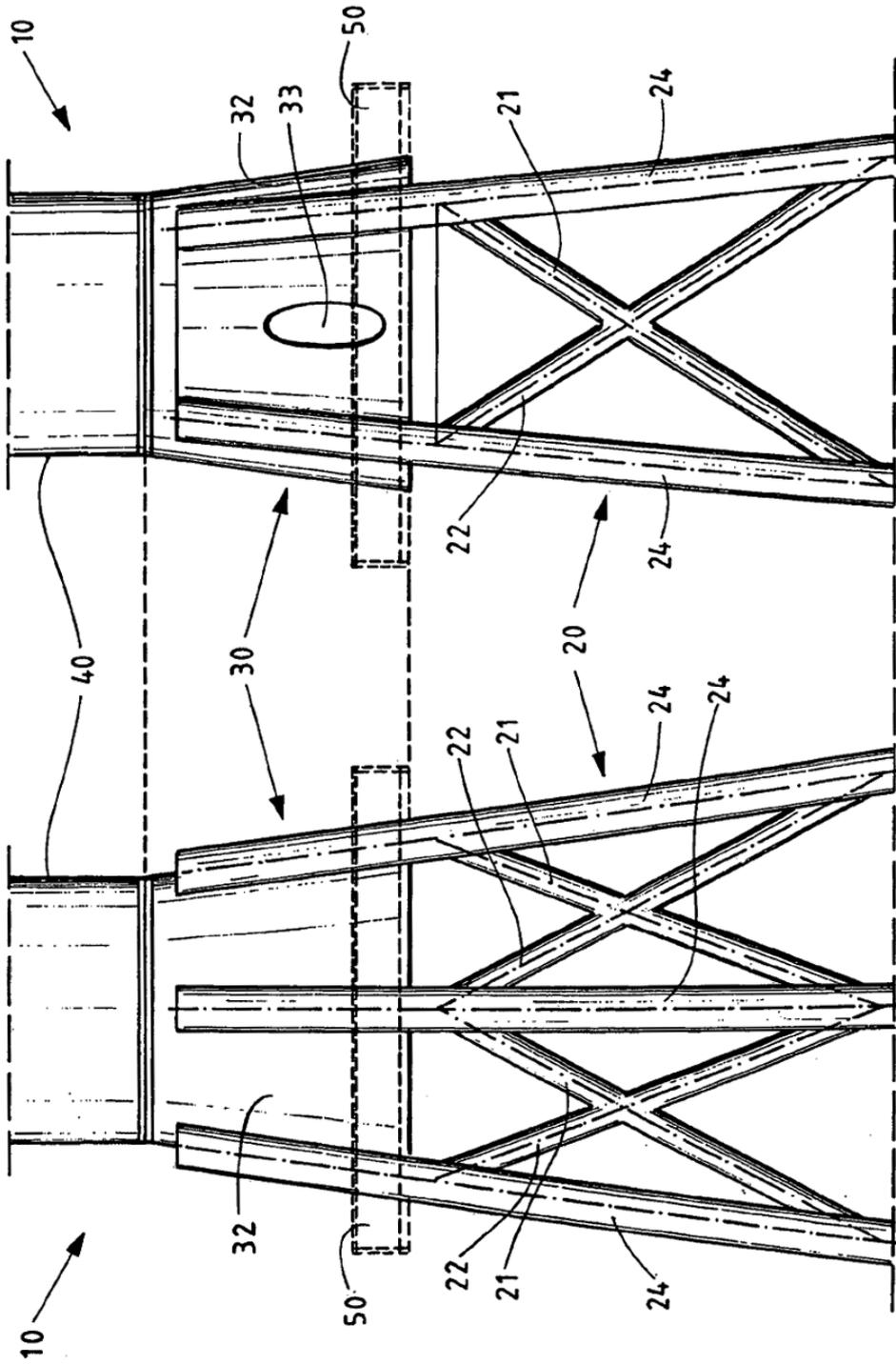


FIG. 1b

FIG. 1a

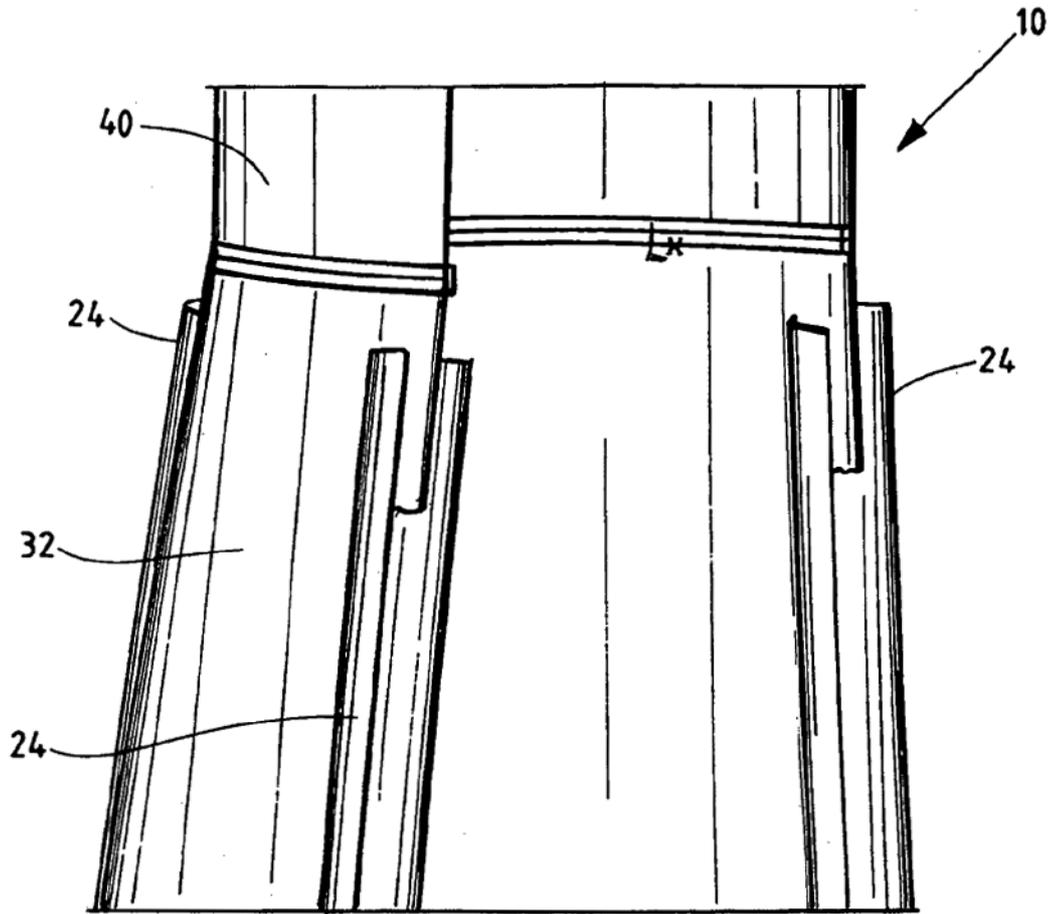


