



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 331 000**

51 Int. Cl.:  
**F03D 11/04** (2006.01)  
**F03D 1/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03704591 .1**  
96 Fecha de presentación : **12.02.2003**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1476659**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.11.2004**

54 Título: **Instalación de energía eólica.**

30 Prioridad: **14.02.2002 DE 102 05 988**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**18.12.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**18.12.2009**

73 Titular/es: **Aloys Wobben**  
**Argestrasse 19**  
**26607 Aurich, DE**

72 Inventor/es: **Wobben, Aloys**

74 Agente: **López Bravo, Joaquín Ramón**

ES 2 331 000 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 o a la construcción de una instalación de energía eólica semejante, en particular del tipo offshore. En la construcción conocida hasta ahora de instalaciones de energía eólica, en primer lugar se fabrica una torre de la instalación de energía eólica, formándose esta torre por una torre de acero, torre de hormigón o también una torre de celosía. Después de la construcción de la torre se coloca una carcasa de máquinas sobre la punta de la torre, y esta carcasa de máquinas comprende entonces toda la góndola junto al generador, rotor y otras partes. Una carcasa de máquinas semejante con las aspas aquí fijadas y un generador unido con ello se designan a continuación como unidad de rotor.

10 Después de que la unidad de rotor está anclada sobre la punta de la torre y están tendidos todos los cables necesarios para la transmisión de energía, puede comenzarse básicamente con el funcionamiento de la instalación de energía eólica, debiéndose realizar al inicio todavía regulaciones para que se garantice un funcionamiento óptimo de la instalación.

15 También ha sido propuesto como se conoce, por ejemplo, del documento DE 44 13 688 o Erich Hau, "Windkraftanlagen", 2ª edición, página 30, imagen 2.6, que una torre de una instalación de energía eólica puede alojar no sólo una unidad de rotor, sino varias unidades de rotor. Para ello la torre de la instalación de energía eólica está prevista como una construcción portante en la que, por su lado, se fijan de nuevo diferentes unidades de rotor. El documento W09610130 da a conocer una instalación de energía eólica, en la que las aspas individuales se suben con un cable a través del cubo de rotor.

20 Puede verse que la construcción de una instalación de energía eólica semejante puede realizarse de forma segura por completo en el campo mediante la colocación de grúas de obra, no obstante, apenas es posible la construcción de instalaciones de energía eólica semejantes del tipo offshore, ya que en el caso de alturas constructivas muy elevadas, 60 m y más sobre el nivel del mar, durante la construcción es un requisito básico un tiempo casi sin oleaje. Puesto que justo en el tipo offshore y por consiguiente en alta mar, condiciones semejantes de tiempo pueden encontrarse sólo de forma sumamente rara y luego también inestable, el objetivo de la presente invención es proponer medidas técnicas, mediante las que sea posible la construcción de instalaciones de energía eólica del tipo offshore casi con cualquier tiempo, también si se produce un oleaje pequeño o mediano.

25 La invención resuelve el objetivo mencionado anteriormente por una medida constructiva con las características según la reivindicación 1. Ampliaciones ventajosas se describen en las reivindicaciones dependientes.

30 En la instalación de energía eólica según la invención, en la torre o en la punta de la torre está dispuesta alojada de forma giratoria una construcción portante. Esta construcción portante puede pivotarse ahora hacia abajo sobre el agua, hasta que entre la punta del soporte y el barco, en el que está dispuesta la unidad de rotor de la instalación de energía eólica, existe una distancia lo más pequeña posible. Por consiguiente no son necesarias grúas de gran elevación.

35 Si ahora la instalación de energía eólica misma también dispone aún del equipo elevador para la unidad de rotor, con el que puede elevarse la unidad de rotor alojada sobre el barco de la instalación de energía, toda la unidad de rotor, así el rotor con las aspas colocadas aquí y dado el caso la carcasa de máquinas unida con éste, puede guiarse a la punta del soporte y puede anclarse allí. Acto seguido puede pivotarse de nuevo todo el soporte a la posición deseada.

40 Si toda la instalación de energía eólica presenta una construcción portante que está hecha de varios brazos de soporte, toda la instalación de energía eólica puede alojar también varias unidades de rotor, lo que se conoce principalmente del estado de la técnica mencionado anteriormente, no obstante, su construcción ahora es posible de forma muy ventajosa con las medidas según la invención.

