

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 800 899**

51 Int. Cl.:

F03D 13/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.01.2015 PCT/EP2015/051472**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.08.2015 WO15113932**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.01.2015 E 15703489 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.04.2020 EP 3099930**

54 Título: **Instalación de energía eólica**

30 Prioridad:

28.01.2014 DE 102014201507

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

05.01.2021

73 Titular/es:

**WOBBEN PROPERTIES GMBH (100.0%)
Borsigstrasse 26
26607 Aurich, DE**

72 Inventor/es:

**ALTMIKUS, ANDREE y
HOFFMANN, ALEXANDER**

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 800 899 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

Instalación de energía eólica

5 La invención se refiere a una instalación de energía eólica según la reivindicación independiente 1.

Las instalaciones de energía eólica o los aerogeneradores comprenden una torre y una góndola, la cual está colocada en el extremo superior de la torre. Además, en la góndola está formado un rotor que se gira durante el funcionamiento de la instalación de energía eólica y acciona un generador en el interior de la góndola. Debido a su construcción, en 10 forma de una palanca larga (torre) con una masa pesada (góndola más generador) en el extremo de la palanca, las instalaciones de energía eólica son propensas a las oscilaciones. El desencadenante o la excitación para una oscilación de la torre pueden ser, por ejemplo, fuerzas externas, por ejemplo, viento que actúa en la góndola y torre. Pero, junto a ello las fuerzas internas, por ejemplo, una oscilación o vibración del generador en el interior de la góndola puede hacer oscilar la torre. Cuando la frecuencia de excitación adopta a este respecto una frecuencia de resonancia 15 de la torre, se puede producir un "balanceo" de las oscilaciones hasta producir la así denominada catástrofe por resonancia. En cualquier caso, las oscilaciones conducen a una sollicitación elevada del material, de modo que ya tras poco tiempo pueden aparecer fenómenos de fatiga, en particular (micro)grietas, en el material de la torre.

Por tanto, sería deseable proporcionar un dispositivo y/o una instalación de energía eólica, en el que se contengan y/o 20 amortigüen las oscilaciones de la torre de la instalación de energía eólica. En particular sería deseable proporcionar un dispositivo y/o instalación de energía eólica, con el que se pueden amortiguar las oscilaciones que se desencadenan por el generador.

Por el estado de la técnica se conocen para ello distintas soluciones. así, por ejemplo, por la patente DE 10 2005 018 25 749 B4 se conoce un dispositivo para el alojamiento de un generador en una instalación de energía eólica con varios elementos amortiguadores. En este caso, los pies del generador están conectados con una placa, que presenta varios elementos amortiguadores, de modo que las oscilaciones generadas por el generador no se deben transmitir hacia la góndola y/o la torre de la instalación de energía eólica.

30 La solicitud de patente DE 10 2010 009 863 A1 propone junto a ello un dispositivo para la reducción de las cargas en el tren de accionamiento de una instalación de energía eólica. En este caso, por medio de un sensor se detectan las oscilaciones en el tren de accionamiento del generador y entonces se compensan por medio de un control activo, en particular por medio de medios de amortiguación excitables de forma activa.

35 Por el documento DE 10 2007 019 907 B4 se conoce un dispositivo para la amortiguación de un tren de accionamiento en la instalación de energía eólica.

El documento EP 1 533 521 A1 da a conocer una instalación de energía eólica con una capa de refuerzo, que está aplicada en el lado interior y/o lado exterior y se componen de al menos una capa de un plástico reforzado con fibras. 40

La Oficina Alemana de Patentes y Marcas ha investigado los siguientes documentos para la solicitud de prioridad: US 2011/0138704 A1 y WO 2013/010664 A1.

Las soluciones conocidas por el estado de la técnica son costosas constructivamente y están ligadas a elevados costes 45 y esfuerzo de mantenimiento.

En este punto comienza la invención, cuyo objeto es proporcionar un dispositivo y/o instalación de energía eólica mejorados, con los que se debe proporcionar una amortiguación mejorada, en particular una amortiguación de bajo coste y mantenimiento, de las oscilaciones de una torre de una instalación de energía eólica. En particular, el objeto 50 de la invención es proporcionar un dispositivo y/o instalación de energía eólica con los que se amortigüen las oscilaciones de la instalación de energía eólica generadas por el generador. Pero al menos se debe proponer una solución alternativa respecto a las soluciones conocidas por el estado de la técnica.

