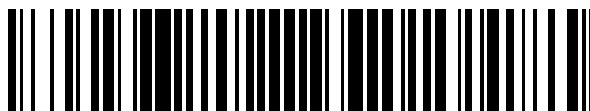


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 653 519**

51 Int. Cl.:

**F03D 1/02** (2006.01)

**F03D 7/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.09.2012 E 16170853 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.09.2017 EP 3081808**

54 Título: **Turbina eólica que tiene un eje horizontal con rotor eólico secundario**

30 Prioridad:

**30.09.2011 IT RM20110516**  
**17.10.2011 US 201161548067 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.02.2018**

73 Titular/es:

**ENEL GREEN POWER S.P.A. (100.0%)**  
**Viale Regina Margherita 125**  
**00198 Roma, IT**

72 Inventor/es:

**LA PEGNA, LUIGI y**  
**PIANO, RENZO**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

**ES 2 653 519 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 que tiene un eje horizontal con rotor eólico secundario

5 La presente descripción se refiere al campo técnico de la producción de energía eléctrica y, en particular, se refiere a una turbina eólica que tiene un eje horizontal.

10 Se usan cada vez más ampliamente las fuentes de energía renovables para la producción de energía eléctrica. En el campo de la energía renovable, existe en la actualidad un interés especial en la conversión de la energía eólica en energía eléctrica. Dicha conversión tiene lugar por medio de máquinas electromecánicas adecuadas, llamadas turbinas eólicas, capaces de transformar la energía cinética del viento en energía eléctrica lista para introducirse en una red eléctrica. Es posible distinguir turbinas eólicas de dos tipos diferentes, en particular, las turbinas eólicas de eje vertical y las turbinas eólicas de eje horizontal.

15 Las turbinas eólicas de eje horizontal, en la actualidad más comunes que las de eje vertical, comprenden generalmente una estructura de soporte vertical, una lanzadera orientable articulada de forma pivotante a la parte superior de la estructura de soporte vertical, un rotor eólico que comprende un grupo de palas fijadas a un buje, un árbol rotatorio conectado al buje y un alternador eléctrico alojado en el interior de la lanzadera y adaptado para convertir la energía mecánica rotativa del árbol en energía eléctrica. El rotor eólico, a través del efecto del viento interceptado por el grupo de palas, es tal como rotar alrededor de un eje generalmente horizontal, o ligeramente inclinado hacia un eje exactamente horizontal, para establecer el árbol rotatorio en rotación.

25 En la producción de energía eléctrica, para las turbinas eólicas con eje horizontal, existen generalmente dos umbrales de funcionamiento, mínimo y máximo, respectivamente, vinculados a la velocidad del viento. De hecho, por debajo de una velocidad mínima del viento, por ejemplo, si dicha velocidad es inferior a 3 m/s, el rotor eólico permanece estacionario, o se mantiene inmóvil, y, en dicha condición, la turbina eólica no suministra energía eléctrica. Además, si la velocidad del viento supera un umbral máximo, por ejemplo, si es superior a 25 m/s, por razones de seguridad y para evitar dañar la turbina eólica, está previsto bloquear forzosamente el rotor eólico. En este caso, tampoco se suministra energía eléctrica. Por lo tanto, en función de la velocidad del viento, generalmente altamente variable, las turbinas, en términos de producción de energía eléctrica, tienen un funcionamiento generalmente intermitente. Por otro lado, el sistema de gestión electrónica de la turbina eólica, dispuesto generalmente en la base del soporte vertical, se mantiene siempre generalmente alimentado con energía y en un estado de funcionamiento y, por lo tanto, si el rotor eólico está inmóvil porque la velocidad del viento está en el exterior del intervalo de funcionamiento entre el mínimo mencionado anteriormente y el umbral máximo, está previsto extraer energía eléctrica de la red en lugar de suministrar energía eléctrica. Las operaciones de inicio del rotor eólico implican también generalmente extraer energía de la red eléctrica.

40 El funcionamiento intermitente descrito anteriormente representa probablemente el mayor inconveniente de una turbina eólica de eje horizontal.

El propósito de la presente descripción es proporcionar una turbina eólica tal que evite al menos parcialmente el inconveniente descrito anteriormente con referencia a las turbinas de la técnica anterior.