45 No debe olvidarse que justo en el caso de carga muy intensa de las instalaciones de energía eólica del tipo offshore también debe realizarse de vez en cuando un mantenimiento y, dado el caso, también un recambio de elementos determinados de la instalación de energía eólica. Si luego debieran emplearse siempre las grúas de los barcos, dado el caso no sería posible en absoluto un mantenimiento semejante o un recambio de los elementos o piezas de las instalaciones de energía eólica, ya que durante semanas no se presentaría el tiempo correspondiente que permitiese el empleo seguro de las grúas de los barcos semejantes.

50 Con la instalación de energía eólica según la invención, por el contrario puede realizarse, en caso de un tiempo muy frío, también un mantenimiento o, dado el caso, también en momento de necesidad un recambio de elementos de la instalación de energía eólica o de todas las instalaciones de rotor, en las que éstos se bajan mediante el equipo elevador, que presenta la instalación de energía eólica, sobre el barco correspondiente de mantenimiento o que desde allí se levantan.

55 Para ello se desplaza preferiblemente el brazo de soporte, sobre el que debe situarse la unidad de rotor a ser montada, a la posición de las seis en punto, de forma que entre el barco (o una plataforma correspondiente de tratamiento, pontón, etc.) y la punta del soporte está presente una distancia lo menor posible.

## ES 2 331 000 T3

Si la estructura de soporte está configurada como estrella de soporte de tres brazos, dándose una distancia igual (120°) entre los brazos de soporte, se lleva sucesivamente cada brazo de soporte a la posición de las seis en punto y puede equiparse en primer lugar una vez con las unidades correspondientes de rotor.

5 Una instalación de energía eólica semejante representa ya entonces, si cada unidad de rotor dispone de una potencia realmente grande, por ejemplo, 1, 5 MW a 10 MW por unidad de rotor, una central más pequeña o mediana. Para ello en el tipo offshore deben tomarse medidas considerables para la construcción de la torre, además, sólo una vez para una instalación de energía eólica según la invención, también si toda la instalación de energía eólica porta dos, tres o más unidades de rotor. Esto es entonces considerablemente más barato que cuando debe construirse una torre propia  
10 por unidad de rotor.

Si durante el montaje de la instalación de energía eólica, por ejemplo, los brazos de soporte se colocan en el cojinete de pivote, aparecen de forma inevitable grandes pares de fuerzas y por consiguiente cargas correspondientemente elevadas. Otro problema se produce si, por ejemplo, después del montaje del primer brazo de soporte debe girarse  
15 el cojinete de pivote a la posición para el montaje de otro brazo de soporte, ya que entonces el brazo de soporte ya montado conduce a fuerzas de retroceso que deben absorberse de forma segura por la construcción.

Para eliminar estas cargas que resultan de los pares de fuerzas, en el cojinete de pivote pueden colocarse pesos antes de este montaje que provocan un par de fuerzas, el cual se corresponde al de un brazo de soporte. En el caso de  
20 un soporte con 3 brazos de soporte o pesos desplazados unos respecto a otros en 120°, el par de fuerzas resultante es así siempre nulo.

En este caso en función del procedimiento de montaje de la instalación de energía eólica son necesarios diferentes pesos. En el cojinete de pivote deben colocarse siempre pesos que generan el mismo par de fuerzas que el brazo de  
25 soporte y la unidad de rotor juntos. Si el brazo de soporte y la unidad de rotor se montan uno tras otro sin cambio de la posición del cojinete de pivote, estos pesos son suficientes para el proceso de montaje.

No obstante, si en primer lugar se montan unos tras otros todos los brazos de soporte, por ejemplo, ya que éstos ya están a disposición antes que las unidades de rotor, son necesarios ulteriormente pesos. Estos pesos deben generar un  
30 par de fuerzas correspondiente a aquella de la unidad de rotor y se montan en los brazos de soporte. De esta manera, después del montaje de los brazos de soporte pueden montarse las unidades de rotor - de nuevo sin generar un par de fuerzas resultante.

Según una ampliación preferida de la invención, el dispositivo de descuelgue o de elevación comprende una polea de inversión o un polipasto. Mediante un polipasto semejante y naturalmente un cable que discurre sobre éste puede realizarse entonces también un proceso de elevación o descuelgue, si la fuerza necesaria para este proceso se entrega,  
35 por ejemplo, en las instalaciones offshore por una máquina a bordo de un barco. Para compensar el oleaje puede emplearse para ello preferiblemente viento de amarre. De esta manera puede crearse al menos un dispositivo de elevación o descuelgue de emergencia, que permite también entonces todavía trabajos correspondientes, si falla un accionamiento presente en la instalación de energía eólica. Para reducir los costes de la instalación de energía eólica, puede ahorrarse así también el accionamiento para el dispositivo de elevación o descuelgue.