FIG. 2

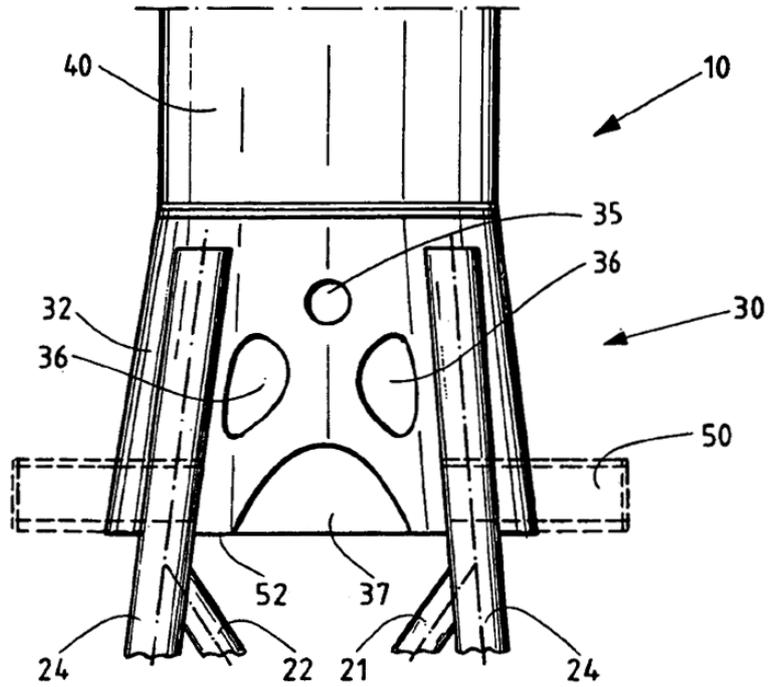


FIG. 3

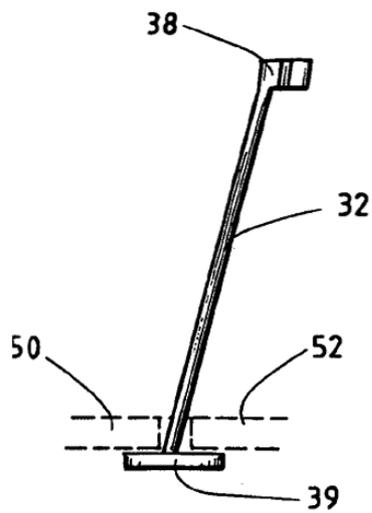