Este objeto se consigue según la invención mediante la instalación de energía eólica con una envolvente de fibras 55 según la reivindicación independiente 1.

La invención comprende la idea de una instalación de energía eólica con una torre y una góndola, donde en la góndola está dispuesto un rotor con al menos una pala de rotor y el rotor realiza un movimiento de giro durante el funcionamiento de la instalación de energía eólica y el movimiento de giro acciona un generador dentro de la góndola 60 a través de un árbol, donde en la torre de la instalación de energía eólica está dispuesta una envolvente de fibras, que

envuelve un eje de torre vertical de la torre de la instalación de energía eólica y está configurada para amortiguar una oscilación de la torre. El concepto de la invención se describe a continuación a modo de ejemplo, sin restringir la invención. La invención ha reconocido que las oscilaciones de una torre de una instalación de energía eólica se pueden contener y amortiguar con una envolvente de fibras que está envuelta alrededor de la torre de la instalación de energía eólica. En este caso, la energía por oscilación de la torre de la instalación de energía eólica se absorbe por la envolvente de fibras y se convierte, por ejemplo, en energía térmica. Estas y otras formas de realización preferidas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes y precisan la instalación de energía eólica según la invención. En particular, perfeccionamientos preferidos son objeto de las reivindicaciones dependientes e indican en detalle posibilidades ventajosas, tal y como se puede implementar o configurar la instalación de energía eólica explicada arriba en el marco del planteamiento del objeto, así como con vistas a otras ventajas.

La invención prevé que el generador sea un generador síncrono.

La invención tiene en cuenta la idea de que las instalaciones de energía eólica están formadas con un generador síncrono o uno asíncrono, donde la unión a red, en particular la alimentación de corriente, de la instalación de energía eólica se realiza entonces de forma directa o indirecta. La unión directa con la red (en generadores síncronos) significa que la corriente del generador se alimenta directamente en la red eléctrica, mientras que la unión indirecta con la red (en generadores asíncronos) significa que la corriente del generador todavía se debe adaptar primero a la corriente de red, en particular a la frecuencia de red. La presente invención se refiere a instalaciones de energía eólica, que comprenden un generador síncrono.

Los generados síncronos están formados con un rotor de generador y un estator de generador, donde el rotor de generador presenta un campo magnético, que se genera por imanes permanentes o mediante electroimanes. El estator de generador comprende una pluralidad de bobinas, en particular devanados de estator, que están configurados de manera que durante un giro del rotor de generador en el estator de generador se genera una tensión alterna o corriente de generador, cuya valor y frecuencia depende de la velocidad de giro del rotor de generador.

Debido a los imanes permanentes en el rotor de generador y los imanes inducidos opuestos de los polos del estator de generador para el generador síncrono resulta un momento de retención, que también se denomina "cogging". El momento de retención también se puede implementar como un tipo de "fricción magnética" o "momento de fricción magnética". Debido al momento de retención, que aparece de forma periódica durante el giro o la fricción magnética que parece de forma periódica, el generador se puede hacer oscilar con una frecuencia de retención determinada. La oscilación del generador se puede propagar o transmitir a través de la suspensión del generador, en particular a través de los pies del generador, hacia la instalación de energía eólica, en particular hacia la torre de la instalación de energía eólica, de modo que la torre también se hace oscilar.

A este respecto, la frecuencia de retención del generador depende del número de polos magnéticos en el generador, la frecuencia o velocidad de giro del movimiento de giro y el diámetro del rotor. Típicamente, un rotor rota con un diámetro de aprox. 80 m de la instalación de energía eólica con una velocidad de 20 r.p.m., lo que se corresponde con una frecuencia de 1/3 Hz. Habitualmente, el generador de sincronización comprende aprox. 150 a 180 polos magnéticos y por consiguiente es capaz de generar una corriente alterna con una frecuencia de 50 Hz y por consiguiente con una frecuencia de red correcta. No obstante, de ello se deduce también una frecuencia de excitación (frecuencia de retención) para una oscilación mecánica del generador y de la torre de la instalación de energía eólica de aprox. 50 Hz.

Estas oscilaciones se deben amortiguar con la envolvente de fibras, que está dispuesta en la torre de la instalación de energía eólica.