45 Dicho propósito se logra a través de una turbina eólica como se define en general en la reivindicación 1. Se definen modos de realización preferidos y ventajosos de la turbina eólica mencionada anteriormente en las reivindicaciones dependientes adjuntas.

50 La invención se hará más evidente a partir de la descripción detallada siguiente de un modo de realización particular dado como ejemplo y, por lo tanto, de ninguna forma limitativa, en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 muestra una vista lateral en alzado de un modo de realización de una turbina eólica de eje horizontal que comprende una lanzadera, un rotor eólico primario y un rotor eólico secundario;
- 55 • la figura 2 muestra una vista lateral en alzado de la lanzadera y del rotor eólico secundario de la turbina de la figura 1;
- la figura 3 muestra una vista en planta desde arriba de la lanzadera y del rotor eólico secundario de la turbina de la figura 1; y
- la figura 4 muestra una vista en perspectiva de la lanzadera y del rotor eólico secundario de la turbina de la figura 1.

60 En las figuras, se indicarán con los mismos números de referencia elementos que son los mismos o similares.

65 Con referencia a las figuras adjuntas, se muestra un modo de realización no limitativo de una turbina eólica de eje horizontal, indicada globalmente con 1.

## ES 2 653 519 T3

De acuerdo con un modo de realización, sin por ello introducir ninguna limitación, la turbina eólica 1 es una denominada miniturbina eólica ya que es capaz de desarrollar una energía eléctrica por debajo de 200 kW, por ejemplo, igual a aproximadamente 50-60 kW.

5

La turbina eólica 1 comprende una torre de soporte 30 que, en el ejemplo representado, está fijada a una base de soporte de estructura de acero 32 y se asegura a la misma a través de una pluralidad de cables 31, por ejemplo, fabricados de acero. La base de soporte 32 es, por ejemplo, adecuada para enterrarse de modo que una cara superior de la misma está a ras con el nivel del suelo.

10

La turbina eólica 1 comprende también una lanzadera 2, que comprende una porción de cabezal 11 y una porción de cola 12. La lanzadera 2 está fijada a la parte superior de la torre de soporte 30 y, por ejemplo, se articula de forma pivotante a la misma, con el fin de ser capaz de orientarse de una manera controlable, por ejemplo, a través de un servomotor, no mostrado en las figuras. De acuerdo con un modo de realización preferido, la lanzadera 2 comprende una porción de base inferior 20 y una carcasa superior 22, por ejemplo, conformada como una cúpula, fijada a la porción de base inferior 20. Entre la carcasa superior 22 y la porción de base inferior 20 se define un espacio de alojamiento adecuado para alojar algunos de los componentes mecánicos, eléctricos y electromecánicos de la turbina eólica 1.

15

20

La turbina eólica 1 comprende un rotor eólico primario 3 pivotante con respecto a la lanzadera 2 alrededor de un eje rotativo primario A1 y que comprende un grupo primario de palas 4, un buje de fijación 5 para dichas palas 4 que sobresalen de la porción de cabezal 11 de la lanzadera 2 y un árbol, no mostrado en las figuras, conectado operativamente al buje 5 y adaptado para moverse de forma rotativa por el rotor eólico primario 3.

25

De acuerdo con un modo de realización, el grupo primario de palas 4 tiene solamente dos palas 4.

El eje rotativo primario A1 es un eje horizontal. Esto significa que dicho eje A1 puede ser exactamente horizontal o, como en el ejemplo representado, estar ligeramente inclinado con respecto a un eje exactamente horizontal, por ejemplo, inclinado unos 5°.

30

La turbina eólica 1 comprende también al menos un generador eléctrico primario que comprende al menos un estátor eléctrico primario integrado en la lanzadera 2 y un rotor eléctrico primario integrado en el árbol o conectado operativamente al mismo. Los componentes mencionados anteriormente no son visibles en las figuras adjuntas, ya que se alojan en el interior de la lanzadera 2.

35

El generador eléctrico primario es de manera que convierte la energía eólica interceptada por el grupo primario de palas 4 en energía eléctrica y, en particular, en energía eléctrica de corriente alterna.

