

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 845 004**

51 Int. Cl.:

**F03D 1/02** (2006.01)

**F03D 7/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.04.2017 PCT/DK2017/050104**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.10.2017 WO17178025**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.04.2017 E 17717072 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.01.2021 EP 3443220**

54 Título: **Turbina eólica multirroto**

30 Prioridad:

**14.04.2016 US 201662322353 P**  
**10.05.2016 DK 201670311**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**23.07.2021**

73 Titular/es:

**VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)**  
**Hedeager 42**  
**8200 Aarhus N, DK**

72 Inventor/es:

**ANDERSEN, PETER BJØRN;**  
**GUPTA, ANURAG;**  
**KUDSK, HENRIK y**  
**SCHOMACKER, JONAS LERCHE**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 845 004 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**

Turbina eólica multirrotor

**5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere a una turbina eólica multirrotor, es decir, una turbina eólica que comprende dos o más unidades de generación de energía dispuestas en una estructura de torre común, comprendiendo cada unidad de generación de energía un rotor. La turbina eólica multirrotor según la invención es capaz de realizar autoguiñada fiable, incluso en condiciones de viento turbulento. Además, según algunas de las realizaciones de la invención, la turbina eólica multirrotor proporciona igualación de par de fuerzas.

**Antecedentes de la invención**

Las turbinas eólicas comprenden normalmente una o más unidades de generación de energía, comprendiendo cada unidad de generación de energía un rotor que comprende un buje que porta una o más palas de turbina eólica. El viento actúa sobre las palas de turbina eólica, provocando de ese modo que rote el buje. Los movimientos de rotación del buje se transfieren a un generador, o bien por medio de una disposición de engranajes o bien directamente, en el caso de que la turbina eólica sea de un tipo denominado de accionamiento directo. En el generador, se genera energía eléctrica, que puede suministrarse a una red de potencia.

Algunas turbinas eólicas están dotadas de dos o más unidades de generación de energía con el fin de aumentar la potencia total producida por la turbina eólica, sin que tenga que dotarse a la turbina eólica de una unidad de generación de energía muy grande y, por lo tanto, pesada. Tales turbinas eólicas se denominan a veces "turbinas eólicas multirrotor".

En las turbinas eólicas multirrotor las unidades de generación de energía pueden portarse por una estructura portadora de carga que, a su vez, está conectada a una estructura de torre. De ese modo, al menos algunas de las unidades de generación de energía no están montadas directamente en la estructura de torre, y pueden tener un centro de gravedad que está desplazado con respecto a un eje longitudinal definido por la estructura de torre. Cuando el viento actúa sobre unidades de generación de energía montadas de esta manera, se crearán fuerzas de empuje, que a su vez provocarán que las cargas se introduzcan en la estructura portadora de carga, y posiblemente en puntos de conexión entre la estructura portadora de carga y la estructura de torre.

Con el fin de permitir que los rotores de las unidades de generación de energía se dirijan hacia el viento entrante, la(s) estructura(s) portadora(s) de carga puede(n) montarse en la estructura de torre de manera rotatoria por medio de una disposición de guiñada. De ese modo, la estructura portadora de carga puede realizar movimientos de guiñada relativos a la estructura de torre, garantizando de ese modo que los rotores están orientados de manera correcta con respecto al viento entrante. Los movimientos de guiñada pueden realizarse activamente, por ejemplo, por medio de uno o más motores de guiñada. Alternativamente, el sistema de guiñada puede ser uno de la clase de autoguiñada que garantiza automáticamente que los rotores se orienten correctamente. Esto puede obtenerse, por ejemplo, dotando a la estructura portadora de carga de una veleta o similares.

Los mecanismos de autoguiñada de la técnica anterior se conocen por funcionar de manera fiable la mayor parte del tiempo. Sin embargo, en determinadas condiciones, por ejemplo, en condiciones de viento turbulento, existe el riesgo de que estos mecanismos de autoguiñada 'se volteen' repentinamente, es decir, hagan rotar toda la estructura portadora de carga aproximadamente 180°, y la estructura portadora de carga se haga rotar posteriormente hacia una orientación correcta. Esto introduce cargas indeseables en la turbina eólica, y la producción de energía de la turbina eólica se reduce mientras que la estructura portadora de carga se hace rotar hacia la orientación correcta.

El documento EP 2 463 513 A1 da a conocer un dispositivo de generación de energía eólica que comprende una columna de torre, un primer conjunto de generación de viento y un segundo conjunto de generación de viento. El primer conjunto de generación de viento se instala en una posición en la columna de torre cerca de la parte superior, y genera un primer par de fuerzas en la columna de torre durante la rotación para la generación de energía. El segundo conjunto de generación de viento se instala en una posición en la columna de torre por debajo de la parte superior, y genera un segundo par de fuerzas en la columna de torre que al menos contrarresta parcialmente el primer par de fuerzas.

El documento JP 2006-322383 da a conocer un dispositivo de generación de energía que comprende dos rotores en contra del viento y una aleta de estabilización. La aleta de estabilización garantiza que el dispositivo de generación de viento sea de autoguiñada.

Además, se conocen ejemplos de turbinas eólicas multirrotor a partir de los documentos GB 2 443 886 A, GB2443886A, US20130127173 y FR 2 868 483.

**65 Descripción de la invención**

Es un objeto de realizaciones de la invención proporcionar una turbina eólica multirrotor que sea capaz de realizar autoguiada fiable, incluso en condiciones de viento turbulento.

5 Es un objeto adicional de realizaciones de la invención proporcionar una turbina eólica multirrotor que proporciona igualación de par de fuerzas con respecto a la gravedad que actúa sobre las unidades de generación de energía de la turbina eólica multirrotor.

10 Es un objeto más adicional de realizaciones de la invención proporcionar una turbina eólica multirrotor que proporcione igualación de par de fuerzas con respecto al par de fuerzas de generador que se origina a partir de los rotores de las unidades de generación de energía.

15 La invención proporciona una turbina eólica multirrotor que comprende una estructura de torre y al menos una estructura portadora de carga, estando dispuesta cada estructura portadora de carga para portar dos o más primeras unidades de generación de energía y para conectarse a la estructura de torre, comprendiendo cada primera unidad de generación de energía un primer rotor, y teniendo cada unidad de generación de energía un centro de gravedad, en la que al menos dos de los rotores son rotores a favor del viento, estando dispuestas las primeras unidades de generación de energía que comprenden los al menos dos primeros rotores a favor del viento con sus respectivos centros de gravedad a una primera distancia detrás de la estructura de torre a lo largo de un sentido del viento entrante, sustancialmente en el mismo nivel vertical, y en lados opuestos de la estructura de torre a sustancialmente la misma segunda distancia con respecto a la estructura de torre a lo largo de una dirección sustancialmente perpendicular al sentido del viento entrante.

25 Por ejemplo, al menos dos de los rotores son rotores a favor del viento, estando dispuestas las unidades de generación de energía que comprenden rotores a favor del viento con sus centros de gravedad a una primera distancia detrás de la estructura de torre a lo largo de un sentido del viento entrante, sustancialmente en el mismo nivel vertical, y en los lados opuestos de la estructura de torre a sustancialmente la misma segunda distancia con respecto a la estructura de torre a lo largo de una dirección sustancialmente perpendicular al sentido del viento entrante. Alternativamente, al menos dos de los primeros rotores son rotores en contra del viento, cuyos centros de gravedad se disponen a una primera distancia frente a la estructura de torre a lo largo del sentido del viento entrante.

35 Cada rotor comprende preferiblemente tres palas. Cada rotor puede constituir preferiblemente un rotor de eje horizontal.

Los rotores pueden accionarse a las mismas RPM o a diferentes RPM. Pueden tener el mismo diámetro o diámetros diferentes. Las opciones de RPM y diámetro pueden hacerse para evitar vibraciones no deseadas, en particular, con el fin de evitar resonancias.

40 La presente invención se refiere a una turbina eólica multirrotor. En el presente contexto, el término 'turbina eólica multirrotor' debe interpretarse en el sentido de una turbina eólica que comprende dos o más unidades de generación de energía, comprendiendo cada unidad de generación de energía un rotor.

45 La turbina eólica comprende una estructura de torre y al menos una estructura portadora de carga. La estructura de torre es preferiblemente una estructura sustancialmente vertical que está anclada, en una parte inferior, a una estructura de cimentación. Por consiguiente, la estructura de torre se asemeja a una torre de turbina eólica tradicional para una turbina eólica de un solo rotor.

50 Cada estructura portadora de carga se dispone para portar dos o más unidades de generación de energía y para estar conectada a la estructura de torre. Por consiguiente, una estructura portadora de carga dada forma una conexión entre las dos o más unidades de generación de energía, portadas por la estructura portadora de carga, y la estructura de torre, y es capaz de manejar las cargas implicadas en el transporte de las unidades de generación de energía.

55 En el presente contexto, el término 'unidad de generación de energía' debe interpretarse como una parte de la turbina eólica que en realidad transforma la energía del viento en energía eléctrica. Cada unidad de generación de energía comprende normalmente de ese modo un rotor, que porta un conjunto de palas de turbina eólica, y un generador. La unidad de generación de energía puede comprender además una disposición de engranajes que interconecta el rotor y el generador. El generador, y posiblemente la disposición de engranajes, puede disponerse en el interior de una góndola. Cada unidad de generación de energía tiene un centro de gravedad.

60 Al menos dos de los rotores son rotores a favor del viento. En el presente contexto, el término 'rotor a favor del viento' debe interpretarse como un rotor que, durante un funcionamiento normal, se dispone para situarse en un lado de sotavento de la estructura de torre. Por tanto, cuando la turbina eólica se dispone en una posición de guiñada correcta, los rotores a favor del viento se disponen detrás de la estructura de torre a lo largo del sentido del viento entrante.

Las al menos dos unidades de generación de energía que comprenden rotores a favor del viento se disponen con sus centros de gravedad a una primera distancia detrás de la estructura de torre a lo largo del sentido del viento entrante. Por tanto, no solamente los rotores a favor del viento, sino también los centros de gravedad de las unidades de generación de energía que comprenden los rotores a favor del viento se disponen detrás de la estructura de torre a lo largo del sentido del viento entrante, es decir, en el lado a sotavento de la estructura de torre. Además, los centros de gravedad de las al menos dos unidades de generación de energía se disponen a una primera distancia detrás de la estructura de torre, es decir, se disponen a la misma distancia desde la estructura de torre. En otras palabras, se disponen en un plano detrás de la estructura de torre, extendiéndose el plano de manera sustancialmente perpendicular al sentido del viento entrante.

Además, los centros de gravedad de las dos o más unidades de generación de energía que comprenden rotores a favor del viento se disponen sustancialmente al mismo nivel vertical, es decir, sustancialmente a la misma altura sobre el suelo, o por encima del nivel del mar en caso de que la turbina eólica sea una turbina eólica de mar adentro.