La invención también prevé que la envolvente de fibras esté dispuesta en el extremo superior en la dirección del eje de torre vertical de la torre, en particular en un segmento de torre más elevado. En este caso, puede estar previsto en particular que la torre esté formada con varios segmentos de torre. Preferiblemente, la envolvente de fibras se dispone cerca del generador, es decir, preferiblemente en el extremo superior de la torre, en particular en el extremo más elevado del segmento de torre más elevado. Pero en otra forma de configuración también puede estar previsto que estén formadas varias envolventes de fibras, que estén dispuestas, por ejemplo, en el primer, segundo y/o cualquier otro segmento de torre. De nuevo en otra forma de configuración puede ocurrir que una envolvente de fibras adicional esté dispuesta en la góndola de la instalación de energía eólica.

En una configuración conveniente puede estar previsto que la envolvente de fibras presente un espesor determinado en la dirección radial al eje de torre, donde la dimensión del espesor está seleccionada, de modo que la oscilación de la torre se amortigüe al máximo, donde la oscilación se genera por una frecuencia de retención del generador.

Preferiblemente, una configuración prevé que el espesor de la envolvente de fibras se sitúe en un rango de 50 mm a 100 mm.

- 5 Un perfeccionamiento preferido prevé que la envolvente de fibras presente una anchura b en la dirección axial del eje de torre, donde la dimensión de la anchura b está seleccionada de modo que la oscilación de la torre se amortigüe al máximo, donde la oscilación de la torre se genera por la frecuencia de retención del generador.

En la invención está previsto que la envolvente de fibras esté dispuesta en una escotadura en una superficie de la torre, en particular del segmento de torre más elevado, donde la superficie de la envolvente de fibras termina al ras con la superficie de la torre en la dirección radial al eje de la torre. En este caso está previsto de manera especial que la envolvente de fibras esté integrada en la torre, en particular el segmento de torre más elevado, de manera que la envolvente de fibras no modifique la impresión óptica de la torre desde fuera.

15 La invención también prevé que la envolvente de fibras pueda estar dispuesta en una escotadura en un lado interior de la torre, en particular del segmento de torre más elevado, y la superficie de la envolvente de fibras termine al ras con el lado interior de la torre en la dirección radial al eje de torre.

Un perfeccionamiento puede prever que el segmento de torre esté formado como elemento de acero.

20 Preferiblemente, una configuración prevé que la envolvente de fibras esté formada en forma de un material compuesto de fibras con una matriz y una fibra de refuerzo.

25 Una forma de realización preferida se refiere a una instalación de energía eólica con una envolvente de fibras, en la que la matriz del material compuesto de fibras, su resina está seleccionada de uno de los materiales siguientes: durómeros, duroplásticos, resinas sintéticas, elastómeros y/o termoplásticos elastoméricos y/o la envolvente de fibras está formada con varias esteras de fibras. En una configuración preferida puede estar previsto que se usen materiales de núcleo tipo sándwich.

30 Otra forma de configuración ventajosa se refiere a una instalación de energía eólica con envolvente de fibras, en la que la envolvente de fibras está formada con fibras reforzadas de al menos uno de los siguientes materiales: fibras de vidrio, fibras de carbono, fibras de cerámica, fibras de aramida, fibras de boro, fibras de basalto, fibras de acero, fibras de nylon y/o fibras naturales, que están orientadas diagonalmente, en paralelo y/o perpendicularmente al eje de torre.

35 Ejemplos de realización de la invención se describen ahora a continuación mediante las figuras en comparación con el estado de la técnica, que está representado igualmente en parte. Estas no deberán representar necesariamente a escala los ejemplos de realización, mejor dicho las figuras, donde es útil para la explicación, están realizadas de forma esquematizada y/o ligeramente distorsionada. Con vistas a complementos de las enseñanzas reconocibles directamente de las figuras se remite al estado de la técnica especializado. En este caso se debe tener en cuenta que

40 se pueden efectuar numerosas modificaciones y cambios respecto a la forma y el detalle de una realización, sin desviarse de la idea general de la invención. Las características de la invención dadas a conocer en la descripción, en las figuras y en las reivindicaciones pueden ser esenciales tanto individualmente como en cualquier combinación para el perfeccionamiento de la invención. Además, todas las combinaciones de al menos dos de las características dadas a conocer en la descripción, las figuras y/o las reivindicaciones caen dentro del alcance de la invención. La idea general

45 de la invención no está limitada a la forma o el detalle exacto de la realización preferida mostrada y descrita a continuación, o está limitada a un objeto que estaría limitado en comparación con el objeto reivindicado en las reivindicaciones. Para los rangos de dimensionamiento dados, los valores que se encuentran dentro de los límites establecidos también deben darse a conocer como valores límite y ser arbitrariamente utilizables y reivindicables. Las partes idénticas o similares o las partes de función idéntica o similar se proporcionan con los mismos números de

50 referencia cuando sea apropiado por simplicidad.