40

De acuerdo con un modo de realización, el generador eléctrico primario es un generador de imán permanente síncrono capaz de desarrollar una energía nominal unitaria de aproximadamente 50 kW.

45

De acuerdo con un modo de realización adicional, el generador eléctrico primario incluye dos generadores dispuestos alineados, por ejemplo, capaces cada uno de desarrollar una energía nominal unitaria de aproximadamente 27 kW.

50

La turbina eólica 1 comprende también un cuadro eléctrico 35, que comprende un convertidor CA/CC/CA para la conexión de la turbina eólica 1 a una red eléctrica en la que se inserta la energía eléctrica producida por el generador eléctrico primario. De dicha red eléctrica, se toma también opcionalmente la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de la turbina eólica 1, por ejemplo, para suministrar energía al cuadro eléctrico 35, para alimentar de energía a los accionadores comprendidos en la turbina eólica, por ejemplo, para que el accionador previsto oriente de forma controlable la lanzadera 2 con el fin de maximizar/optimizar la producción de energía eléctrica.

55

El convertidor CA/CC/CA es, por ejemplo, un convertidor estático en configuración consecutiva y es de manera que hace a la energía eléctrica de corriente alterna suministrada por la turbina eólica primaria compatible con las características impuestas por la red eléctrica. En el cuadro eléctrico 35, es posible opcionalmente alojar la electrónica de control de la turbina eólica 1, destinada a gestionar/controlar el funcionamiento de la propia turbina eólica 1 y, opcionalmente, a recoger y transmitir de forma remota información de estado de la turbina eólica 1. De una manera conocida por sí misma, el cuadro eléctrico 25 está conectado operativamente a la lanzadera 2 a través de cables pasantes eléctricos a través de la torre de soporte 30.

60

65

La turbina eólica 1 comprende también un rotor eólico auxiliar 15 articulado de forma pivotante a la porción de cola 12 y que comprende un grupo secundario de palas 25 pivotantes alrededor de un eje de rotación secundario A2 perpendicular al eje rotativo primario A1. De acuerdo con un modo de realización preferido, el eje secundario A2 se dispone, con respecto al nivel de una superficie para instalar la turbina eólica 1, a una

altura mayor con respecto al eje primario A1. De acuerdo con un modo de realización adicional, como se muestra claramente en las figuras 1-3, el eje de rotación secundario A2 es un eje horizontal.

En el ejemplo particular representado, el rotor eólico secundario comprende, sin por ello introducir ningún tipo de limitación, un grupo formado por diez palas 25. De acuerdo con un modo de realización, dichas palas 25 son cóncavas en un lado y convexas en el lado opuesto y son esencialmente en forma de cuchara. En el ejemplo particular representado en las figuras, las palas 25 del grupo secundario de palas tienen también una forma que, en planta, es esencialmente similar a una gota o a un pétalo. Las palas 25 mencionadas anteriormente sobresalen de un buje central cilíndrico 27 al que están fijadas de forma estable.

De acuerdo con un modo de realización, la porción de cola 12 de la lanzadera 2 comprende una horquilla 6 que tiene dos brazos de soporte 16. Por ejemplo, la horquilla 6 está fijada a la porción de base inferior 20 de la lanzadera 2. El rotor eólico auxiliar 15 y, en particular, su buje central cilíndrico 27, se articulan de forma pivotante a la horquilla 6 que está fijada entre dichos brazos de soporte 16. De acuerdo con un modo de realización ventajoso, cada uno de los brazos de soporte 16 de la horquilla 6 está doblado a fin de tener un codo 26, previsto para descentrar el rotor eólico secundario 25 con respecto a la lanzadera 2. Por ejemplo, dicho codo es de tal forma que cada uno de los brazos 26 está doblado en un ángulo  $\alpha$  igual a aproximadamente  $30^\circ$ .