Finalmente, los centros de gravedad de las dos o más unidades de generación de energía que comprenden rotores a favor del viento se disponen en lados opuestos de la estructura de torre sustancialmente a la misma segunda distancia con respecto a la estructura de torre a lo largo de una dirección sustancialmente perpendicular al sentido del viento entrante.

Cuando la turbina eólica realiza movimientos de guiñada con el fin de orientar correctamente los rotores de las unidades de generación de energía con respecto al viento entrante, una parte de la turbina eólica, por ejemplo, la estructura portadora de carga, se hace rotar normalmente alrededor de un eje rotacional que coincide con una dirección longitudinal definida por la estructura de torre. Por consiguiente, la disposición de los centros de gravedad de las dos o más unidades de generación de energía a la primera distancia detrás de la estructura de torre tal como se describió anteriormente, garantiza que los centros de gravedad estén detrás del eje de rotación de los movimientos de guiñada, a lo largo del sentido del viento entrante. Por consiguiente, el punto de ataque de las fuerzas de empuje que actúan sobre estas unidades de generación de energía también está dispuesto detrás del eje de rotación de los movimientos guiñada, a lo largo del sentido del viento entrante. Esto provoca que la turbina eólica realice autoguiñada, es decir, la turbina eólica se mueva automáticamente a una posición correcta de guiñada con respecto al viento entrante. Además, la autoguiñada es estable y fiable, incluso en condiciones de viento turbulento, dado que esta disposición de las unidades de generación de energía impide que el mecanismo de guiñada 'se volte' repentinamente de la manera descrita anteriormente.

Disponer los centros de gravedad de las unidades de generación de energía que comprenden rotores a favor del viento sustancialmente en el mismo nivel vertical y en lados opuestos de la estructura de torre a sustancialmente la misma segunda distancia con respecto a la estructura de torre a lo largo de la dirección sustancialmente perpendicular al sentido del viento entrante, garantiza que las cargas sobre la estructura portadora de carga que se originan a partir de la gravedad que actúa sobre las unidades de generación de energía estén equilibradas. Esto incluso estabiliza adicionalmente el mecanismo de autoguiñada.

Es particularmente ventajoso proporcionar turbinas eólicas multirrotor con un mecanismo de autoguiñada fiable, dado que para las turbinas eólicas multirrotor el par de fuerzas de guiñada aplicado a la torre puede ser potencialmente muy grande y requerir un sistema de guiñada tradicional muy fuerte, así como una torre que pueda manejar el par de fuerzas sin refuerzo. Esto aumenta los costes de fabricación. Por consiguiente, una construcción de turbina eólica multirrotor de autoguiñada es interesante dado que elimina el coste de un mecanismo de guiñada activo y permite un diámetro de torre menor que el que se requeriría si se aplicara un mecanismo de guiñada tradicional activo.

Al menos una de la al menos una estructura portadora de carga puede disponerse para portar al menos una segunda unidad de generación de energía, siendo en ese caso la al menos una segunda unidad de generación de energía un rotor en contra del viento, estando dispuesto el centro de gravedad de al menos una de las segundas unidades de generación de energía a una tercera distancia con respecto a la estructura de torre a lo largo del sentido del viento entrante. El centro de gravedad de al menos una de las segundas unidades de generación de energía puede disponerse a un nivel vertical que difiere del nivel vertical de al menos una de las dos primeras unidades de generación de energía.

Las una o más segundas unidades de generación de energía, también denominadas en el presente documento como unidades de generación de energía adicionales, pueden comprender generalmente rotores a favor del viento, que tiene sus centros de gravedad dispuestos de una manera diferente con respecto a la estructura de torre que se describió anteriormente, siempre y cuando al menos dos de las unidades de generación de energía estén dispuestas tal como se describió anteriormente. Por ejemplo, tales unidades de generación de energía adicionales podrían disponerse con sus centros de gravedad a un nivel vertical diferente y/o con una distancia diferente a la estructura de torre a lo largo del sentido del viento entrante y/o a lo largo de la dirección sustancialmente perpendicular al viento entrante.

Al menos una estructura portadora de carga puede disponerse para portar al menos una unidad de generación de energía adicional, comprendiendo al menos una de las unidades de generación de energía adicionales un rotor en contra del viento y estando dispuesto el centro de gravedad de la unidad de generación de energía a una tercera distancia frente a la estructura de torre a lo largo del sentido del viento entrante.

5 Por tanto, según esta realización, la turbina eólica comprende al menos dos unidades de generación de energía que comprenden rotores a favor del viento y al menos una unidad de generación de energía que comprende un rotor en contra del viento. En otra realización, la turbina eólica comprende al menos dos unidades de generación de energía que comprenden rotores en contra del viento y al menos una unidad de generación de energía que comprende un rotor a favor del viento. En el presente contexto, el término 'rotor en contra del viento' debe interpretarse como un rotor que, durante su funcionamiento normal, se dispone para colocarse a un lado en contra del viento de la estructura de torre. Por tanto, cuando la turbina eólica está dispuesta en una posición de guiñada correcta, los uno o más rotores en contra del viento se disponen frente a la estructura de torre a lo largo del sentido del viento entrante.

15 Dado que la al menos una o al menos dos unidad(es) de generación de energía que comprende rotor(es) a favor del viento se dispone(n) con sus centros de gravedad detrás de la estructura de torre, a lo largo del sentido del viento entrante, y la al menos una unidad de generación de energía que comprende un rotor en contra del viento se dispone(n) con su(s) centro(s) de gravedad frente a la estructura de torre, a lo largo del sentido del viento entrante, es posible equilibrar el par de fuerzas introducido en la estructura portadora de carga y/o transferirlo de la estructura portadora de carga a la estructura de torre, a lo largo del sentido del viento entrante, debido a la gravedad que actúa sobre las unidades de generación de energía.

25 Con el fin de equilibrar el par de fuerzas a lo largo del sentido del viento entrante, tal como se describió anteriormente, la primera distancia y la tercera distancia pueden seleccionarse de manera adecuada. Por ejemplo, suponiendo que las masas de las unidades de generación de energía son sustancialmente idénticas, en el caso de que una estructura portadora de carga dada porte dos unidades de generación de energía que comprenden rotores a favor del viento y una unidad de generación de energía que comprende un rotor en contra del viento, la tercera distancia puede ventajosamente ser aproximadamente dos veces la primera distancia. De manera similar, si una estructura portadora de carga dada porta dos unidades de generación de energía que comprenden rotores a favor del viento y dos unidades de generación de energía que comprenden rotores en contra del viento, la tercera distancia puede ventajosamente ser aproximadamente igual a la primera distancia.

35 Además, las una o más unidades de generación de energía que comprenden rotores en contra del viento pueden disponerse de tal manera que las una o más unidades de generación de energía que comprenden rotores a favor del viento no están dispuestas en su(s) estela(s). Por ejemplo, la(s) unidad(es) de generación de energía que comprende(n) rotor(es) en contra del viento puede(n) disponerse directamente frente a la estructura de torre.

40 El centro de gravedad de la(s) unidad(es) de generación de energía que comprende(n) al menos un rotor en contra del viento puede disponerse en un nivel vertical que difiere del nivel vertical del al menos uno o al menos dos unidades de generación de energía que comprenden rotores a favor del viento. De ese modo, se garantiza que las unidades de generación de energía que comprenden rotores a favor del viento se dispongan fuera de la estela de la unidad de generación de energía que comprende un rotor en contra del viento. Al menos una estructura portadora de carga puede disponerse para portar al menos dos segundas unidades de generación de energía, las al menos dos segundas unidades de generación de energía que portan rotores en contra del viento si dichos al menos dos primeros rotores son rotores a favor del viento, y las al menos dos segundas unidades de generación de energía que llevan rotores a favor del viento si dichos al menos dos primeros rotores son rotores en contra del viento, disponiéndose las al menos dos segundas unidades de generación de energía con sus centros de gravedad en un plano vertical común que se extiende sustancialmente de manera perpendicular al sentido del viento entrante, en la tercera distancia desde la estructura de torre a lo largo del sentido del viento entrante. Por ejemplo, al menos una estructura portadora de carga puede disponerse para portar al menos dos unidades de generación de energía adicionales que comprenden rotores en contra del viento, disponiéndose las al menos dos unidades de generación de energía adicionales con sus centros de gravedad en un plano vertical común que se extiende sustancialmente de manera perpendicular al sentido del viento entrante, en la tercera distancia frente a la estructura de torre a lo largo del sentido del viento entrante.

55 Según tales realizaciones, al menos una de las estructuras portadoras de carga porta al menos dos unidades de generación de energía que comprenden rotores a favor del viento y al menos dos unidades de generación de energía que comprenden rotores en contra del viento. Las unidades de generación de energía que comprenden rotores a favor del viento se disponen preferiblemente con sus centros de gravedad detrás de la estructura de torre, en un plano horizontal común, y las unidades de generación de energía que comprenden rotores en contra del viento se disponen con sus centros de gravedad frente a la estructura de torre, en un plano vertical común. Por consiguiente, las unidades de generación de energía que comprenden rotores en contra del viento pueden disponerse, una encima de la otra, frente a la estructura de torre. Por ejemplo, las unidades de generación de energía que comprenden rotores en contra del viento pueden disponerse directamente frente a la estructura de torre, tal como se describió anteriormente.

65

Al menos una primera y/o segunda unidad de generación de energía que comprende un rotor en contra del viento puede disponerse con su centro de gravedad por encima del nivel vertical de al menos una primera y/o segunda unidad de generación de energía que comprende un rotor a favor del viento, y al menos una primera y/o segunda unidad de generación de energía que comprende un rotor en contra del viento se dispone con su centro de gravedad por debajo del nivel vertical de al menos una primera y/o segunda unidad de generación de energía que comprende un rotor a favor del viento. Por ejemplo, al menos una unidad de generación de energía que comprende un rotor en contra del viento puede disponerse con su centro de gravedad por encima del nivel vertical de las unidades de generación de energía que comprenden rotores a favor del viento, y al menos una unidad de generación de energía que comprende un rotor en contra del viento puede disponerse con su centro de gravedad por debajo del nivel vertical de las unidades de generación de energía que comprenden rotores a favor del viento.

Según estas realizaciones, el par de fuerzas introducido en la estructura portadora de carga, debido a la rotación de los rotores, también está equilibrado.

Las posiciones de los centros de gravedad para dos primeras y/o segundas unidades de generación de energía que comprenden rotores a favor del viento y dos primeras y/o segundas unidades de generación de energía que comprenden rotores en contra del viento pueden formar esquinas de un tetraedro regular. Por ejemplo, las posiciones de los centros de gravedad para dos unidades de generación de energía que comprenden rotores a favor del viento y dos unidades de generación de energía que comprenden rotores en contra del viento pueden formar esquinas de un tetraedro regular. De ese modo, se logra una construcción estable, que asegura que el par de fuerzas introducido en la estructura portadora de carga, debido a la gravedad que actúa sobre las unidades de generación de energía, así como debido a la rotación de los rotores, esté equilibrado. El perfil del tetraedro de la turbina eólica puede ser más robusto para los cambios de guiñada y ráfagas de viento que otras configuraciones.