Otras ventajas, características y particularidades de la invención se pueden deducir de la descripción siguiente de ejemplos de realización preferidos y mediante las figuras.

55 Muestran en detalle:

Fig. 1 una forma de realización posible de una instalación de energía eólica con una envolvente de fibras;

Fig. 2 otra forma de realización posible para una instalación de energía eólica con una envolvente de fibras;

60

Fig. 3 un ejemplo de realización posible para el interior de una góndola de la instalación de energía eólica; y

Fig. 4A y 4B dos fragmentos (parciales) de otra forma de configuración para la instalación de energía eólica con una envolvente de fibras.

5

La fig. 1 muestra una instalación de energía eólica 1 con una torre 2 y una góndola 4. La torre está formada a modo de ejemplo con tres segmentos de torre, un primer segmento de torre 2.1, un segundo segmento de torre 2.2 y un tercer segmento de torre 2.3, que están dispuestos y conectados uno sobre otro en la dirección vertical del eje de torre 2.4 y forman la torre 2 de la instalación de energía eólica 1. En la góndola 4 está dispuesto un rotor 6 con tres palas de rotor 8 y un buje 10. Mediante el viento se hace girar el rotor 6 durante el funcionamiento de la instalación de energía eólica 1 y acciona un generador (no mostrado) en el interior de la góndola 4. Con la ayuda del generador, la energía mecánica del movimiento de giro se convierte en energía eléctrica, que se puede alimentar entonces en la red eléctrica.

10

Además, la instalación de energía eólica 1 comprende una envolvente de fibras 9, que está dispuesta en la torre 2 de la instalación de energía eólica 1, en particular en un segmento de torre más superior 2.1. En este caso, la envolvente de fibras 9 envuelve una superficie exterior en paralelo al eje de torre vertical 2.2 de la torre 2 de la instalación de energía eólica 1. La envolvente de fibras 9 está configurada para contener y/o amortiguar una oscilación o vibración de la torre 2.

15

La fig. 2 muestra otra forma de realización posible para una instalación de energía eólica con una envolvente de fibras 9. La instalación de energía eólica 1 comprende además una torre 2, en particular un segmento de torre 2.1. En la góndola 4, que está dispuesta por encima de la torre, en particular del segmento de torre 2.1, está dispuesto un generador (representado esquemáticamente), que realiza un movimiento de giro durante el funcionamiento de la instalación de energía eólica 1. En este caso, el movimiento de giro del rotor 6 se transmite a través de un muñón de eje, en particular un árbol 5, hacia el generador 7.

20

El generador es, por ejemplo, un generador síncrono que está configurado para alimentar una corriente de generador directamente en la corriente de red, sin que sea necesaria una adaptación a la corriente de red, en particular a la frecuencia de red (de 50 Hz).

25

Durante el funcionamiento, debido a un momento de retención que aparece de forma periódica, se puede producir una oscilación periódica del generador síncrono con una frecuencia de retención. La oscilación del generador se puede propagar o transmitir entonces a través de la suspensión 7.3 del generador, en particular a través de los pies del generador, hacia la instalación de energía eólica 1, en particular hacia la torre 2 de la instalación de energía eólica 1, de modo que la torre 2 se excita en oscilación. Estas oscilaciones se contienen y/o amortiguan con una envolvente de fibras 9, que está dispuesta en la torre 2 de la instalación de energía eólica 1, donde la envolvente de fibras 9 envuelve una superficie de la torre 2 radialmente respecto al eje de torre.

30

La envolvente de fibras 9 está formada como un material compuesto de fibras con una matriz 9.1, por ejemplo, una resina, por ejemplo, durómero, duroplástico, resina sintética, elastómero y/o termoplástico y con una fibra 9.2 reforzada embebida en la matriz 9.1. Preferiblemente, la envolvente está formada con varias esteras de fibras, donde las fibras pueden ser, por ejemplo, fibras de vidrio, fibras de carbono, fibras de cerámica, fibras de aramida, fibras de boro, fibras de basalto, fibras de acero, fibras de nylon y/o fibras naturales, que pueden estar orientadas diagonalmente, en paralelo y/o perpendicularmente al eje de torre 2.4.