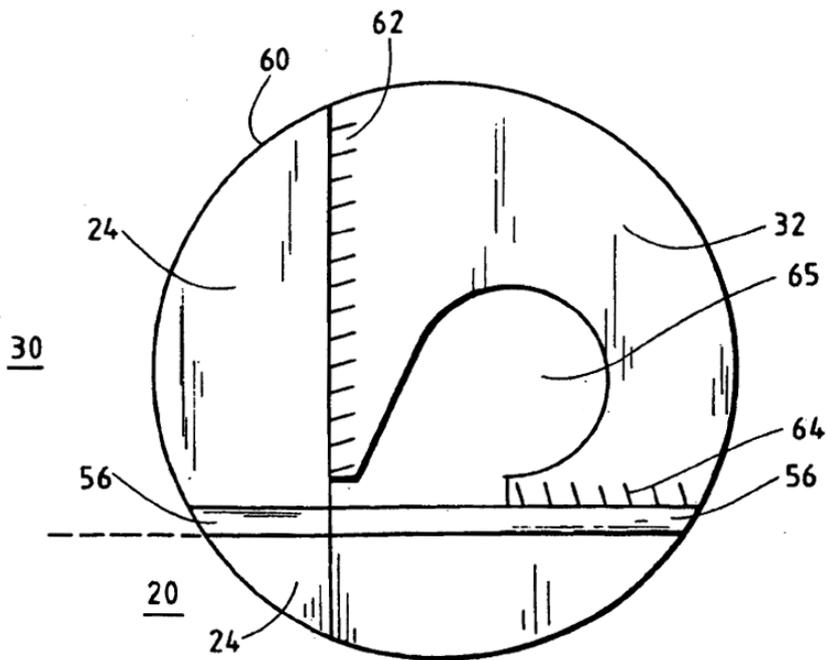
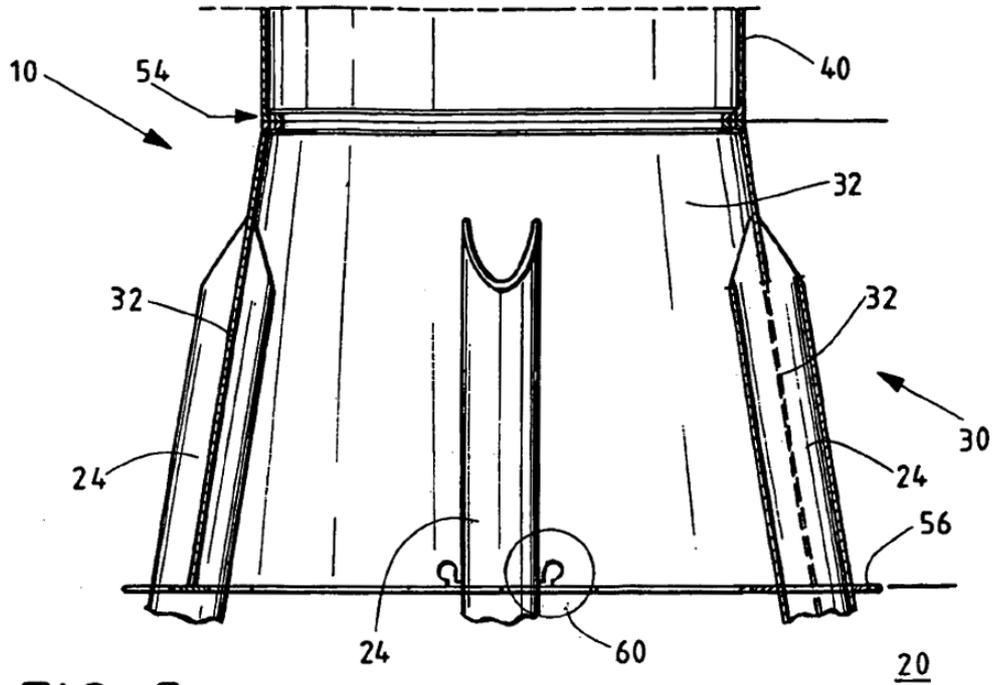