Al menos una estructura portadora de carga puede disponerse para portar al menos tres primeras y/o segundas unidades de generación de energía que comprenden un rotor a favor del viento y al menos dos primeras y/o segundas unidades de generación de energía que comprenden un rotor en contra del viento. La estructura portadora de carga puede comprender al menos tres brazos, portando cada brazo una primera y/o segunda unidad de generación de energía que comprende un rotor a favor del viento y una primera y/o segunda unidad de generación de energía que comprende un rotor en contra del viento, y estando conectado cada brazo a la estructura de torre por medio de una parte de conexión común. En una realización de este tipo, al menos una estructura portadora de carga puede disponerse para portar al menos tres unidades de generación de energía que comprenden un rotor a favor del viento y al menos tres unidades de generación de energía que comprenden un rotor en contra del viento, y la estructura portadora de carga puede comprender al menos tres brazos, portando cada brazo una unidad de generación de energía que comprende un rotor a favor del viento y una unidad de generación de energía que comprende un rotor en contra del viento, y estando conectado cada brazo a la estructura de torre a través de una parte de conexión común.

Según tales realizaciones, cada uno de los brazos de la estructura portadora de carga que porta dos unidades de generación de energía, es decir, una unidad de generación de energía que comprende un rotor a favor del viento y una unidad de generación de energía que comprende un rotor en contra del viento. De ese modo, el par de fuerzas introducido en un brazo dado, debido a la rotación de los rotores de las unidades de generación de energía, se equilibrará en una posición a lo largo de la longitud del brazo que se encuentra aproximadamente a mitad de camino entre los puntos de unión de las dos unidades de generación de energía. Además, el par de fuerzas introducido en el brazo, debido a la gravedad que actúa sobre las unidades de generación de energía también se equilibrará en esta posición. Por consiguiente, si los brazos están conectados a la parte de conexión común en esta posición a lo largo de las longitudes de los brazos, se minimiza la transferencia de par de fuerzas desde los brazos a la estructura de torre. Por consiguiente, se minimizan las cargas introducidas en la parte de conexión común, así como en la estructura de torre.

Al menos una estructura portadora de carga puede comprender al menos dos estructuras primarias y al menos dos estructuras secundarias, y la gravedad que actúa sobre las unidades de generación de energía que se transportan por la estructura portadora de carga puede provocar impulso en las estructuras primarias y tracción en las secundarias.

Según esta realización, las estructuras secundarias se precargan automáticamente, debido a la gravedad que actúa sobre las unidades de generación de energía. La precarga de las estructuras secundarias garantiza que estas estructuras sean capaces de manejar cargas procedentes del empuje de las unidades de generación de energía. En el caso de que dos estructuras secundarias se extiendan en lados opuestos de las estructuras primarias, las cargas de empuje que actúan en un sentido aumentarán la tracción en una primera estructura secundaria y disminuirán la tracción en la segunda estructura secundaria, mientras que las cargas de empuje que actúan en un sentido opuesto disminuirán la tracción en la primera estructura secundaria y aumentarán la tracción en la segunda estructura secundaria. Sin embargo, la precarga en las estructuras secundarias garantiza que una cierta tracción permanezca en cada una de las estructuras secundarias, también cuando se disminuye la tracción, debido a las cargas de empuje. Los dos sentidos opuestos podrían, por ejemplo, ser el sentido del viento entrante y el sentido opuesto.

Las estructuras primarias pueden ser en forma de una o más barras de compresión. Las barras de compresión son adecuadas para recibir impulso. Las barras de compresión podrían, por ejemplo, ser en forma de tubos, varillas, vigas, tales como vigas en I, etc.

- 5 Las estructuras secundarias pueden ser en forma de uno o más elementos de tensión. Los elementos de tensión son adecuados para recibir tracción. Los elementos de tensión podrían, por ejemplo, ser en forma de barras o estructuras de fibra de carbono, o en forma de elementos flexibles, como cables, cuerdas, etc.

### Breve descripción de los dibujos

- 10 La invención se describirá ahora con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos en los que
- la figura 1 es una vista en perspectiva de una turbina eólica multirrotores según una primera realización de la invención,
- 15 las figuras 2a y 2b son vistas en perspectiva de una turbina eólica multirrotores según una segunda realización de la invención,
- las figuras 3a y 3b son vistas en perspectiva de una turbina eólica multirrotores según una tercera realización de la invención,
- 20 las figuras 4a y 4b son vistas en perspectiva de una turbina eólica multirrotores según una cuarta realización de la invención,
- 25 las figuras 5a y 5b son vistas en perspectiva de una turbina eólica multirrotores según una quinta realización de la invención,
- las figuras 6a y 6b son vistas en perspectiva de una turbina eólica multirrotores según una sexta realización de la invención, y
- 30 las figuras 7a-7d son ilustraciones esquemáticas de configuraciones de unidades de generación de energía.

### Descripción detallada de los dibujos

- 35 La figura 1 es una vista en perspectiva de una turbina eólica multirrotores 1 según una primera realización de la invención. La turbina eólica multirrotores 1 comprende una estructura de torre 2 y una estructura portadora de carga en forma de dos brazos 3 que se extienden desde la estructura de torre 2, y un cable 4. Cada uno de los brazos 3 porta una unidad de generación de energía 5, y el cable 4 interconecta las unidades de generación de energía 5 o las partes de los brazos 3 que portan las unidades de generación de energía 5. Toda la estructura portadora de carga 3,
- 40 4 está dispuesta para realizar movimientos de guiñada con respecto a la estructura de torre 2 sobre un eje de rotación que coincide sustancialmente con un eje longitudinal definido por la estructura de torre 2, por medio de un mecanismo de guiñada (no mostrado). De ese modo, las unidades de generación de energía 5 pueden orientarse de manera correcta con respecto al viento entrante.
- 45 Cada unidad de generación de energía 5 comprende un rotor a favor del viento 6, y cada unidad de generación de energía 5 tiene un centro de gravedad. Los centros de gravedad para ambas de las unidades de generación de energía 5 se disponen en una primera distancia detrás de la estructura de torre 2, a lo largo del sentido del viento entrante, es decir, en el lado de sotavento de la estructura de torre 2. Por consiguiente, los puntos de ataque de las fuerzas de empuje que actúan sobre las unidades de generación de energía 5 se disponen detrás de la estructura de
- 50 torre 2 y, de ese modo, detrás del eje de rotación para los movimientos de guiñada de la estructura portadora de carga 3, 4.
- Además, los centros de gravedad de las unidades de generación de energía 5 se disponen sustancialmente al mismo nivel vertical, y en lados opuestos de la estructura de torre 2, en una segunda distancia con respecto a la
- 55 estructura de torre 2, a lo largo de una dirección sustancialmente perpendicular al viento entrante. Por consiguiente, las distancias de cada una de las unidades de generación de energía 5 a la estructura de torre 2, a lo largo de la dirección perpendicular del sentido del viento entrante, son sustancialmente idénticas.
- Las posiciones mutuas de las unidades de generación de energía 5 y de la estructura de torre 2 garantizan que la estructura portadora de carga 3, 4 sea capaz de realizar movimientos de autoguiñada en relación con la estructura de torre 2, de manera estable y fiable, incluso en condiciones de viento turbulento.
- 60 Los brazos 3 son relativamente rígidos, mientras que el cable 4 es relativamente flexible. Por consiguiente, la gravedad que actúa sobre las unidades de generación de energía 5 provoca impulso en los brazos 3 y tracción en el cable 4.
- 65

Las figuras 2a y 2b son vistas en perspectiva de una turbina eólica multirrotor 1 según una segunda realización de la invención, vista desde dos ángulos diferentes. La turbina eólica multirrotor 1 de las figuras 2a y 2b es similar a la turbina eólica multirrotor 1 de la figura 1 porque comprende una estructura de torre 2 y una estructura portadora de carga 3, 4, que porta dos unidades de generación de energía 5, comprendiendo cada una un rotor a favor del viento 6. Además, las posiciones mutuas de las unidades de generación de energía 5 y de la estructura de torre 2 son esencialmente tal como se describió anteriormente con referencia a la figura 1.

En la realización ilustrada en las figuras 2a y 2b, la estructura portadora de carga comprende tres brazos 3 y tres cables 4. Dos de los brazos 3 portan unidades de generación de energía 5 que comprenden rotores a favor del viento 6, tal como se describió anteriormente con referencia a la figura 1. Por consiguiente, la estructura portadora de carga 3, 4 es también en este caso capaz de realizar autoguiñada de manera fiable y estable, incluso en condiciones de viento turbulento.

El tercer brazo 3 porta una unidad de generación de energía adicional 7 que comprende un rotor en contra del viento 8. Los tres cables 4 interconectan cada uno dos de las unidades de generación de energía 5, 7. El centro de gravedad de la unidad de generación de energía adicional 7 se dispone en una tercera distancia frente a la estructura de torre 2 a lo largo del sentido del viento entrante. Además, el centro de gravedad de la unidad de generación de energía adicional 7 se dispone en un nivel vertical inferior a los centros de gravedad de las dos unidades de generación de energía 5 que comprenden rotores a favor del viento 6.

La tercera distancia es sustancialmente el doble de la primera distancia. Por consiguiente, el par de fuerzas introducido en la estructura portadora de carga 3, 4, debido a la gravedad que actúa sobre las unidades de generación de energía 5, 7, se equilibra en el punto donde los brazos 3 están conectados a la estructura de torre 2.

Dado que el centro de gravedad de la unidad de generación de energía 7 que comprende un rotor en contra del viento 8 se dispone en un nivel vertical diferente a los centros de gravedad de las unidades de generación de energía 5 que comprenden rotores a favor del viento 6, se garantiza que los rotores a favor del viento 6 se disponen sustancialmente fuera de la estela del rotor en contra del viento 8. Por consiguiente, se maximiza la producción total de energía de la turbina eólica multirrotor 1.

Las figuras 3a y 3b son vistas en perspectiva de una turbina eólica multirrotor 1 según una tercera realización de la invención, vista desde dos ángulos diferentes. La turbina eólica multirrotor 1 de las figuras 3a y 3b es muy similar a la turbina eólica multirrotor 1 de las figuras 2a y 2b y, por lo tanto, no se describirá con más detalle en el presente documento.

Sin embargo, en la turbina eólica multirrotor 1 de las figuras 3a y 3b, el centro de gravedad de la unidad de generación de energía 7 que comprende un rotor en contra del viento 8 se dispone en un nivel vertical superior a los centros de gravedad de las unidades de generación de energía 5 que comprenden rotores a favor del viento 6. Sin embargo, las observaciones expuestas anteriormente con referencia a las figuras 2a y 2b son igualmente aplicables en este caso.