35

Además, la envolvente de fibras 9 presenta un espesor d en la dirección radial al eje de torre 2.4 y una anchura b en la dirección axial del eje de torre 2.4.

La fig. 3 muestra una representación detallada para el interior de la góndola 4 de una instalación de energía eólica. En particular, la fig. 3 muestra un rotor 6 y un generador 7. Las palas de rotor (no representadas) están montadas de forma giratoria a través del buje de pala de rotor 8.1 al igual que el generador 7 a través de un rotor de generador 7.1 sobre el muñón de eje 19, en particular un árbol común. El movimiento de giro del rotor 6 de la instalación de energía eólica se convierte a través de un muñón de eje 19 en un movimiento de giro del rotor de generador 7.1.

40

El generador es, por ejemplo, un generador síncrono que está configurado para alimentar una corriente de generador directamente en la corriente de red, sin que sea necesaria una adaptación a la corriente de red, en particular a la frecuencia de red (de 50 Hz). Para ello, el rotor de generador 7.1 se gira dentro del estator de generador 7.2 y, a este respecto, genera una corriente eléctrica según la configuración constructiva del generador 7.

45

Los generadores síncronos están formados típicamente con un rotor de generador 7.1 y un estator de generador 7.2, donde el rotor de generador 7.1 presenta un campo magnético de polos magnéticos 7P dispuestos periféricamente, que se genera mediante imanes permanentes o mediante electroimanes. El estator de generador comprende una pluralidad de bobinas, en particular devanados de estator 7S, que están configurados de modo que al girar el rotor de generador 7.1 se induce una tensión alterna en el estator de generador 7.2, en particular en devanados de estator, cuyo valor más elevada y frecuencia depende de la velocidad de giro del rotor de generador.

Debido a los polos magnéticos en el rotor de generador 7.1 y los polos magnéticos inducidos opuestos en el estator de generador 7.2, que según la orientación del rotor de generador 7.1 tienen una vez un efecto atractivo y una vez un efecto repulsivo entre sí, para un generador síncrono se produce un momento de retención periódico, que se denomina también "cogging torque". El momento de retención también se puede interpretar como un momento de retención magnético. Debido al momento de retención que aparece de forma periódica durante el giro se puede excitar en oscilación el generador síncrono con una frecuencia de retención. La oscilación del generador se puede propagar o transmitir entonces a través de la suspensión del generador, hacia la instalación de energía eólica, en particular hacia la torre de la instalación de energía eólica, de modo que la torre se excita en oscilación. A este respecto, la frecuencia de retención depende del número de los polos magnéticos y la velocidad de giro o frecuencia del movimiento de giro.

Las fig. 4A y 4B muestran dos fragmentos (parciales) de otra forma de configuración para una instalación de energía eólica con una envolvente de fibras 9, en particular un fragmento de una torre de la instalación de energía eólica. La envolvente de fibras 9 presenta un espesor d en la dirección radial al eje de torre 2.4 y una anchura b en la dirección axial del eje de torre 2.4.

La figura 4A muestra una envolvente de fibras 9, que está dispuesta en una escotadura 41 en una superficie 42 de la torre 2, en particular del segmento de torre más elevado 2.1, donde la superficie de la envolvente de fibras 9 termina al ras con la superficie 42 de la torre 2 en la dirección radial al eje de torre 2.4. En este caso está previsto de manera especial que la envolvente de fibras 9 esté integrada en la torre, en particular el segmento de torre más elevado 2.1, de manera que la envolvente de fibras no modifique la impresión óptica de la torre desde fuera.

Las figuras 4B muestra otra configuración para una envolvente de fibras 9, que está dispuesta en una escotadura 43 en el lado interior 44 de la torre 1, en particular del segmento de torre más elevado 2.1, donde la superficie de la envolvente de fibras 9 termina al ras con el lado interior 44 de la torre 2 en la dirección radial al eje de torre 2.4. Esta forma de configuración puede estar prevista alternativa y/o complementariamente a una envolvente de fibras sobre la superficie del lado exterior de la torre.