De acuerdo con un modo de realización adicional, el rotor eólico secundario 15 comprende un rotor eléctrico secundario, por ejemplo, contenido en el interior del buje central cilíndrico 27 y no visible en las figuras. La turbina eólica 1 comprende un generador eléctrico secundario que comprende el rotor eléctrico secundario mencionado anteriormente y un estátor eléctrico secundario integrado en la porción de cola 12 de la lanzadera 2 y no visible en las figuras. El estátor eléctrico secundario está relativamente en el interior del rotor eléctrico secundario mencionado anteriormente, por lo tanto, dispuesto en el interior del buje central cilíndrico 27, y está adaptado para cooperar con este último para convertir la energía eólica interceptada por el rotor eólico secundario 15 en energía eléctrica. Por ejemplo, el generador eléctrico secundario es un generador de imán permanente. De acuerdo con un modo de realización, dicho generador eléctrico secundario es capaz de suministrar energía eléctrica con una energía nominal de aproximadamente 1 kW.

De acuerdo con un modo de realización, el generador eléctrico secundario está conectado a la red eléctrica, por ejemplo, a través del propio cuadro eléctrico 35. En este caso, el convertidor CA/CC/CA comprendido en el cuadro eléctrico 35 tiene una primera entrada adaptada para recibir energía eléctrica de corriente alterna producida por la rotación del rotor eólico primario 3 y, por lo tanto, por el generador eléctrico primario, y tiene una entrada auxiliar adaptada para recibir energía eléctrica de corriente alterna producida por la rotación del rotor eólico secundario 15 y, por lo tanto, por el generador eléctrico secundario.

Con referencia a la figura 1, de acuerdo con un modo de realización, la lanzadera 2 es orientable y, cuando se orienta de modo que el eje principal A1 se orienta a lo largo de un sentido predominante del viento W, el eje secundario A2 se dispone con respecto a la lanzadera 2 a una altura de tal manera que la lanzadera es de manera que protege parcialmente el rotor eólico secundario 15 del viento de una manera asimétrica con respecto al eje secundario A2. Por ejemplo, es posible, como se representa en las figuras adjuntas, prever que el rotor eólico secundario 15 se disponga a una altura de tal manera que la mitad, o aproximadamente la mitad, de dicho rotor eólico secundario 15 se proyecte hacia arriba por encima de la lanzadera 2, o más bien por encima de la carcasa superior 22 de la lanzadera 2.

En funcionamiento, el sistema bajo la supervisión de la electrónica de control funciona de modo que el rotor eólico primario 3, como en las turbinas eólicas del estado de la técnica, puede rotar solamente si las características del viento satisfacen las condiciones predeterminadas, con referencia particular a los umbrales mínimos y máximos de funcionamiento descritos anteriormente. El rotor eólico secundario 15, llamado también rotor de cola, que tiene, por otro lado, una masa más pequeña y que implica menos problemas de seguridad con respecto al rotor eólico primario 3, puede hacerse rotar independientemente de las características del viento, que determinan una producción continua de energía eléctrica que al menos contrapesa o compensa parcialmente la energía eléctrica tomada de la red para el funcionamiento de la propia turbina eólica 1, con referencia particular, por ejemplo, a la energía necesaria para la orientación de la lanzadera 2 o para la energía de irrupción necesaria para establecer las palas 5 del rotor eólico primario 3 en movimiento, etc. Además, de forma ventajosa, el rotor de cola 15 hace posible tener la impresión de que, en cualquier caso, la turbina eólica 1 es una máquina que siempre está trabajando y en funcionamiento, incluso cuando el rotor eólico primario 3 está estacionario, y esto, sin duda, contribuye a mejorar la opinión y la comunidad con respecto a este tipo de máquinas, a veces criticadas precisamente porque son inmóviles y tienen un impacto negativo en términos de apariencia y de encajar en el paisaje.

A partir de la descripción que acaba de hacerse, es posible entender cómo una turbina eólica del tipo descrito anteriormente logra los propósitos predeterminados y, por lo tanto, es capaz de superar o al menos minimizar los inconvenientes descritos anteriormente con referencia a las turbinas eólicas de la técnica anterior.

Por supuesto, un experto en la técnica puede hacer numerosas modificaciones y variaciones a la turbina eólica descrita anteriormente, con el fin de satisfacer los requisitos contingentes y específicos, todos los cuales están cubiertos en cualquier caso por el alcance de protección de la invención, como se define por las reivindicaciones siguientes.