Las figuras 4a y 4b son vistas en perspectiva de una turbina eólica multirrotor 1 según una cuarta realización de la invención, vista desde dos ángulos diferentes. De manera similar a las realizaciones primera, segunda y tercera descritas anteriormente, la turbina eólica multirrotor 1 de las figuras 4a y 4b comprende una estructura de torre 2 y una estructura portadora de carga 3, 4 que porta dos unidades de generación de energía 5, que comprende cada una un rotor a favor del viento 6. Las posiciones mutuas de las unidades de generación de energía 5 que comprenden rotores a favor del viento 6 y la estructura de torre 2 son esencialmente las descritas anteriormente con referencia a la figura 1. Por consiguiente, la estructura portadora de carga 3, 4 es, también en este caso, capaz de realizar movimientos de autoguiñada con respecto a la estructura de torre 2, de manera estable y fiable, incluso en condiciones de viento turbulento.

La estructura portadora de carga de la turbina eólica multirrotor 1 de las figuras 4a y 4b comprende cuatro brazos 3 y seis cables 4. Dos de los brazos 3 llevan las unidades de generación de energía 5 que comprenden rotores a favor del viento 6. Los otros dos brazos 3 llevan cada uno una unidad de generación de energía 7 que comprende un rotor en contra del viento 8. Los cables 4 interconectan cada una de las unidades de generación de energía 5, 7 a las otras tres unidades de generación de energía 5, 7.

Los centros de gravedad de las unidades de generación de energía 7 que comprenden rotores en contra del viento 8 se disponen, uno encima del otro, en un plano vertical común. Una de las unidades de generación de energía 7 se dispone por encima del nivel vertical de las unidades de generación de energía 5 que comprenden rotores a favor del viento 6, y la otra unidad de generación de energía 7 se dispone por debajo de este nivel vertical.

La primera distancia, es decir, la distancia desde la estructura de torre 2 a los centros de gravedad de las unidades de generación de energía 5 que comprenden rotores a favor del viento 6, a lo largo del sentido del viento entrante, es sustancialmente idéntica a la tercera distancia, es decir, la distancia desde la estructura de torre 2 a los centros de gravedad de las unidades de generación de energía 7 que comprenden rotores en contra del viento 8, a lo largo

del sentido del viento entrante. De ese modo, se garantiza que el par de fuerzas introducido en la estructura portadora de carga 3, 4, debido a la gravedad que actúa sobre las unidades de generación de energía 5, 7, esté equilibrado en el punto donde los brazos 3 están conectados a la estructura de torre 2.

5 Dado que la turbina eólica multirrotor 1 comprende dos rotores a favor del viento 6 y dos rotores en contra del viento 8, el par de fuerzas introducido en la estructura portadora de carga 3, 4, debido a la rotación de los rotores 6, 8, se equilibra en la posición donde los brazos 3 están conectados a la estructura de torre 2. Por consiguiente, se minimizan las cargas transferidas desde los brazos 3 a la estructura de torre 2.

10 Las cuatro unidades de generación de energía 5, 7 se colocan de tal manera que las posiciones de sus centros de gravedad forman las esquinas de un tetraedro regular. Se trata de una construcción muy estable, lo que asegura que el par de fuerzas introducido en la estructura portadora de carga 3, 4, debido a la gravedad que actúa sobre las unidades de generación de energía 5, 7, así como debido a la rotación de los rotores 6, 8, esté equilibrado.

15 Las figuras 5a y 5b son vistas en perspectiva de una turbina eólica multirrotor 1 según una quinta realización de la invención, vista desde dos ángulos diferentes. La turbina eólica multirrotor 1 comprende una estructura de torre 2 y una estructura portadora de carga que comprende tres brazos 3 y varios cables 4.

20 Cada uno de los brazos 3 lleva una unidad de generación de energía 5 que comprende un rotor a favor del viento 6 y una unidad de generación de energía 7 que comprende un rotor en contra del viento 8. Por consiguiente, la turbina eólica multirrotor 1 comprende tres unidades de generación de energía 5 que comprenden rotores a favor del viento 6 y tres unidades de generación de energía 7 que comprenden rotores en contra del viento 8. Los brazos 3 están conectados a la estructura de torre 2 en un punto de conexión común.

25 Los centros de gravedad de todas las unidades de generación de energía 5 que comprenden rotores a favor del viento 6 se disponen en un plano vertical común, a una primera distancia detrás de la estructura de torre 2, a lo largo del sentido del viento entrante. Del mismo modo, los centros de gravedad de todas las unidades de generación de energía 7 que comprenden rotores en contra del viento 8 se disponen en un plano vertical común, a una tercera distancia frente a la estructura de torre 2, a lo largo del sentido del viento entrante. La primera distancia es sustancialmente idéntica a la tercera distancia. De este modo, el par de fuerzas introducido en la estructura portadora de carga 3, 4, debido a la gravedad que actúa sobre las unidades de generación de energía 5, 7, se equilibra en la posición donde los brazos 3 están conectados a la estructura de torre 2.

35 Además, dado que cada uno de los brazos 3 porta una unidad de generación de energía 5 que comprende un rotor a favor del viento 6 y una unidad de generación de energía 7 que comprende un rotor en contra del viento 8, el par de fuerzas introducido en cada uno de los brazos 3, debido a la rotación de los rotores 6, 8, también se equilibra en la posición donde el brazo 3 está conectado a la estructura de torre 2. Por consiguiente, se minimiza la transferencia de carga desde los brazos 3 a la estructura de torre 2.

40 Finalmente, la estructura portadora de carga 3, 4 es capaz de realizar movimientos de autoguiada en relación con la estructura de torre 2, de manera estable y fiable, incluso en condiciones de viento turbulento, por las razones expuestas anteriormente.

45 Las figuras 6a y 6b son vistas en perspectiva de una turbina eólica multirrotor 1 según una sexta realización de la invención, vista desde dos ángulos diferentes.

La turbina eólica multirrotor 1 de las figuras 6a y 6b es muy similar a la turbina eólica multirrotor 1 de las figuras 5a y 5b y, por lo tanto, no se describirá con más detalle en el presente documento.

50 Sin embargo, la turbina eólica multirrotor 1 de las figuras 6a y 6b comprende una unidad de generación de energía 7 que comprende un rotor en contra del viento 8. Esta unidad de generación de energía 7 se dispone directamente frente a la estructura de torre 2, a lo largo del sentido del viento entrante, y con su centro de gravedad en un nivel vertical correspondiente al nivel vertical del punto de conexión común entre los brazos 3 y la estructura de torre 2. De ese modo, se aumenta la producción total de energía de la turbina eólica multirrotor 1 sin riesgo de que ninguno de los rotores a favor del viento 6 se disponga en la estela del rotor en contra del viento adicional 8.

55 Las figuras 7a-7d son ilustraciones esquemáticas de configuraciones de unidades de generación de energía. Las configuraciones mostradas en las figuras 7a y 7c comprenden un rotor a favor del viento 6 y dos rotores en contra del viento 8. La configuración mostrada en la figura 7d comprende dos rotores a favor del viento 6 y dos rotores en contra del viento 8, montados sobre los respectivos brazos 3. Tal como se muestra, el par de brazos 3 que soporta los rotores en contra del viento 8 puede montarse y soportarse por una primera estructura de remolque 2, mientras que el par de brazos 3 que soporta los rotores a favor del viento 6 puede montarse y soportarse por una segunda estructura 2. De manera alternativa, ambos pares de brazos 3 pueden montarse y soportarse por una y la misma estructura de torre 2.

60 La figura 7b ilustra una vista lateral de la configuración de la figura 7c.

En las figuras 7a, 7c y 7d, el sentido del viento entrante se ilustra con la flecha 10.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Una turbina eólica multirrotor (1) que comprende una estructura de torre (2) y al menos una estructura portadora de carga (3, 4), estando dispuesta cada estructura portadora de carga (3, 4) para portar dos o más primeras unidades de generación de energía (5, 7) y para estar conectada a la estructura de torre (2), comprendiendo cada primera unidad de generación de energía (5, 7) un primer rotor (6, 8), y teniendo cada primera unidad de generación de energía (5, 7) un centro de gravedad,

10 caracterizada porque al menos dos de los primeros rotores son rotores a favor del viento (6), estando dispuestas las primeras unidades de generación de energía (5) que comprenden los al menos dos rotores a favor del viento (6) con sus respectivos centros de gravedad a una primera distancia detrás de la estructura de torre (2) a lo largo de un sentido del viento entrante, sustancialmente en el mismo nivel vertical, y en lados opuestos de la estructura de torre (2) a sustancialmente la misma segunda distancia con respecto a la estructura de torre (2) a lo largo de una dirección sustancialmente perpendicular al sentido del viento entrante.
- 20 2. Una turbina eólica multirrotor (1) según la reivindicación 1, en la que al menos una de la al menos una estructura portadora de carga (3, 4) está dispuesta para portar al menos una segunda unidad de generación de energía (7), siendo la al menos una segunda unidad de generación de energía (7) un rotor en contra del viento (8), estando dispuesto el centro de gravedad de al menos una de las segundas unidades de generación de energía (7) a una tercera distancia con respecto a la estructura de torre (2) a lo largo del sentido del viento entrante.
- 25 3. Una turbina eólica multirrotor (1) según la reivindicación 2, en la que el centro de gravedad de al menos una de dichas segundas unidades de generación de energía (7) está dispuesto a un nivel vertical que difiere del nivel vertical de al menos una de dichas al menos dos primeras unidades de generación de energía (5).
- 30 4. Una turbina eólica multirrotor (1) según la reivindicación 2 o 3, en la que al menos una estructura portadora de carga (3, 4) está dispuesta para portar al menos dos segundas unidades de generación de energía (7), portando las al menos dos segundas unidades de generación de energía (7) rotores en contra del viento, estando dispuestas las al menos dos segundas unidades de generación de energía (7) con sus centros de gravedad en un plano vertical común que se extiende de manera sustancialmente perpendicular al sentido del viento entrante, a la tercera distancia con respecto a la estructura de torre (2) a lo largo del sentido del viento entrante.
- 35 5. Una turbina eólica multirrotor (1) según la reivindicación 4, en la que al menos una segunda unidad de generación de energía (7) que comprende un rotor en contra del viento (8) está dispuesta con su centro de gravedad por encima del nivel vertical de al menos una primera unidad de generación de energía (5) que comprende un rotor a favor del viento (6), y al menos una segunda unidad de generación de energía (7) que comprende un rotor en contra del viento (8) está dispuesta con su centro de gravedad por debajo del nivel vertical de al menos una primera unidad de generación de energía (5) que comprende un rotor a favor del viento (6).
- 40 6. Una turbina eólica multirrotor (1) según la reivindicación 4 o 5, en la que las posiciones de los centros de gravedad para dos primeras unidades de generación de energía (5) que comprenden rotores a favor del viento (6) y dos segundas unidades de generación de energía (7) que comprenden rotores en contra del viento (8) forman esquinas de un tetraedro regular.
- 45 7. Una turbina eólica multirrotor (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que al menos una estructura portadora de carga (3, 4) está dispuesta para portar al menos tres primeras unidades de generación de energía (5) que comprenden un rotor a favor del viento (6) y al menos dos segundas unidades de generación de energía (7) que comprenden un rotor en contra del viento (8), y en la que la estructura portadora de carga (3, 4) comprende al menos tres brazos (3), portando cada brazo (3) una primera unidad de generación de energía (5) que comprende un rotor a favor del viento (6) y una segunda unidad de generación de energía (7) que comprende un rotor en contra del viento (8), y estando cada brazo (3) conectado a la estructura de torre (2) a través de una parte de conexión común.
- 50 8. Una turbina eólica multirrotor (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que al menos una estructura portadora de carga comprende al menos dos estructuras primarias (3) y al menos dos estructuras secundarias (4), y en la que la gravedad que actúa sobre las primeras y/o segundas unidades de generación de energía (5, 7) que se portan por la estructura portadora de carga (3, 4) provoca impulso en las estructuras primarias (3) y tracción en las estructuras secundarias (4).
- 55 9. Una turbina eólica multirrotor (1) según la reivindicación 8, en la que las estructuras primarias (3) son en forma de una o más barras de compresión.