REIVINDICACIONES

1. Instalación de energía eólica (1) con una torre (2) y una góndola (4), donde en la góndola (4) está dispuesto un rotor (6) con al menos una pala de rotor (8) y el rotor (6) realiza un movimiento de giro durante el funcionamiento de la instalación de energía eólica (1) y el movimiento de giro acciona un generador (7) dentro de la góndola (4), donde en la torre (2) de la instalación de energía eólica (1) está dispuesta una envolvente de fibras (9), que envuelve un eje de torre vertical (2.4) de la torre (2) de la instalación de energía eólica (1) y está configurada para amortiguar una oscilación de la torre, caracterizada porque
- el generador (7) es un generador síncrono,
 - la envolvente de fibras (9) está dispuesta en el extremo superior en la dirección del eje de torre vertical (2.4) de la torre (2), en particular en un segmento de torre más elevado (2.1),
 - la envolvente de fibras (9) está dispuesta en una escotadura (41) en una superficie (42) de la torre (2), a saber, del segmento de torre más elevado (2.1); donde una superficie de la envolvente de fibras (9) termina al ras con la superficie (42) de la torre (2) en la dirección radial al eje de torre (2.4).
 - la envolvente de fibras (9) está dispuesta en una escotadura (43) en un lado interior (44) de la torre (2), a saber, del segmento de torres más elevado (2.1); y la superficie de la envolvente de fibras (9) termina al ras con el lado interior (44) de la torre (2) en la dirección radial al eje de torre (2.4).
2. Instalación de energía eólica (1) según la reivindicación 1, caracterizada porque la envolvente de fibras (9) presenta un espesor (d) en la dirección radial al eje de torre (2.4), donde una dimensión del espesor (d) está seleccionada de modo que se amortigua la oscilación de la torre (d), donde la oscilación se genera por el generador (7).
3. Instalación de energía eólica (1) según la reivindicación 1 o 2, caracterizada porque la envolvente de fibras (9) presenta una anchura (b) en la dirección axial al eje de torre (2.4), donde una dimensión de la anchura (b) está seleccionada de modo que se amortigua la oscilación de la torre, donde la oscilación se genera por el generador (7).
4. Instalación de energía eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el segmento de torre más elevado (2.1) está formado como un segmento de acero.
5. Instalación de energía eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la envolvente de fibras (9) está formada en forma de un material compuesto de fibras con una matriz (9.1) y una fibra reforzada (9.2).
6. Instalación de energía eólica (1) según la reivindicación 5, caracterizada porque la matriz (9.1), una resina, está seleccionada de uno de los materiales siguientes: durómeros, duroplásticos, resinas sintéticas, elastómeros y/o termoplásticos elastoméricos y/o la envolvente de fibras (9) está formada con varias esteras de fibras.
7. Instalación de energía eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la envolvente de fibras (9) está formada con fibras reforzadas (9.2) de al menos uno de los materiales siguientes: fibras de vidrio, fibras de carbono, fibras de cerámica, fibras de aramida, fibras de boro, fibras de basalto, fibras de acero, fibras de nylon y/o fibras naturales, que están orientadas diagonalmente, en paralelo y/o perpendicularmente al eje de torre (2.4).