FIG. 4



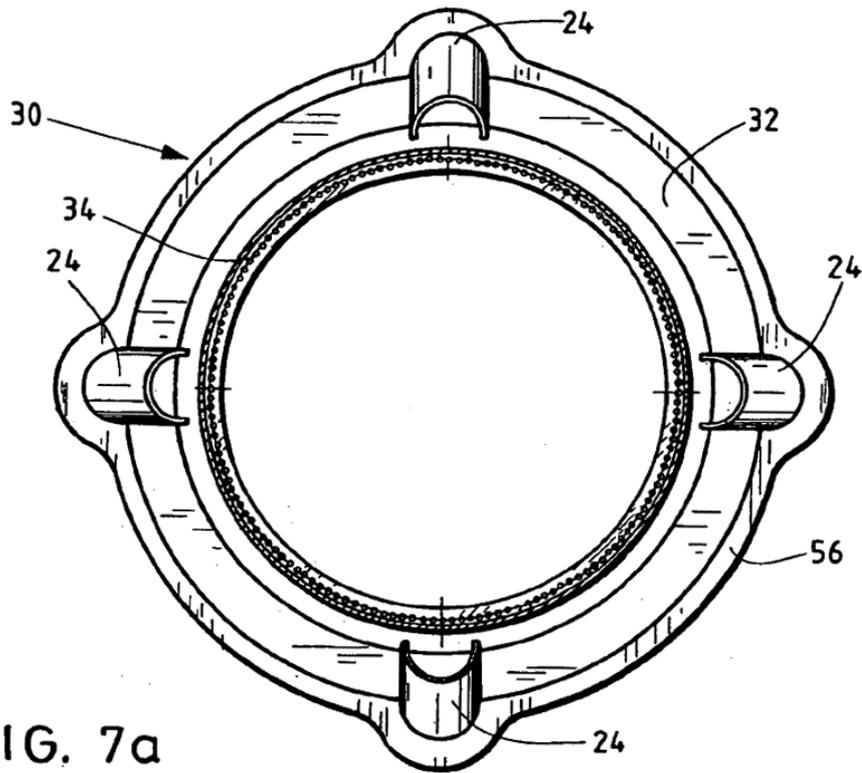


FIG. 7a