10. Una turbina eólica multirrotor (1) según la reivindicación 8 o 9, en la que las estructuras secundarias (4) son en forma de uno o más elementos de tensión.

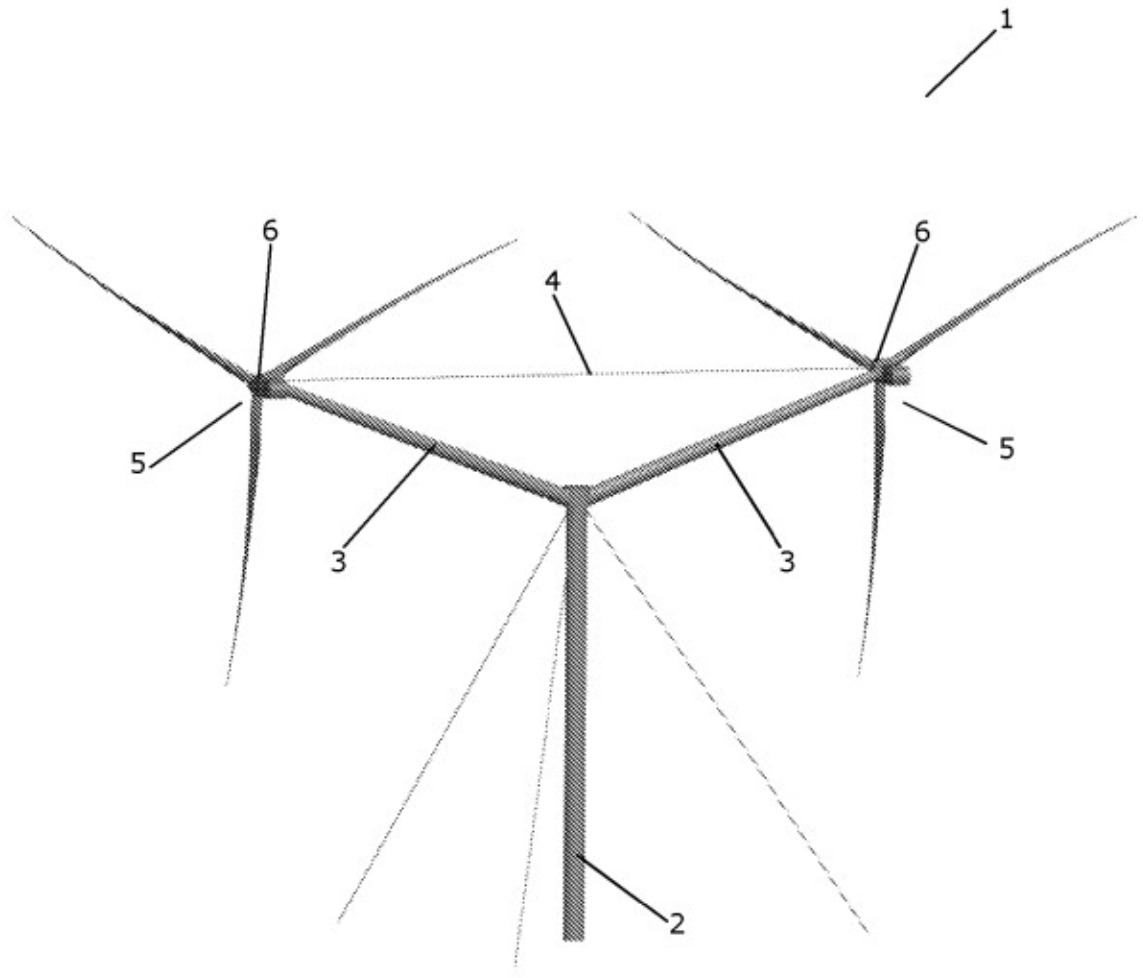


Fig. 1