Pero ante todo la construcción según la invención permite un establecimiento muy económico y con poco mantenimiento, como también cuidado y por consiguiente también el recambio de piezas individuales de la instalación de  
45 energía eólica.

Si deben repararse, por ejemplo, piezas de una unidad de rotor si, por ejemplo, deben cambiarse o renovarse las aspas, así después de la pivotación de la unidad de rotor concerniente a la posición de las seis en punto, toda la unidad puede bajarse sobre el barco correspondiente y allí o en tierra puede repararse correspondientemente y acto seguido  
50 la unidad de rotor a la que se le ha hecho el mantenimiento puede llevarse de nuevo a su posición deseada, estando en funcionamiento al mismo tiempo las unidades de rotor que no están afectadas por el servicio, y que incluso sobre un nivel más elevado por encima de la línea de flotación, de forma que las unidades de rotor restantes están expuestas en total a un viento más fuerte que habitualmente.

55 Todo el soporte se sitúa preferiblemente en un plano, está alojado desplazado respecto a la torre de forma giratoria y además puede pivotarse de nuevo alrededor de la torre. Igualmente las unidades de rotor individuales pueden adoptar también un ángulo azimutal deseado (el ángulo alrededor de la unidad de soporte). Por consiguiente todas las unidades de rotor pueden conducirse hacia el viento en la posición respectivamente deseada, de forma que siempre se obtiene una ganancia óptima de energía.

60 La invención se explica detalladamente a continuación mediante un ejemplo de realización representado en los dibujos.

Figura 1 muestra la vista frontal de una instalación de energía según la invención del tipo offshore.

65 Figura 2 muestra la vista frontal de una instalación de energía eólica según la invención en la posición de montaje de una unidad de rotor.

## ES 2 331 000 T3

Figura 3 muestra la instalación de energía eólica representada en la figura 2 en vista lateral.

Figura 4 muestra la instalación de energía eólica representada en la figura 3 durante el montaje de una unidad de rotor.

5

En la figura 1 está representada en vista frontal una instalación de energía eólica del tipo offshore, que se compone de una torre 2 y tres unidades de rotor 3, 4 y 5. Cada unidad de rotor dispone de la misma estructura. Las unidades de rotor se alojan por un soporte, que está configurado por su lado como estrella de soporte 7 y que está montado de forma giratoria sobre la punta de la torre 2. El cojinete de pivote 8 correspondiente está indicado asimismo como el cojinete azimutal 9, mediante el que todo el soporte puede pivotarse (girarse) alrededor de la torre. Los accionamientos correspondientes para el giro del soporte alrededor del punto central del soporte 10 y para la pivotación del soporte alrededor del eje de la torre no están representados. No obstante, para accionamientos semejantes pueden emplearse accionamientos habituales por motor, por ejemplo, accionamientos de motor eléctrico que están diseñados para fuerzas correspondientes de motor.

15

Cada unidad de rotor 3, 4 y 5 se componen de un rotor con aspas colocadas aquí y también de un generador unido respectivamente con éstas (no representado). La construcción se conoce ya de instalaciones de energía eólica habituales, por ejemplo, el tipo E-40, E-66 de la empresa Enercon. Además, cada unidad de rotor se compone también de los dispositivos habituales para el funcionamiento de toda la unidad de rotor y las aspas 11 de un rotor pueden cambiarse hacia el viento en un ángulo de ataque (ajuste de pitch), para lo que se emplean dispositivos conocidos correspondientemente de ajuste de pitch (no representado).

20

La potencia eléctrica generada por cada unidad de rotor se evacua o transforma ulteriormente a través de una fase del convertidor de tensión, que está asignado a cada rotor, o a través de una fase del convertidor de tensión central (una fase del convertidor de tensión comprende un rectificador, circuito intermedio de tensión continua y un ondulator conectado posteriormente), por ejemplo, también a una unidad de transformación, mediante la cual la energía eléctrica generada se eleva al nivel de tensión deseado.