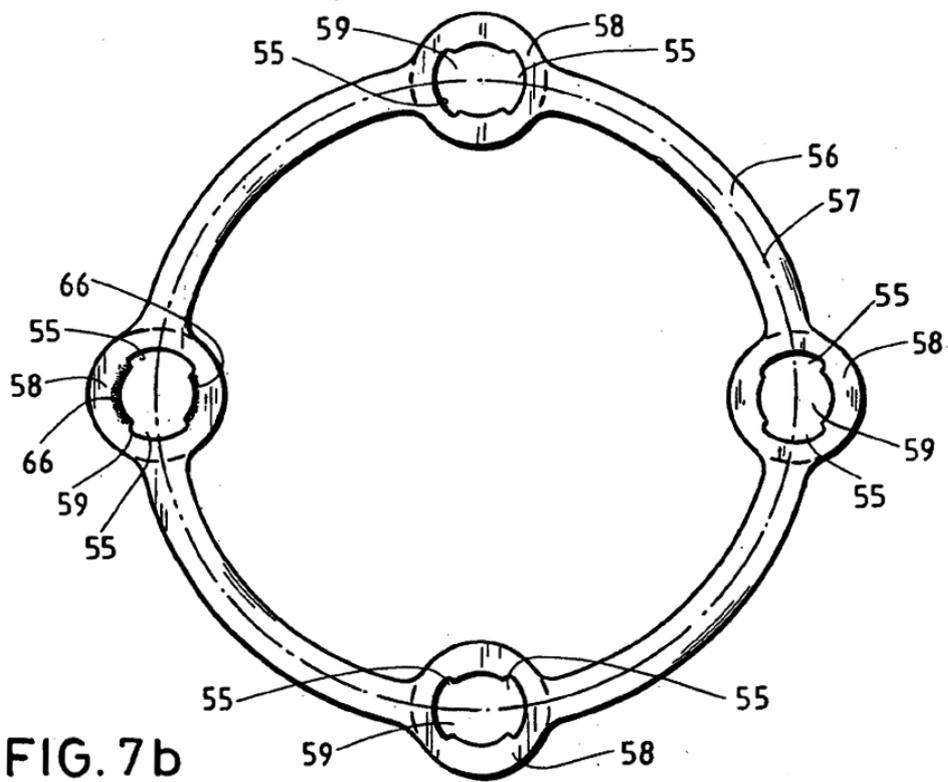


FIG. 7b

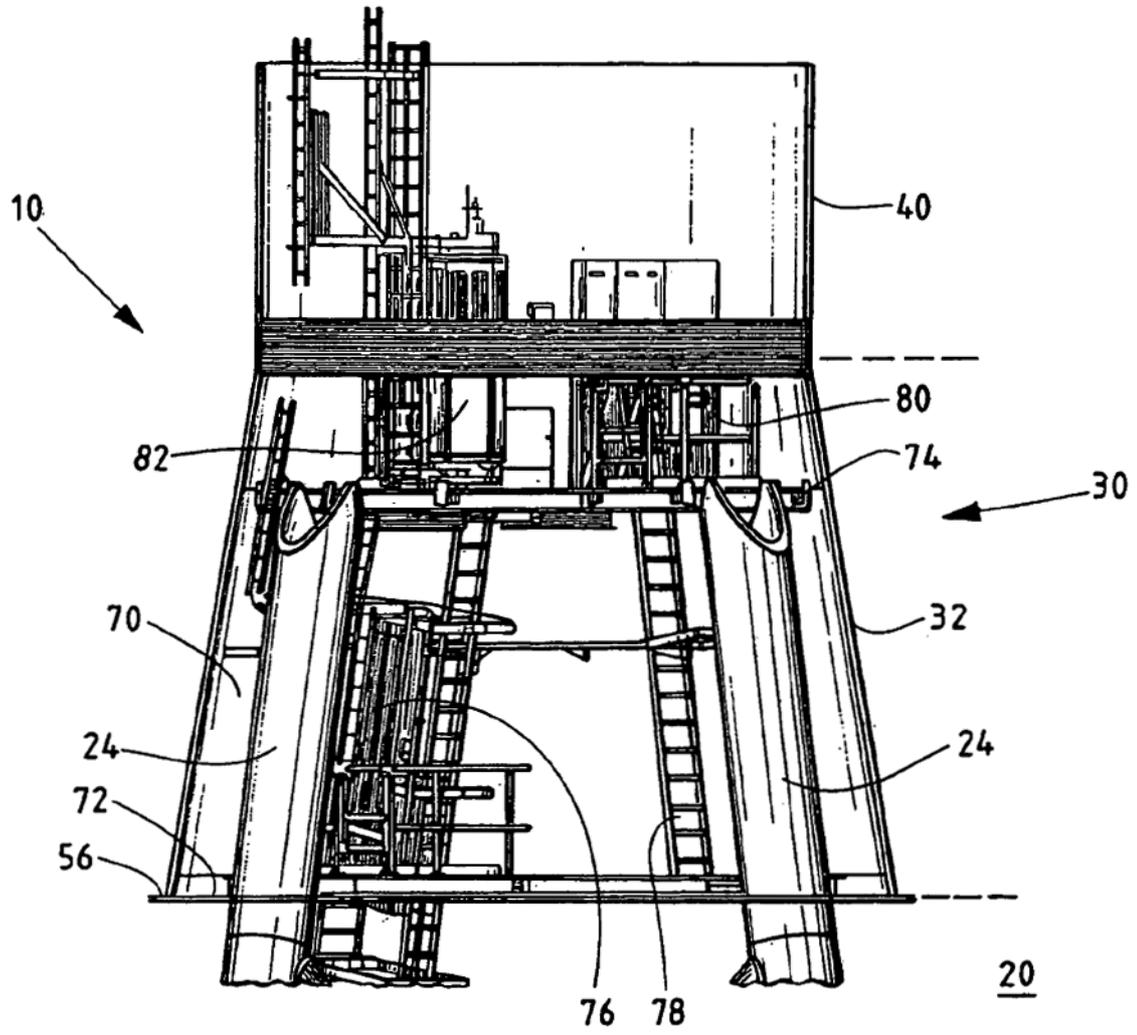