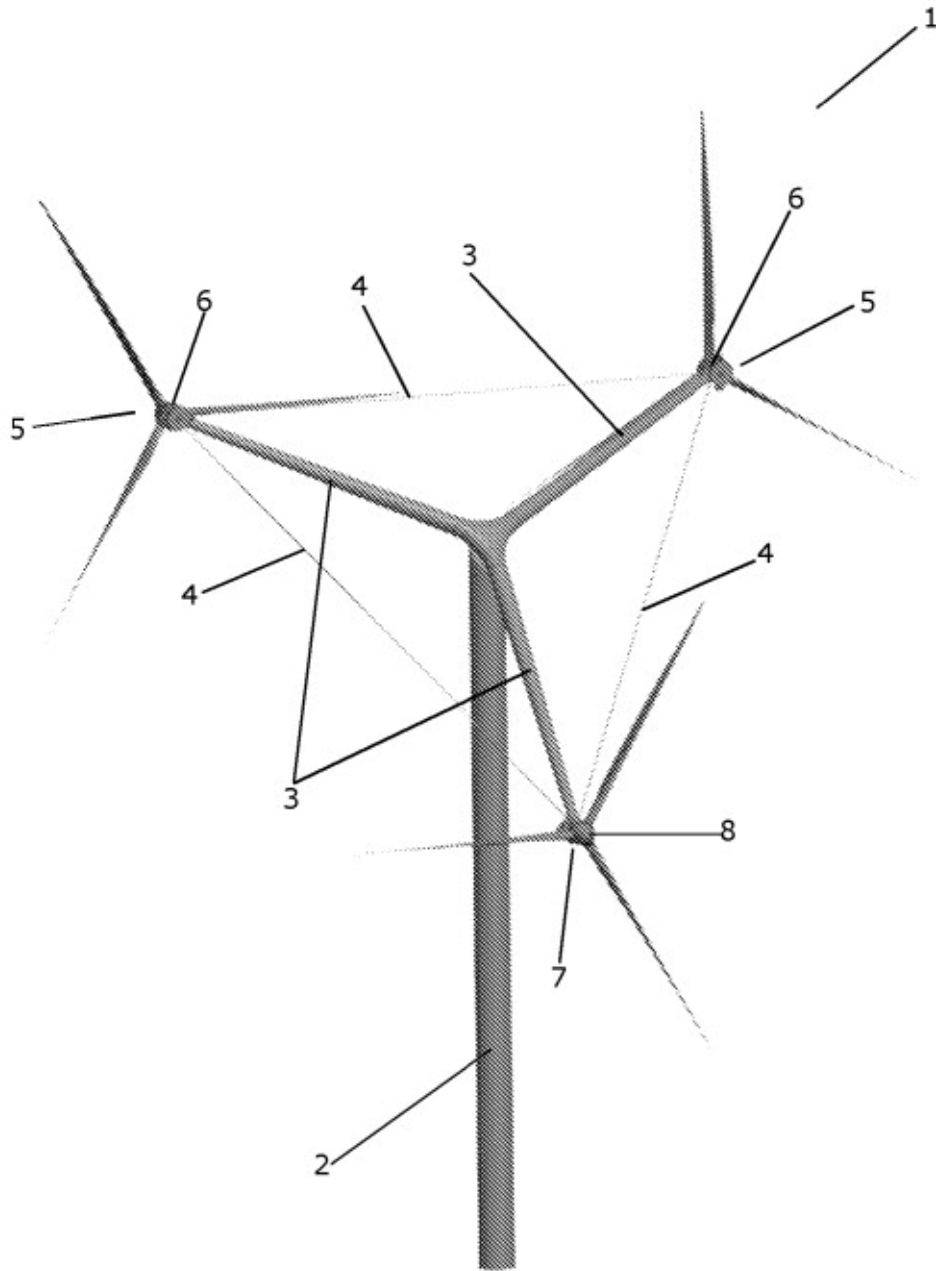


Fig. 2a

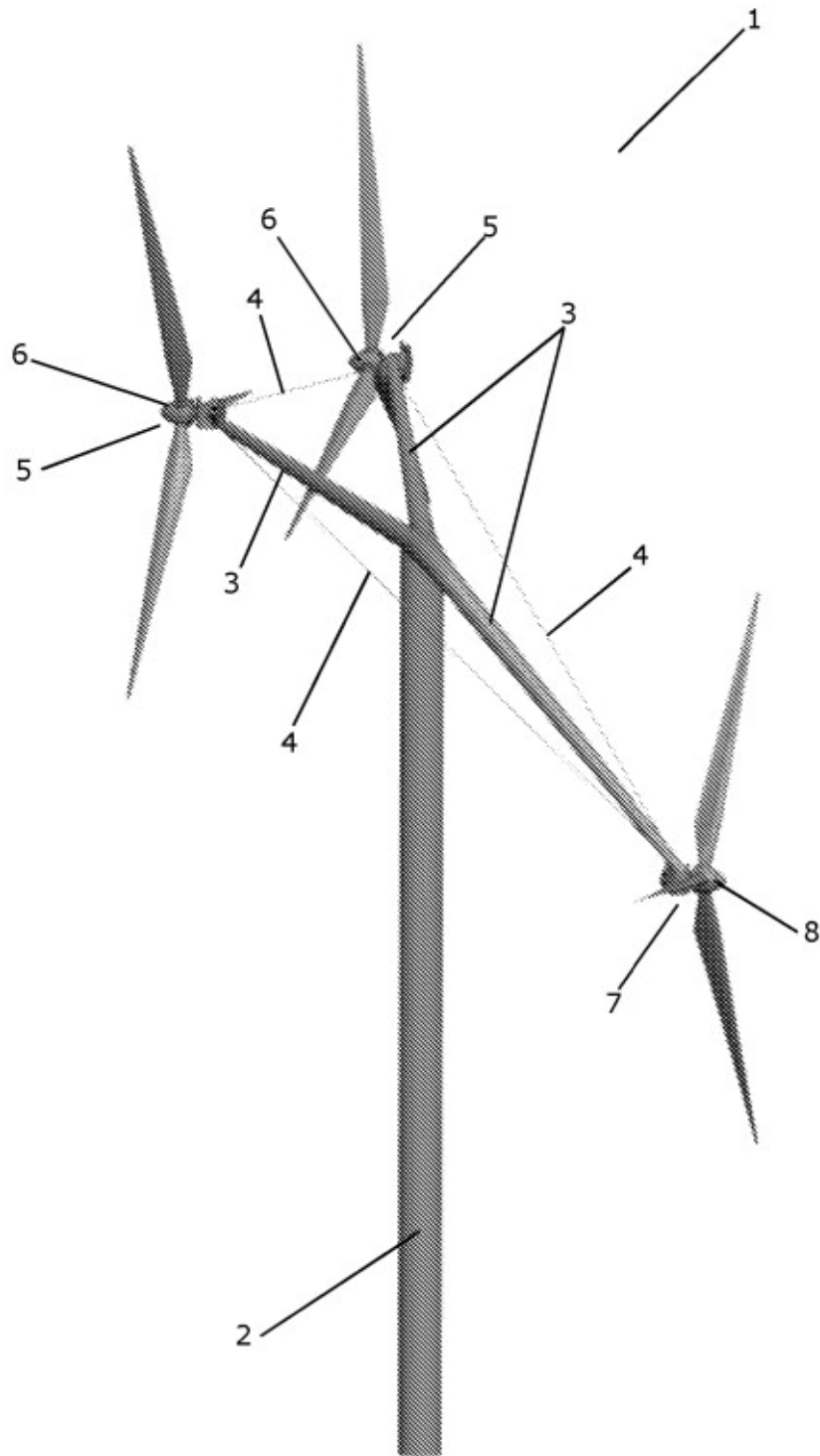


Fig. 2b

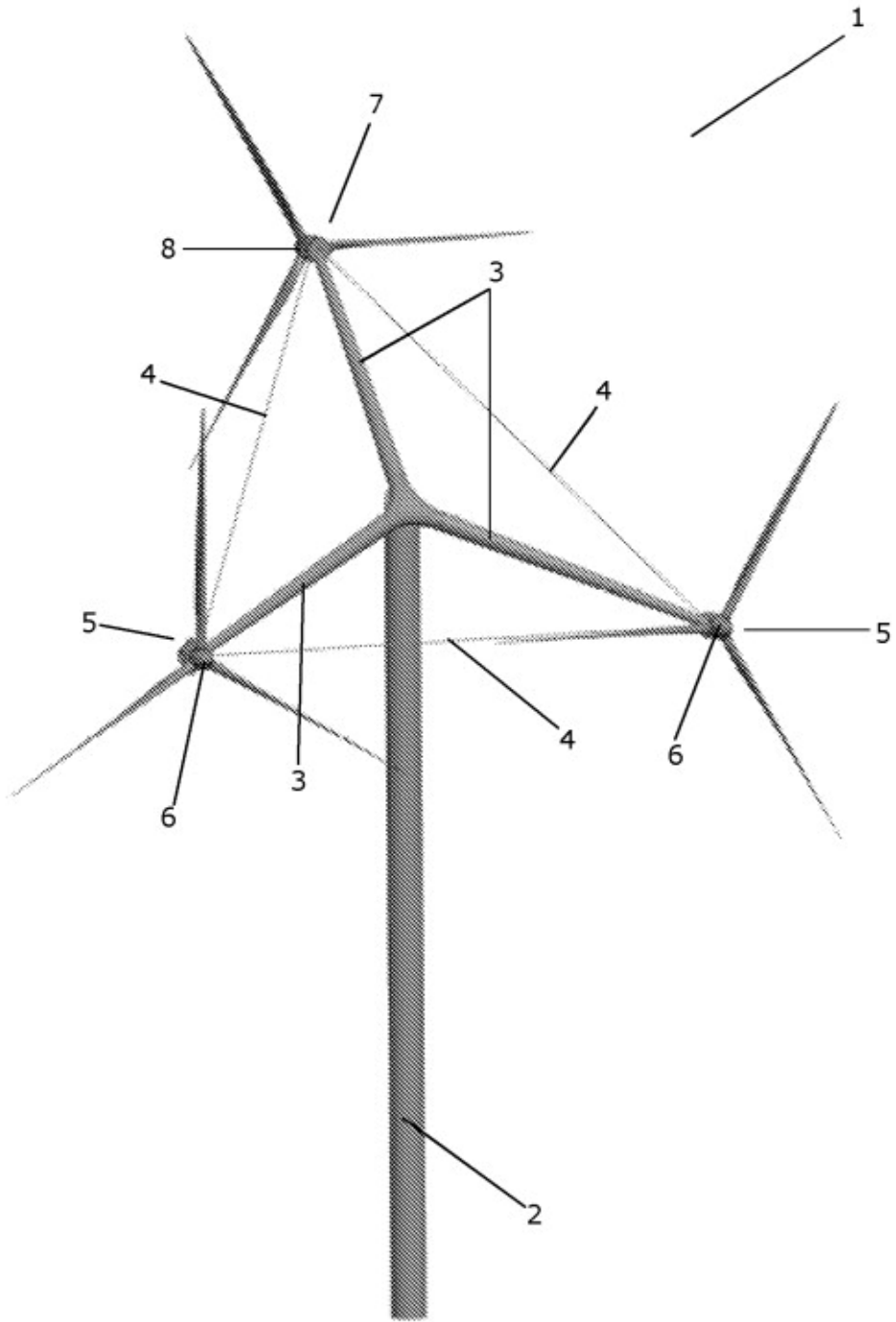


Fig. 3a

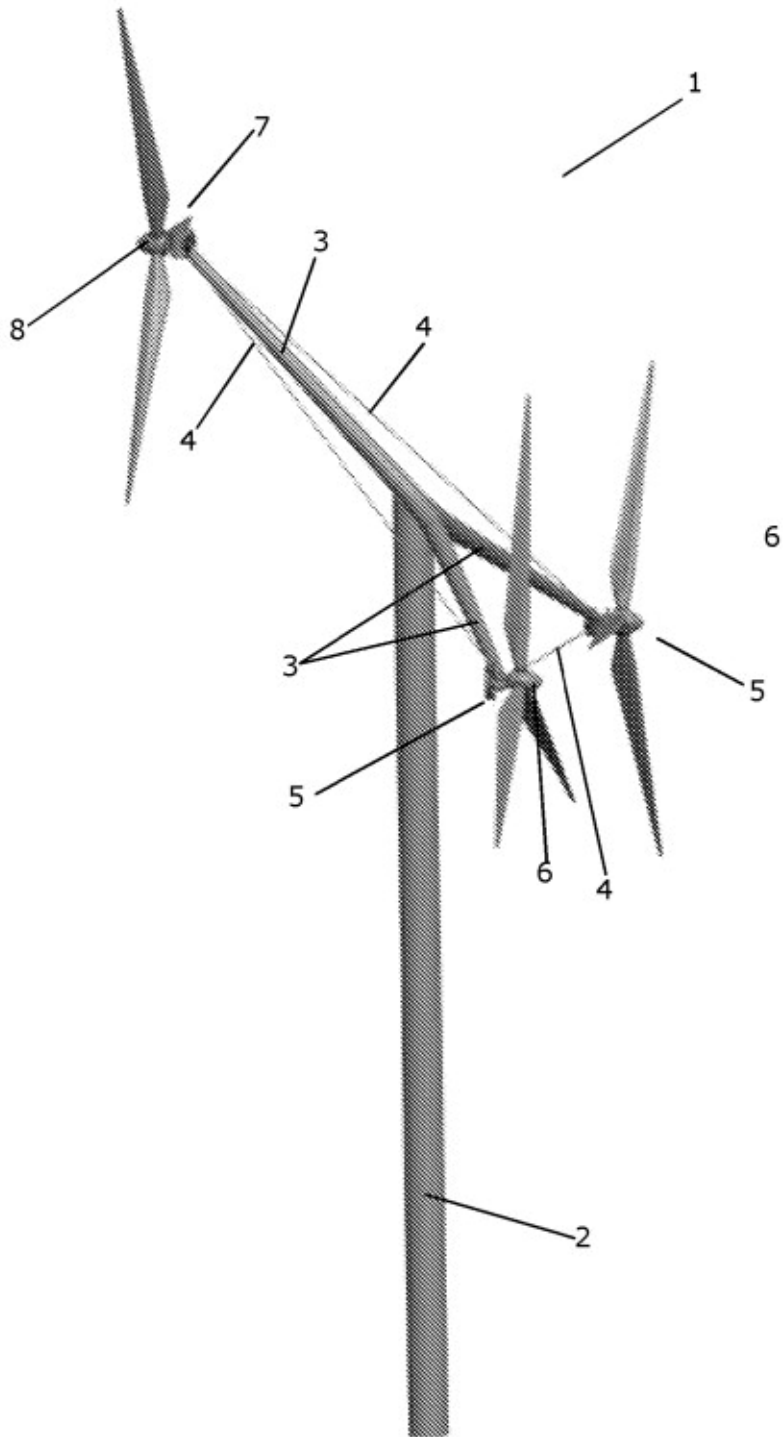


Fig. 3b

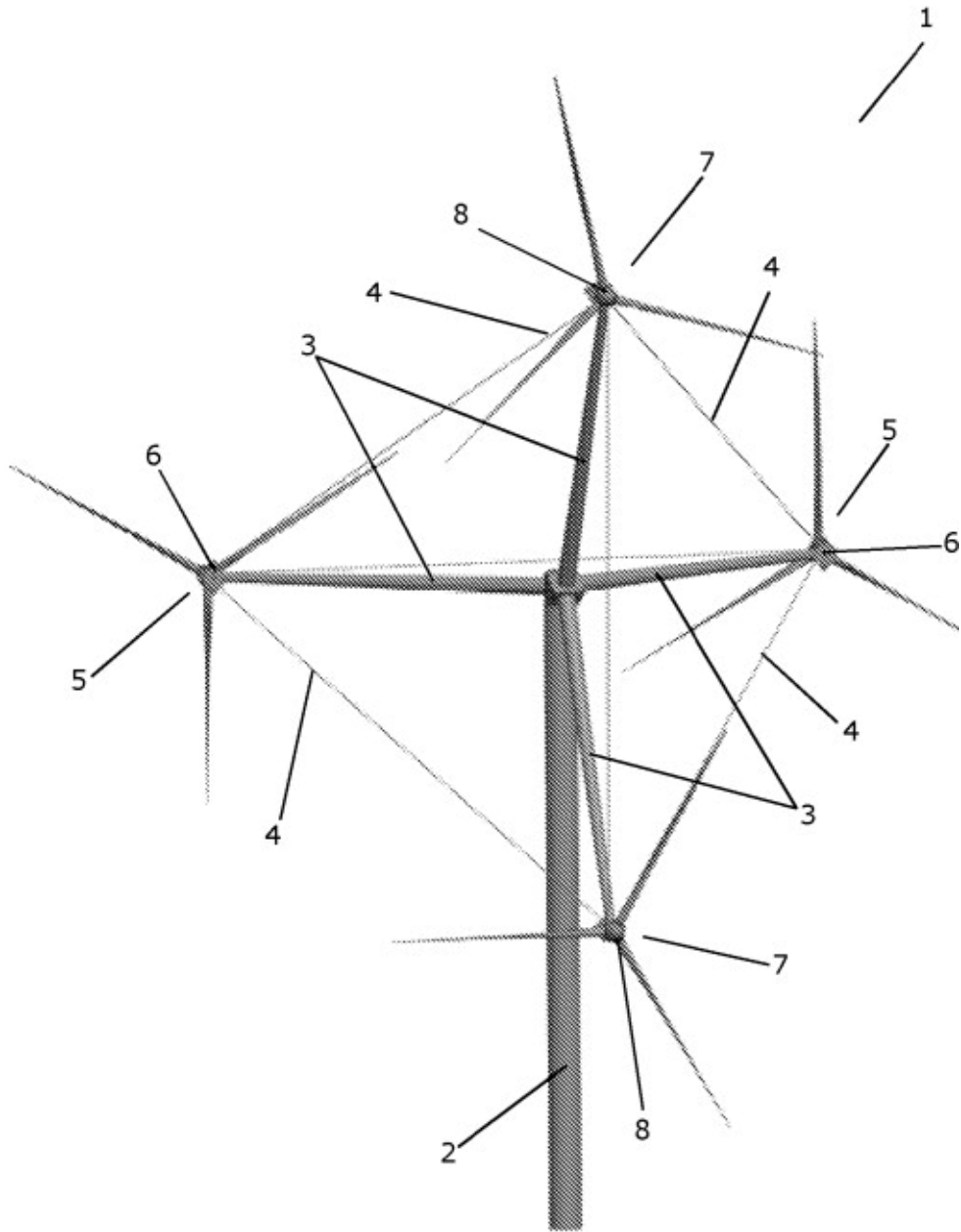