25

Si ahora se construye una instalación de energía eólica representada como en la figura 1, con los medios conocidos hasta ahora las piezas correspondientes de una unidad de rotor deberían ponerse mediante barcos con grúa sobre las puntas de los soportes o la carcasa de máquinas allí dispuesta.

30

No obstante, para el montaje de una instalación de energía eólica según la invención puede pivotarse todo el soporte alrededor de su eje central de soporte 10, de forma que, según se representa en la figura 2, un brazo de soporte está orientado en la posición de las seis en punto (es decir, dirigido verticalmente hacia abajo sobre el plano del agua). Por ello se produce una distancia lo más pequeña posible entre la punta del brazo de soporte 7 y el barco, el cual aloja la unidad de rotor para el montaje en la instalación de energía eólica.

35

Toda la unidad de rotor puede conducirse hasta la punta del brazo de soporte 12 al elevarla mediante el dispositivo de descuelgue como equipo elevador, estando configurado el equipo elevador en la misma instalación de energía eólica y por consiguiente no siendo necesaria por fuerza una grúa de barco. Este equipo elevador se componen de un cable de accionamiento diseñado correspondientemente, que se compone de uno o varios cables que está guiado por el brazo de soporte 7, que está configurado por su lado interiormente hueco. Toda la unidad de rotor se levanta del barco mediante el equipo elevador o se baja allí. Si la unidad de rotor está montada en el brazo de soporte 7, éste se gira ulteriormente (después del montaje de la primera unidad de rotor) hasta que el siguiente brazo de soporte 7 se encuentra en la posición de las seis en punto o hasta que están montadas así todas las unidades de rotor en el brazo de soporte.

40

45

Acto seguido toda la construcción de soporte puede pivotarse como en la figura 1, de forma que las unidades de rotor 3, 4 y 5 individuales presentan en total una altura máxima sobre el nivel del mar.

50

La figura 3 muestra la disposición representada en la figura 2 en vista lateral, pudiéndose reconocer que el soporte con los brazos de soporte 7 montados aquí se sitúa en un plano desplazado lateralmente respecto a la torre 2, y por consiguiente puede pivotarse mediante el cojinete azimutal 9 alrededor de la torre. En la figura 3 puede reconocerse también un equipo elevador 13 configurado como cable de accionamiento, estando configurado en el interior del soporte un rodillo de alojamiento de cable 14 guiándose el cable 13 mismo alojado por él a través de los brazos de soporte 7 configurados de forma hueca, para soportar las unidades de rotor 3, 4 y 5 o sus piezas esenciales. Se entiende del mismo que básicamente cada brazo de soporte 7 puede configurarse con un cable propio, que se baja en éste según el posicionamiento de los brazos de soporte 7.

55

60

En el ejemplo representado, las mismas unidades de rotor 3, 4 y 5 individuales no presentan un cojinete azimutal respecto a los brazos de soporte 7, de forma que así todo el ajuste de los brazos de soporte 7 hacia el viento se realiza a través del cojinete azimutal 9 único. No obstante, en caso de necesidad puede configurarse un cojinete azimutal propio también en la transición entre una unidad de rotor 3, 4 y 5 y un brazo de soporte 7 (como el cojinete azimutal en instalaciones conocidas entre la carcasa de máquinas y la torre de una instalación de energía eólica).

65

La figura 4 muestra un croquis durante el montaje de una instalación de energía eólica según la invención. En este caso un barco 15 con un soporte auxiliar 16 aloja una unidad de rotor 3. Después de que el equipo elevador ha sido

## ES 2 331 000 T3

anclado en esta unidad de rotor 3, toda la unidad de rotor 3 se arrastra hacia arriba (en caso de necesidad se pivota un ángulo deseado) y puede fijarse entonces en el brazo de soporte 7.

5 Si por motivos de mantenimiento o por otros motivos debe repararse toda una unidad de rotor o piezas esenciales, a través del equipo elevador puede bajarse correspondientemente toda la unidad de rotor 3 o esencialmente piezas sobre el barco de mantenimiento 15, sobre el que se realiza en sí el mantenimiento o se fleta luego a tierra el elemento a reparar.

10 Si durante el mantenimiento debe retirarse una unidad de rotor 3, las otras dos unidades de rotor, situadas entonces en las posiciones de las 2 y las 10 en punto - pueden funcionar ulteriormente, de forma que se garantiza siempre todavía una ganancia máximo posible de corriente y potencia.

15 La invención puede emplearse de forma especialmente ventajosa en instalaciones de energía eólica de gran potencia, es decir, así en instalaciones de energía eólica que disponen en total de una potencia de, por ejemplo, 8 MW a 30 MW.