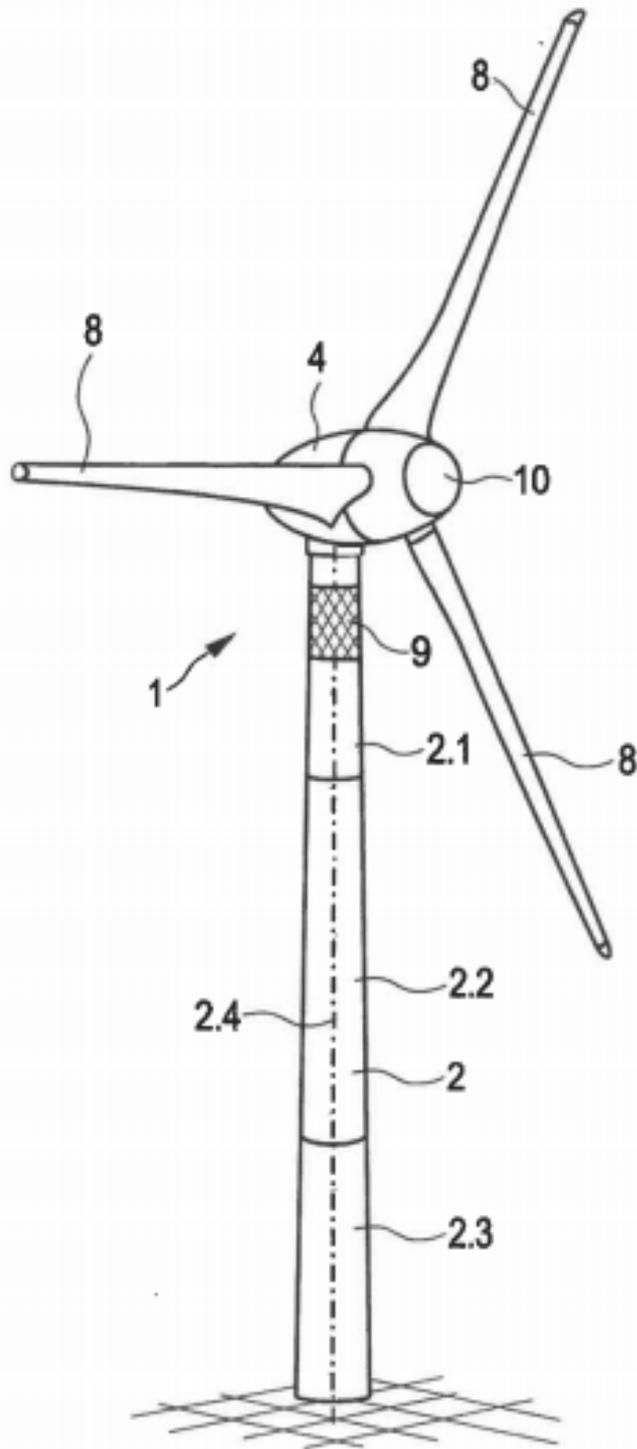


FIG. 1

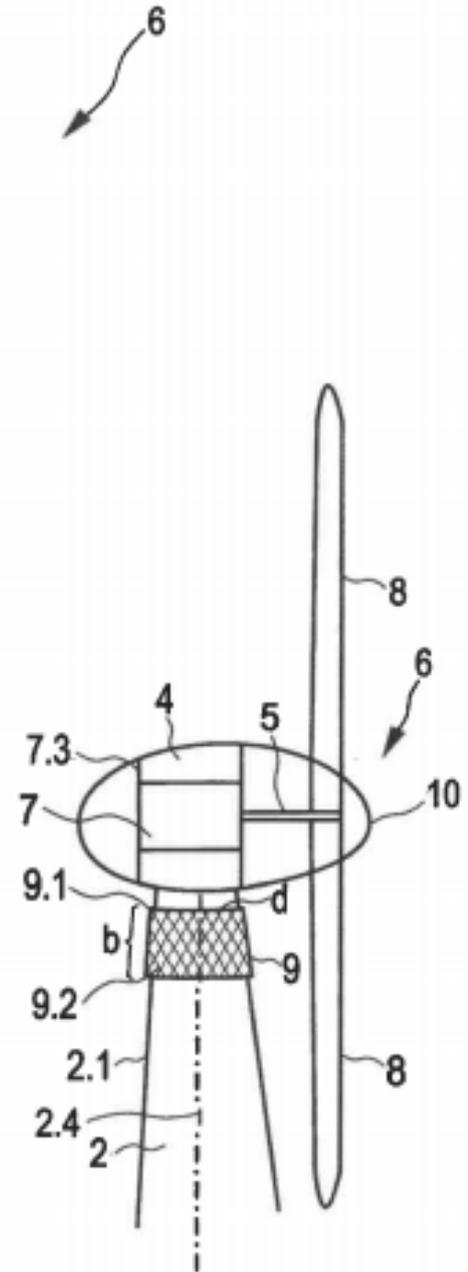


FIG. 2

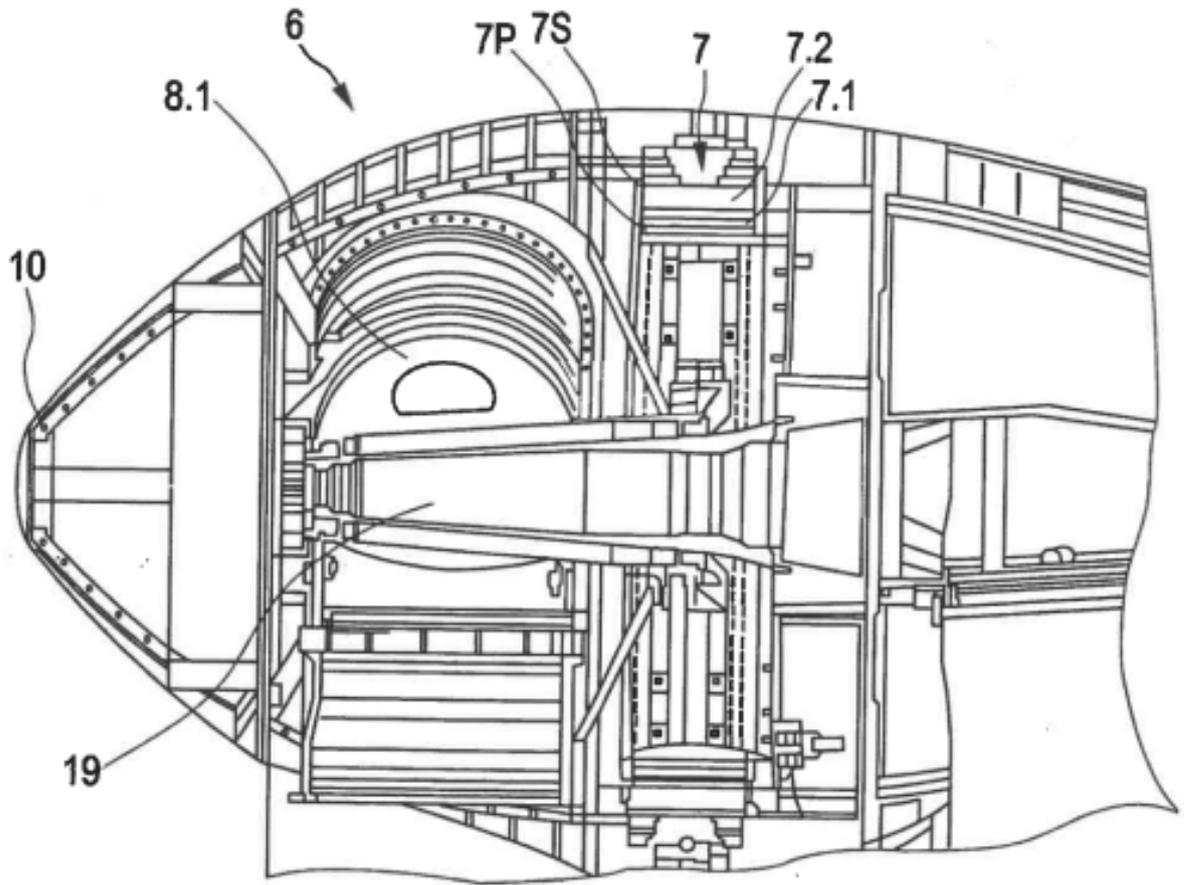