**REIVINDICACIONES**

1. Turbina eólica (1) para convertir energía eólica en energía eléctrica, que comprende:

- 5 - una lanzadera (2) que comprende una porción de cabezal (11) y una porción de cola (12);
- un rotor eólico primario (3) pivotante con respecto a la lanzadera (2) alrededor de un eje rotativo primario (A1) y que comprende un grupo primario de palas (4), un buje de fijación (5) para dichas palas (4) que sobresalen de la porción de cabezal (11) de la lanzadera (2) y un árbol adaptado para moverse de forma rotativa por el rotor eólico primario (3);
- 10 - al menos un generador eléctrico primario que comprende al menos un estátor eléctrico primario fijado de forma estable a la lanzadera (2) y un rotor eléctrico primario fijado de forma estable a dicho árbol o conectado operativamente a dicho árbol, estando adaptado el generador eléctrico primario para convertir la energía eólica interceptada por dicho grupo primario de palas (4) en energía eléctrica;
- 15 - en la que la turbina eólica (1) también comprende un rotor eólico secundario (15) articulado de forma pivotante a la porción de cola (12) y que comprende un grupo secundario de palas (25) pivotantes alrededor de un eje secundario (A2) perpendicular al eje rotativo primario (A1);

**caracterizada por que:**

- 20 - la porción de cola (12) comprende una horquilla (6) que tiene dos brazos de soporte (16), en la que el rotor eólico secundario (15) está articulado de manera giratoria a la horquilla (6) y unido entre dichos brazos de soporte (16), doblándose cada uno de dichos brazos de soporte (16) para tener un codo (26).

2. Turbina eólica (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el rotor eólico secundario (15) comprende un rotor eléctrico secundario y en la que la turbina eólica (1) comprende un generador eléctrico secundario que comprende dicho rotor eléctrico secundario y un estátor eléctrico secundario fijado de forma estable a la porción de cola (12), relativamente interna con respecto a dicho rotor secundario eléctrico y adaptada para cooperar con este último para convertir la energía eólica interceptada por dicho rotor eólico secundario (15) en energía eléctrica.

3. Turbina eólica (1) de acuerdo con la reivindicación 2, en la que dicho generador eléctrico secundario es un generador de imán permanente.

4. Turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la turbina eólica (1) está adaptada para estar conectada a una red eléctrica y en la que la turbina eólica (1) comprende además un convertidor CA/CC/CA (35) adaptado para hacer a la energía eléctrica de corriente alterna suministrada por el generador eléctrico primario compatible con las especificaciones impuestas por dicha red eléctrica, el convertidor CA/CC/CA comprendiendo una primera entrada adaptada para recibir energía eléctrica de corriente alterna producida por la rotación del rotor eólico primario (3) y una entrada auxiliar adaptada para recibir energía eléctrica de corriente alterna producida por la rotación del rotor eólico secundario (15).

5. Turbina eólica (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que puede orientarse la lanzadera (2) y en la que, cuando dicha lanzadera se orienta de tal manera que dicho eje principal (A1) se orienta a lo largo de un sentido predominante del viento, el eje rotativo secundario (A2) se dispone con respecto a la lanzadera a una altura tal que la lanzadera puede proteger parcialmente el rotor eólico secundario (15) del viento de una forma asimétrica con respecto al eje rotativo secundario (A2).

6. Turbina eólica (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el eje rotativo secundario (A2) se dispone, con respecto a un nivel de una superficie para instalar la turbina eólica (1), a una altura mayor que el eje rotativo primario (A1).

7. Turbina eólica (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la lanzadera (2) comprende una porción de base inferior (20) y una carcasa superior (22) fijada a la porción de base inferior (20), en la que se dispone el rotor eólico secundario (15) a una altura tal que una mitad, o aproximadamente una mitad, del rotor eólico secundario (15) sobresale en altura por encima de la carcasa superior (22).

8. Turbina eólica (1) de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 7, en la que la horquilla (6) está fijada a dicha porción de base inferior (20).