Si cada unidad de rotor individual presenta, por ejemplo, una potencia de 4 MW a 5 MW, con la instalación de energía eólica según la invención se facilita durante el funcionamiento en total una potencia de 12 MW a 15 MW.

20 Durante el funcionamiento de una instalación de energía eólica semejante debe atenderse a que la distancia mínima entre la punta del aspa individual (en la posición de las seis en punto del aspa afectada) sobre el nivel del mar no se diferencie de una altura mínima consabida (por ejemplo, 50 m). Por consiguiente se excluye una colisión por el tráfico habitual de barcos.

25 La instalación de energía eólica representada por su tamaño tiene también la ventaja de que puede alojar también los locales necesarios para el personal de mantenimiento y servicio, las instalaciones de energía eólica habituales antes como hasta ahora y sus torres. Fácilmente se omite entonces que las instalaciones de energía eólica del tipo offshore no sólo funcionan, sino que también deben manejarse por el personal correspondiente. Al personal semejante se le debe poner a disposición un entorno social correspondiente como espacios (espacios comunes, cocinas, dormitorios, taller, etc). Una construcción semejante es posible en torres muy grandes de forma mucho más sencilla que en torres relativamente pequeñas con diámetros relativamente pequeños.

30 Los costes para una torre individual -también cuando esta es muy grande- son claramente menores que para la construcción de tres torres, porque cada torre individual debe disponer de un fundamento propio, y solo raramente en el tipo offshore para cada torre debe requerirse el mismo fundamento (misma profundidad, etc) para diferentes instalaciones de un parque eólica offshore.

35 Para el aumento de la estabilidad del soporte puede ser también razonable que los brazos de soporte estén asegurados entre sí con cables tensores.

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Instalación de energía eólica con una torre (2) que aloja un soporte (7) apoyado en un cojinete de pivote (8), alojando el soporte (7) por su lado al menos una unidad de rotor (3), que se sitúa en un plano desplazado respecto a la torre y el soporte (7) debe posicionarse de forma que la unidad de rotor (3) puede posicionarse en un punto lo más profundo posible, que está previsto un dispositivo de descuelgue (13), mediante el que se baja la unidad de rotor (3) del soporte (7) y puede conducirse hasta éste para la fijación, y que el dispositivo de descuelgue (13) está configurado dentro del soporte (7).

10 2. Instalación de energía eólica según la reivindicación 1, **caracterizada** porque el soporte (7) está configurado en forma de estrella y presenta tres brazos de soporte que están dispuestos en el cojinete de pivote (8) distanciados unos de otros en un mismo ángulo (120°).

15 3. Instalación de energía eólica según la reivindicación 1, **caracterizada** porque el dispositivo de descuelgue (13) comprende al menos una polea de inversión.

20 4. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada** porque el dispositivo de descuelgue (13) comprende un cable de accionamiento y porque cada brazo de soporte está configurado interiormente hueco y en el interior del brazo de soporte discurre el cable al hacer bajar la unidad de rotor o al levantar la unidad de rotor para conducirla hasta el brazo de soporte.

25 5. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada** por brazos de soporte compuestos de al menos dos secciones.

30 6. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada** porque cada brazo de soporte o cada sección de brazo de soporte presenta dispositivos de fijación para el dispositivo de descuelgue (13).

35 7. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada** porque la longitud de cada brazo de soporte es aproximadamente de 50 m hasta 80 m y el diámetro de un rotor de aproximadamente de 100 m hasta 140 m.

40 8. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada** porque la unidad de rotor (3) se compone de un rotor con aspas colocadas en él, como la carcasa de máquinas acoplada con el rotor, que presenta al menos un generador que está unido con el rotor y que se acciona por el giro del rotor.

45 9. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada** porque está previsto un accionamiento para el giro del soporte (7).

50 10. Procedimiento para la construcción de una instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones 1 - 9, **caracterizado** porque al establecer un soporte (7) se mueve en primer lugar a aproximadamente una posición de las seis en punto y luego la unidad de rotor (3) se guía con la ayuda del dispositivo de descuelgue (13) hasta la punta del soporte y se ancla allí, y porque se pivota a continuación el soporte (7) a la posición de funcionamiento prevista para él.