Fig. 4a

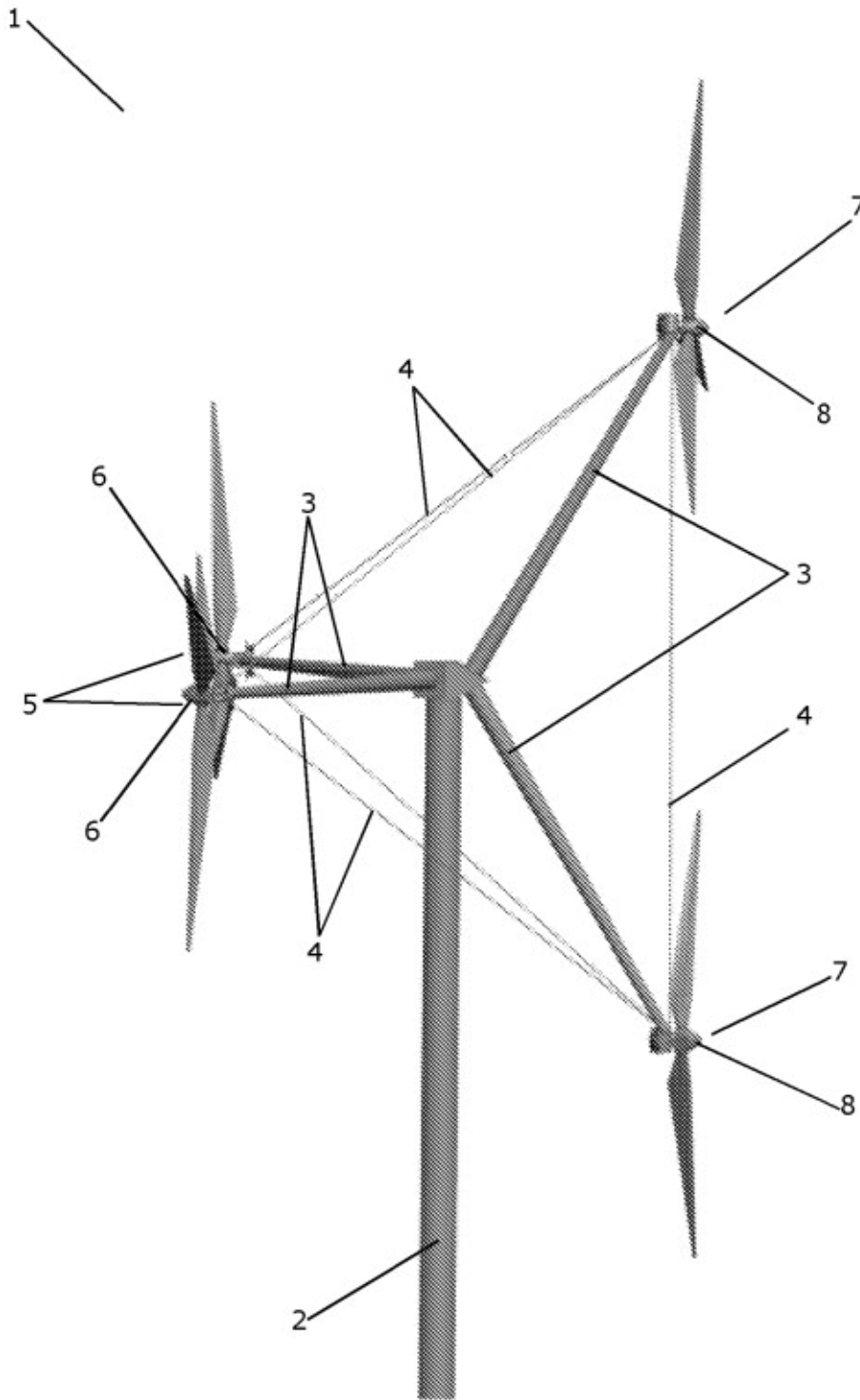


Fig. 4b

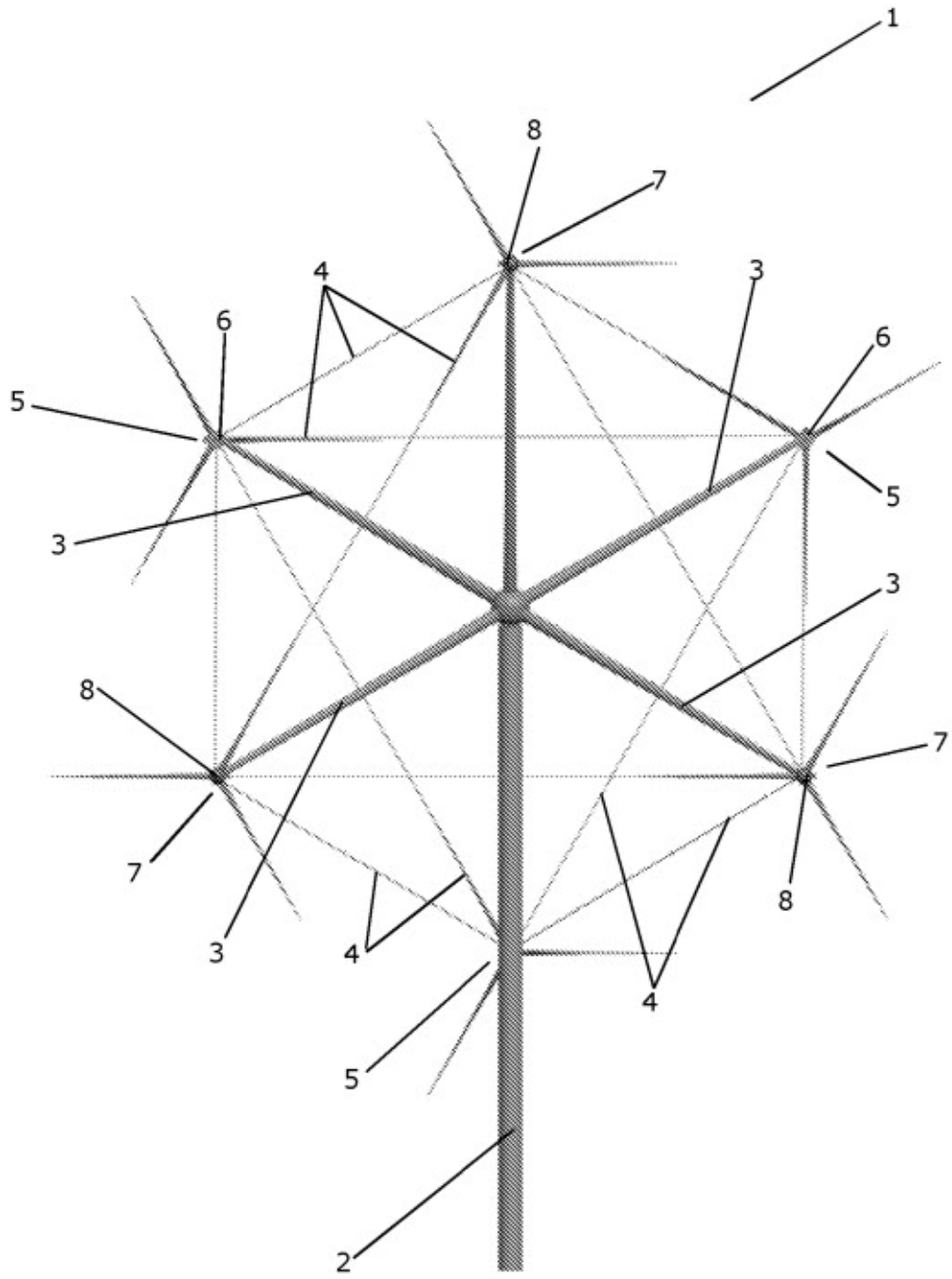


Fig. 5a

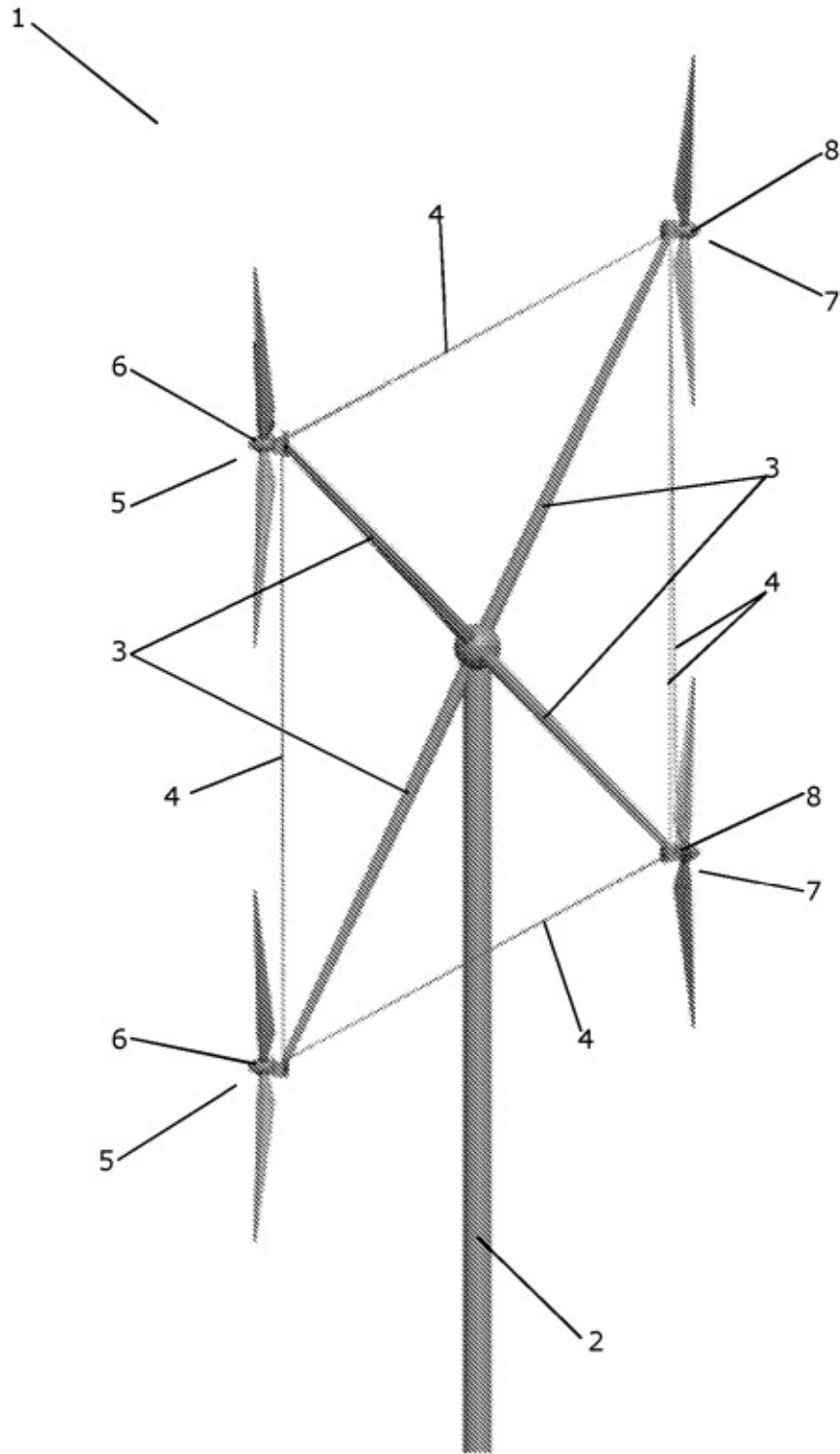


Fig. 5b

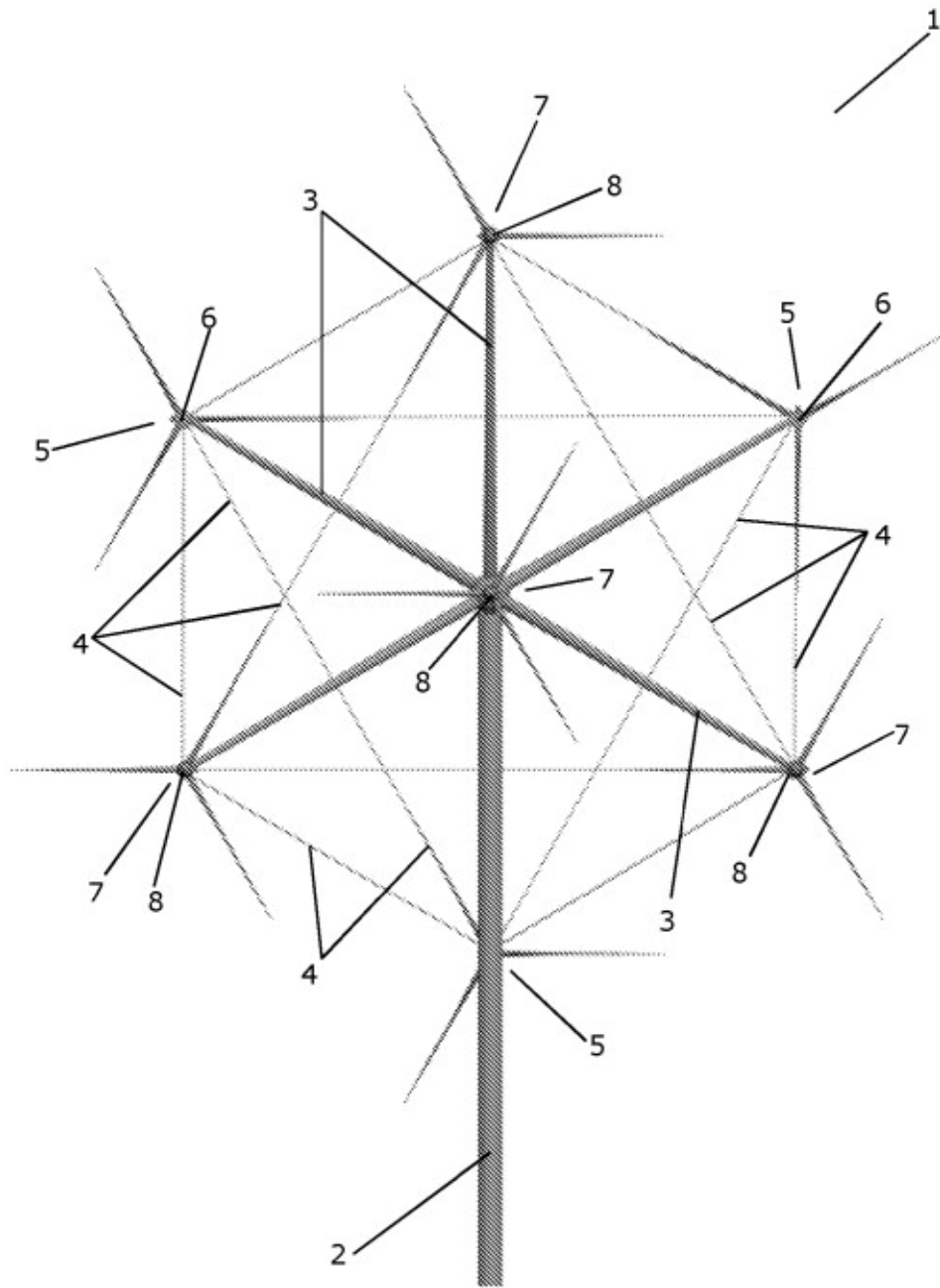