9. Turbina eólica (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicho eje secundario (A2) es un eje horizontal.

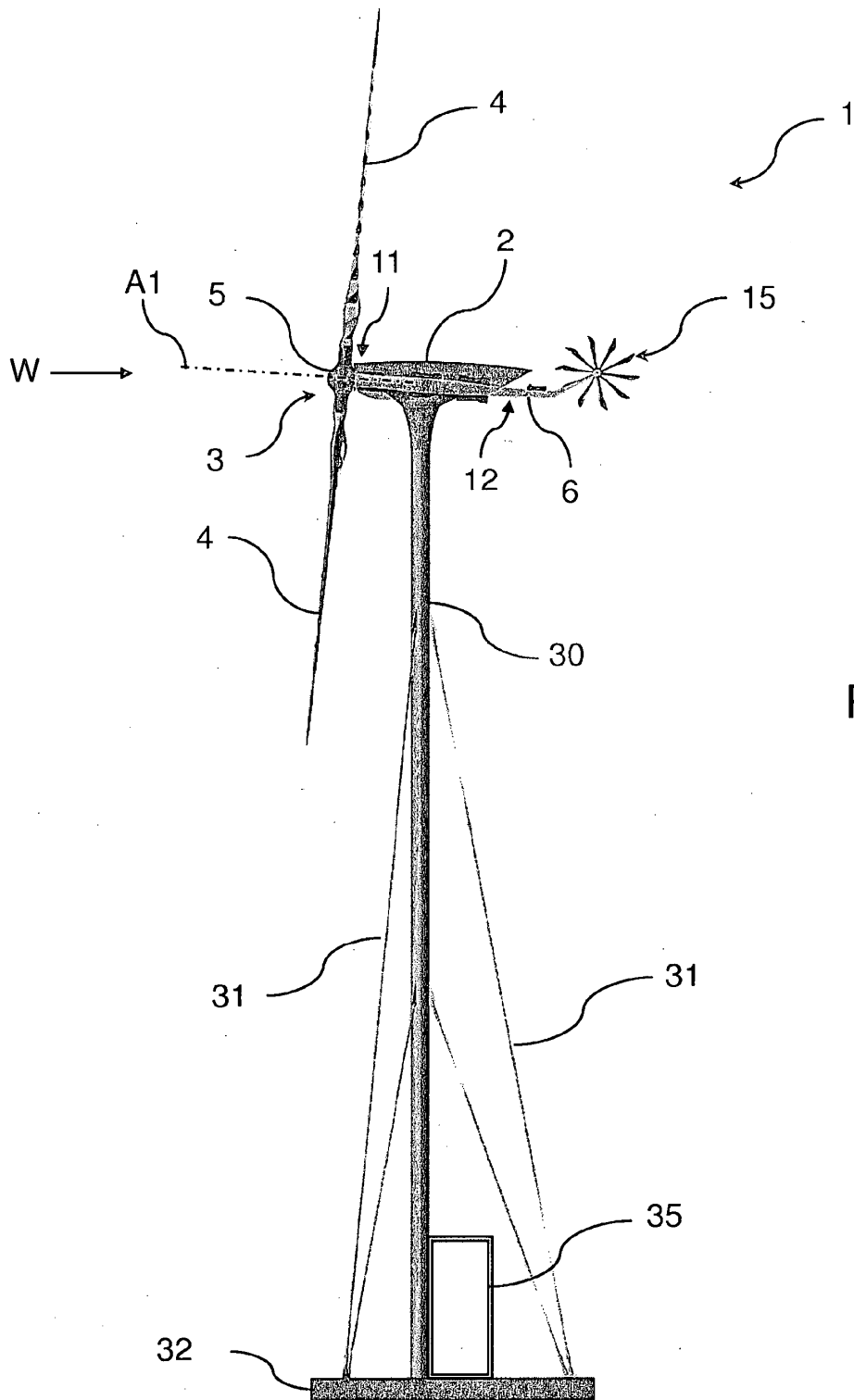