FIG. 3

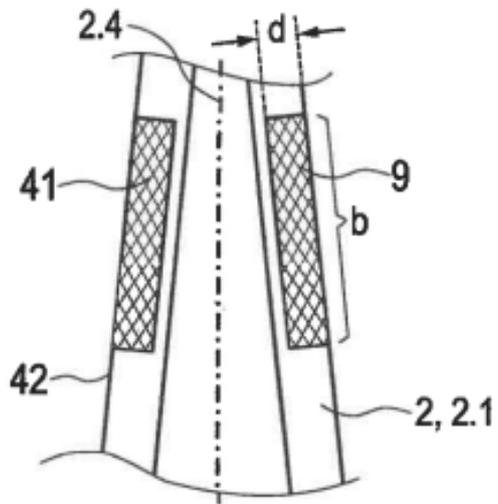


FIG. 4A

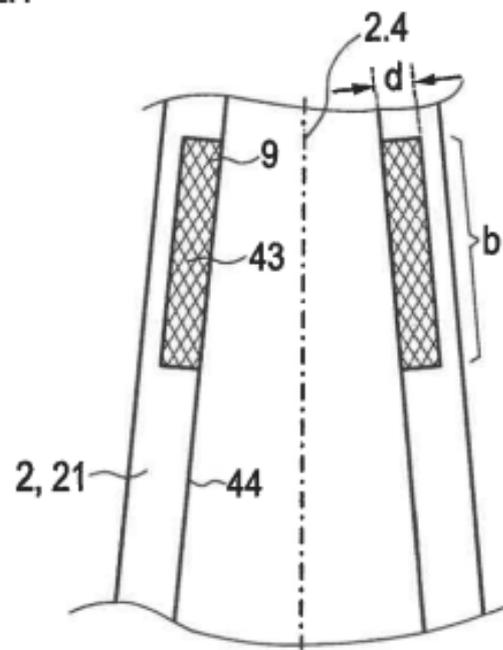


FIG. 4B