Fig. 6a

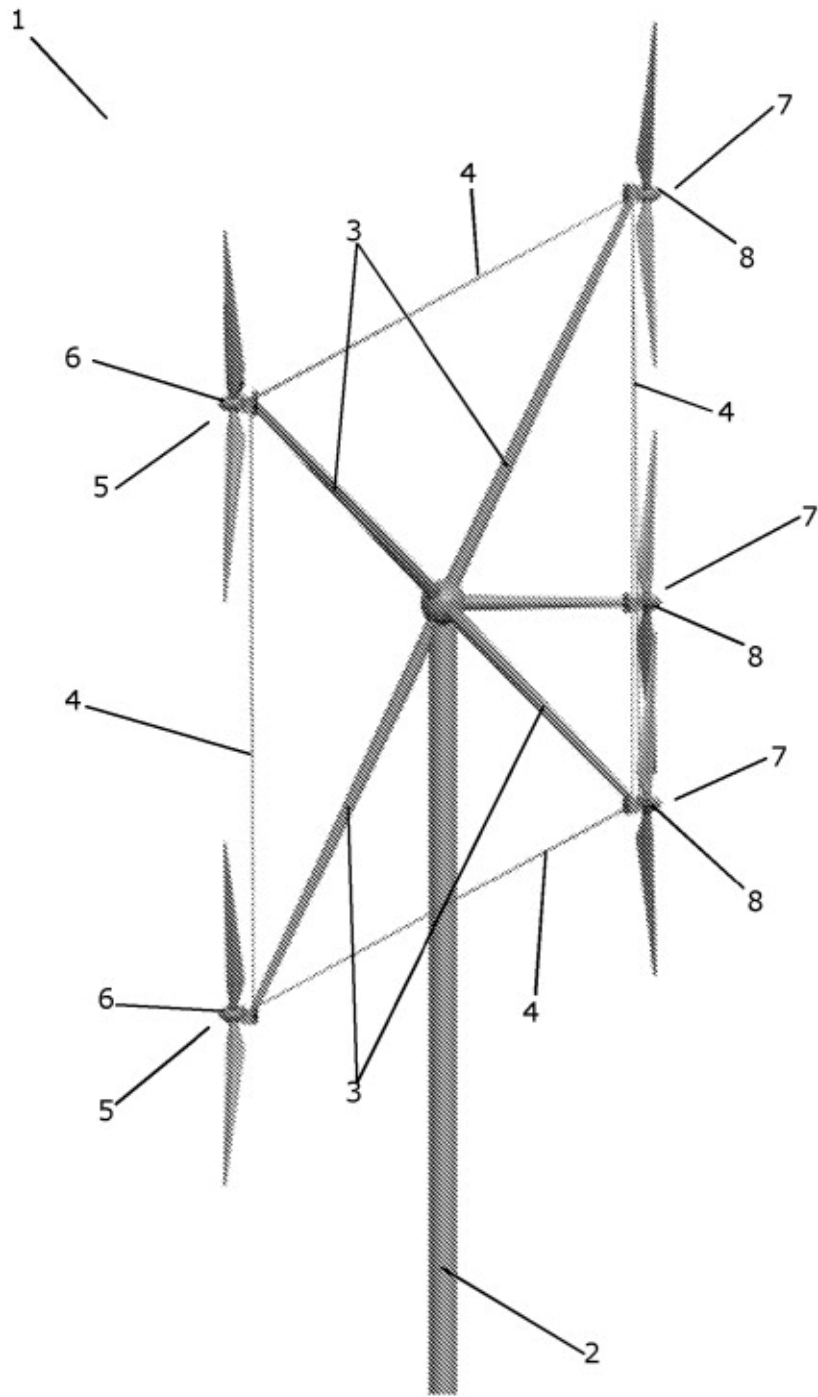


Fig. 6b

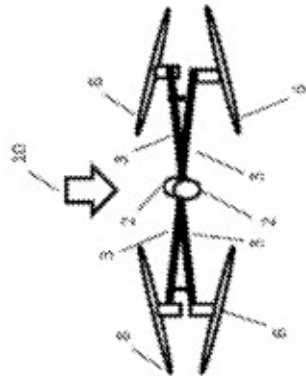


Fig. 7d

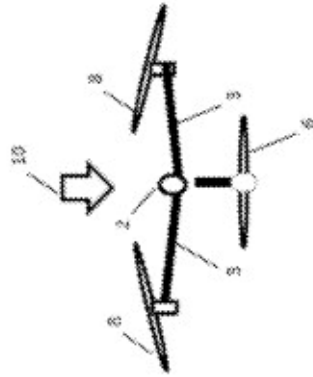


Fig. 7c



Fig. 7b

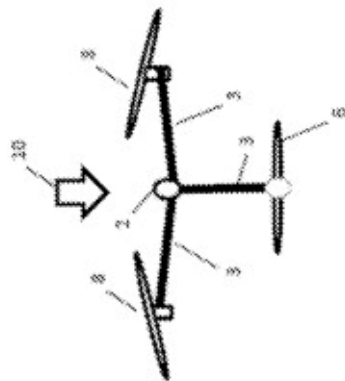


Fig. 7a