55 11. Procedimiento para la construcción de una instalación de energía eólica según la reivindicación 10, **caracterizado** por los pasos:

- montaje separable de un peso en una brida del cojinete de pivote (8);
- colocación del cojinete de pivote (8) en la punta de la torre (2);
- posicionamiento del cojinete de pivote (8) en una posición predeterminada;
- cambio del peso dispuesto en la brida del cojinete de pivote (8) por un brazo de soporte y una unidad de rotor (3) mediante el desmontaje del peso y montaje subsiguiente del brazo de soporte y luego montaje subsiguiente de la unidad de rotor (3).

60 12. Procedimiento para la construcción de una instalación de energía eólica según la reivindicación 10, **caracterizado** por los pasos:

- montaje separable de un primer peso en una brida del cojinete de pivote (8);
- montaje separable de un segundo peso en una brida del brazo de soporte;
- colocación del cojinete de pivote (8) en la punta de la torre (2);
- posicionamiento del cojinete de pivote (8) en una posición predeterminada;

## ES 2 331 000 T3

- cambio del primer peso dispuesto en la brida del cojinete de pivote (8) por un brazo de soporte mediante desmontaje del primer peso y montaje subsiguiente del brazo de soporte;
- posicionamiento del cojinete de pivote (8) con el brazo de soporte en una posición predeterminada;
- cambio del segundo peso dispuesto en la brida del brazo de soporte por una unidad de rotor mediante desmontaje del peso y montaje subsiguiente de la unidad de rotor (3).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