FIG. 1

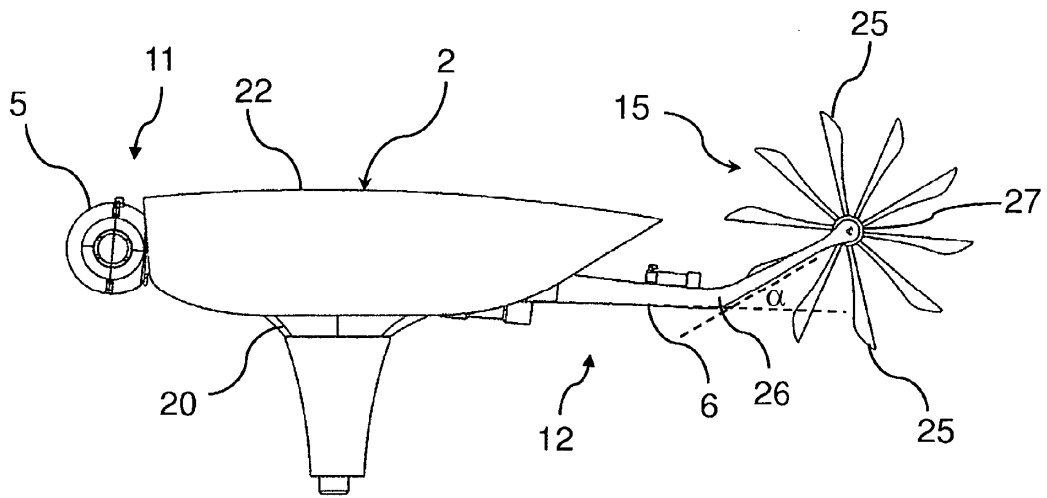


FIG. 2

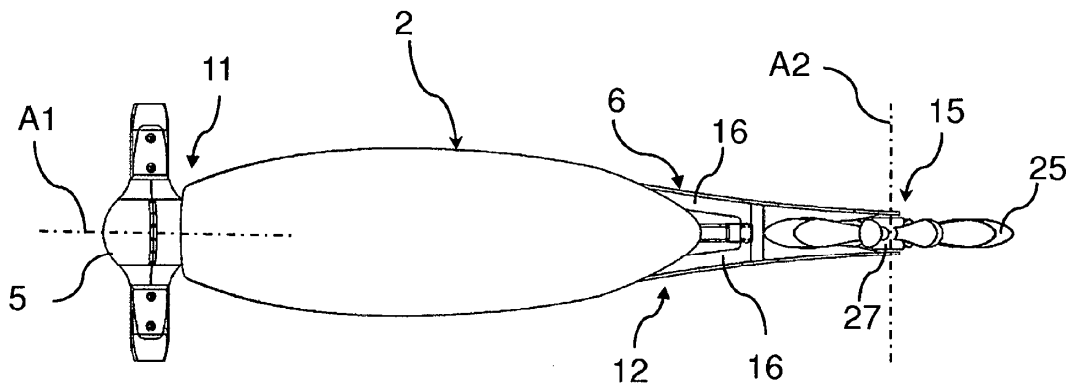


FIG. 3



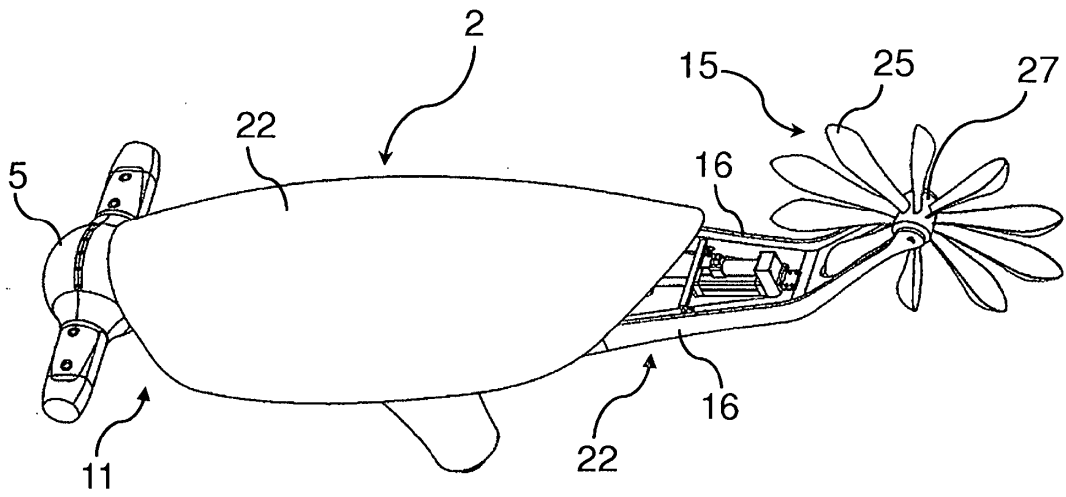


FIG. 4