FIG. 8a

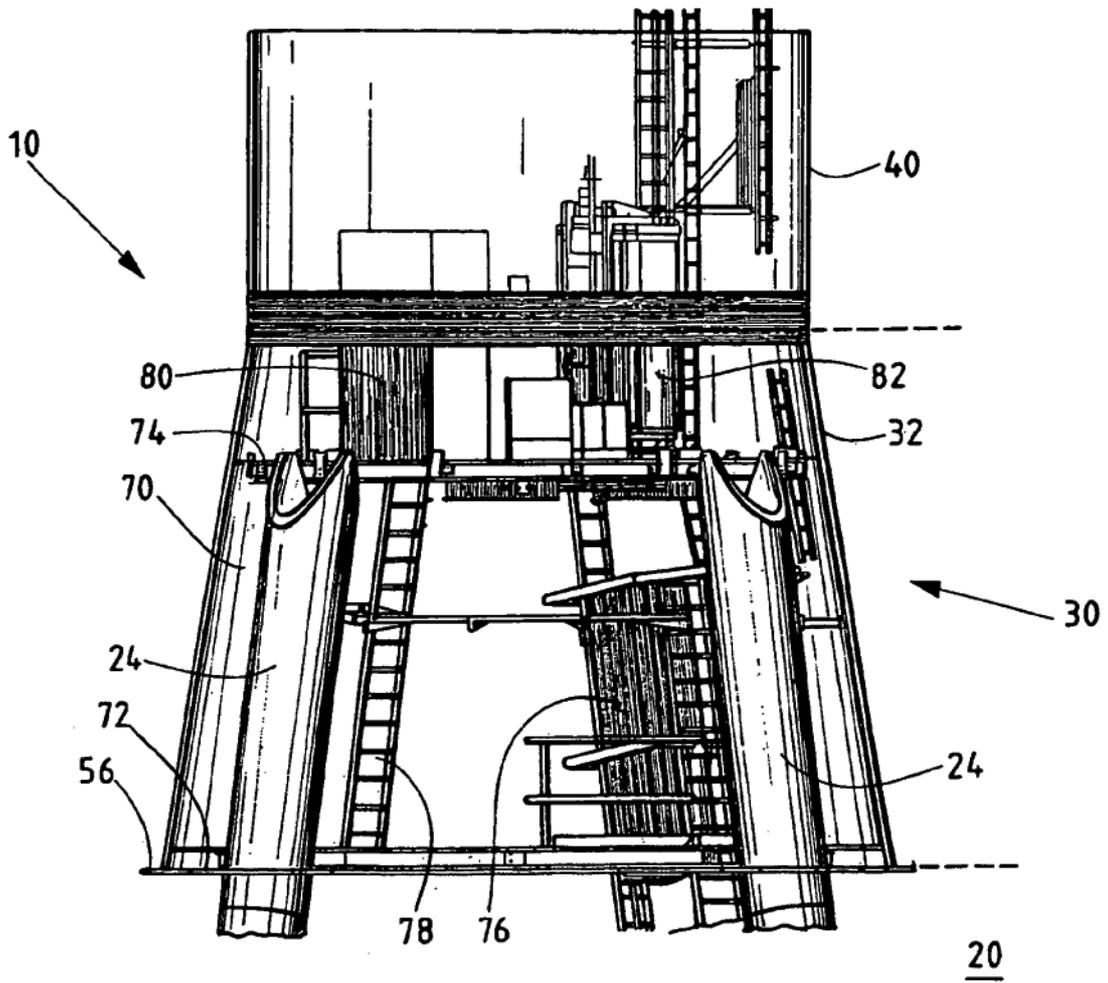


FIG. 8b