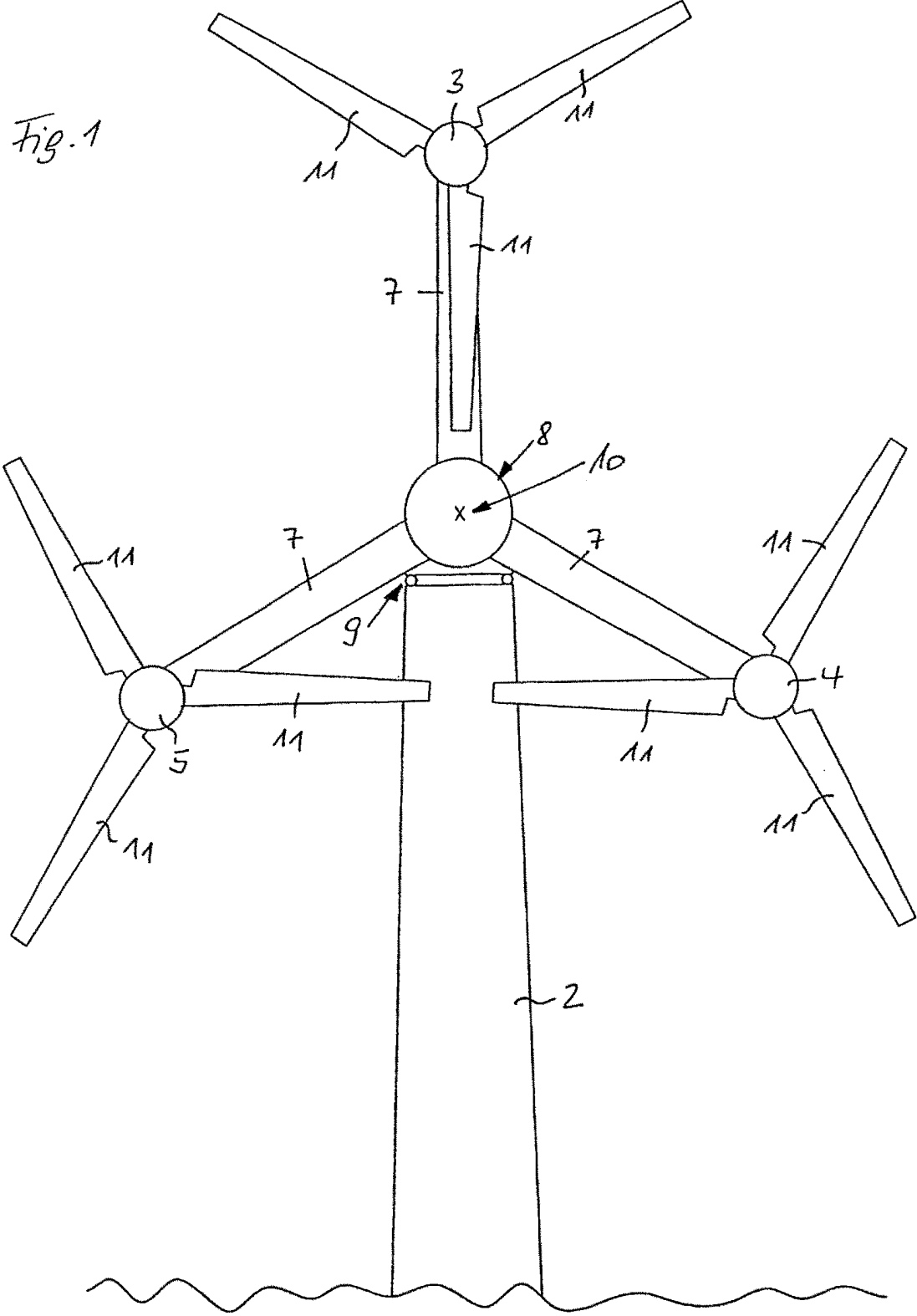


Fig. 2

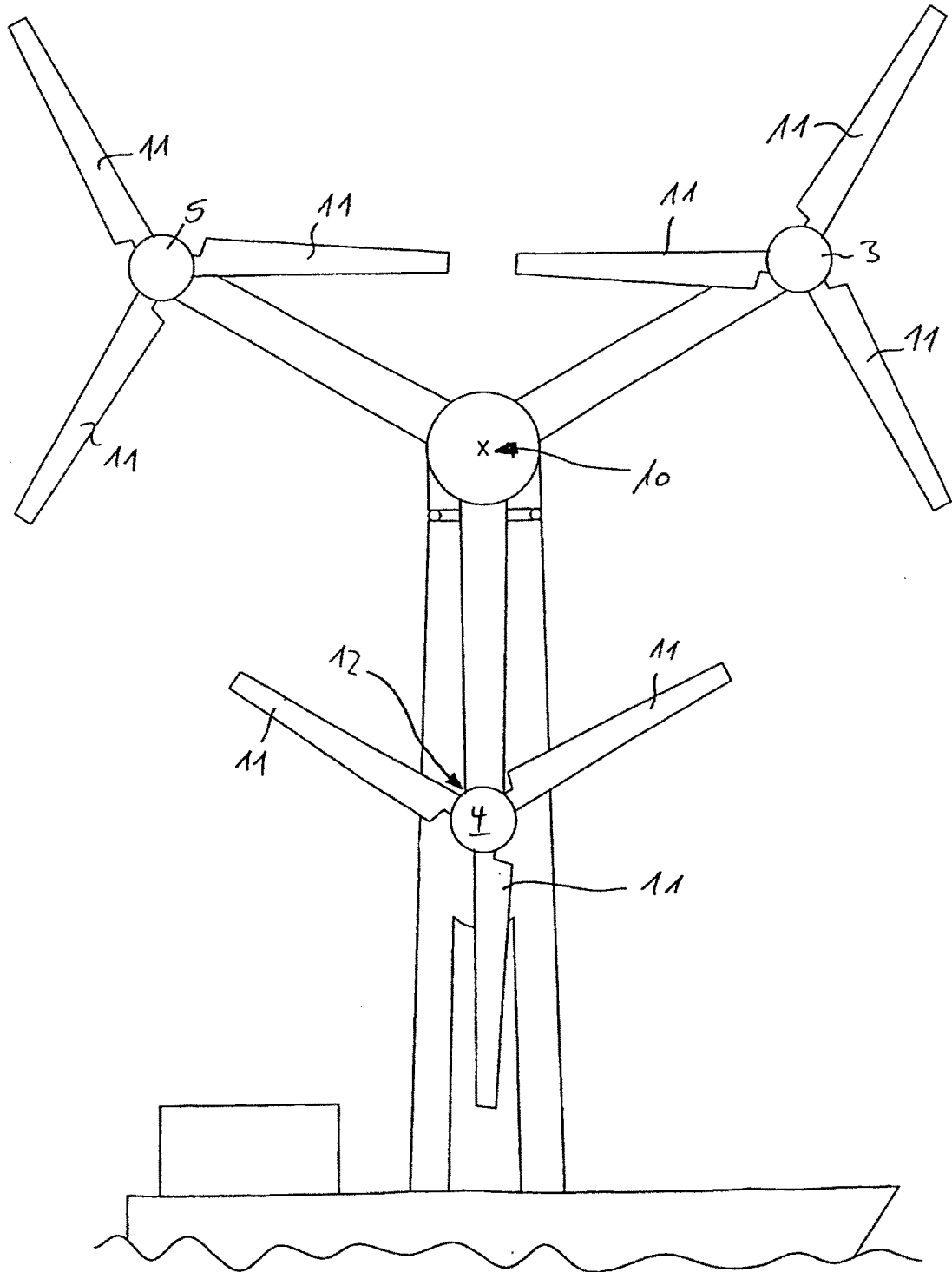


Fig. 3

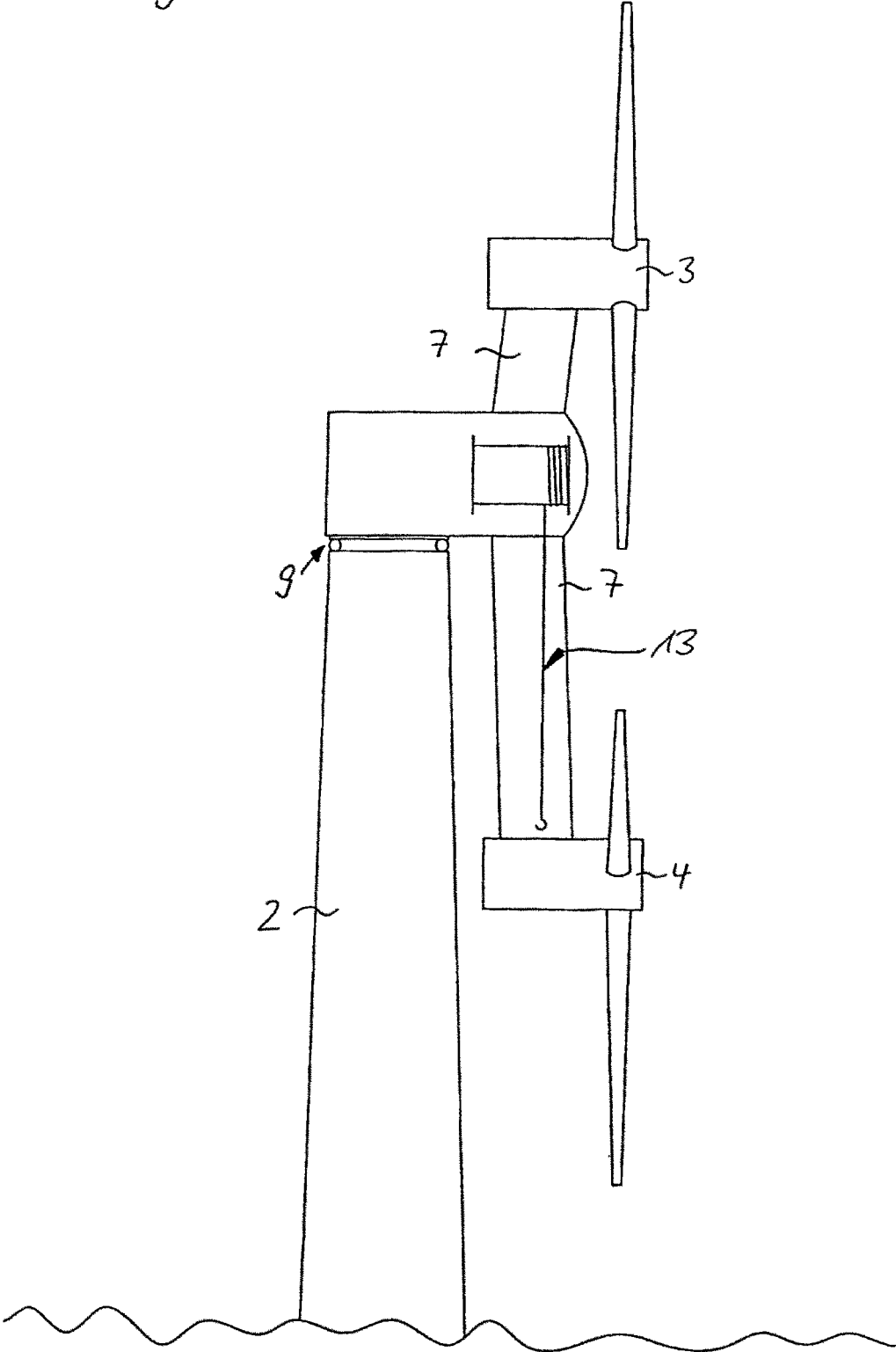


Fig. 4

