

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 438 116**

51 Int. Cl.:

B63H 25/42 (2006.01)

F03D 11/00 (2006.01)

F03D 11/04 (2006.01)

B63B 35/44 (2006.01)

B63B 39/00 (2006.01)

F03D 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.11.2010 E 10382317 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2013 EP 2457818**

54 Título: **Método para reducir oscilaciones en aerogeneradores marinos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.01.2014

73 Titular/es:

ALSTOM RENOVABLES ESPAÑA, S.L. (100.0%)
C/ Roc Boronat, 78
08005 Barcelona, ES

72 Inventor/es:

ROSSETTI, MICHELE

74 Agente/Representante:

ZEA CHECA, Bernabé

ES 2 438 116 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

Método para reducir oscilaciones en aerogeneradores marinos

5 La presente invención se refiere a aerogeneradores marinos, y más particularmente se refiere a un método para operar un aerogenerador marino y reducir oscilaciones en aerogeneradores marinos y aerogeneradores marinos adaptados para este propósito.

ESTADO DE LA TÉCNICA

10 Los aerogeneradores modernos son comúnmente utilizados para suministrar electricidad a la red eléctrica. Generalmente, los aerogeneradores de este tipo comprenden un rotor con un buje y una pluralidad de palas. El rotor se pone en estado de rotación bajo la influencia del viento en las palas. La rotación del eje del rotor acciona el rotor del generador, ya sea directamente (accionamiento directo), o mediante el uso de una caja multiplicadora.

15 Con frecuencia, los aerogeneradores son agrupados en los conocidos parques eólicos. En tierra, es cada vez más difícil encontrar lugares adecuados para parques eólicos. En muchas ocasiones, ha habido mucha oposición en contra del emplazamiento de aerogeneradores principalmente debido al ruido producido por los aerogeneradores y a efectos estéticos del emplazamiento de los aerogeneradores. Adicionalmente, para que los aerogeneradores puedan trabajar eficientemente, es necesaria una zona ventosa y abierta, libre de árboles y edificios, etc., la cual no siempre está disponible.

20

25 Por muchas razones, se ha hecho más popular emplazar los aerogeneradores o parques eólicos en el mar, ya sea cerca de la costa (near-shore) o marinos (a veces referidos como “far-offshore”): lejos de la costa hay zonas más grandes disponibles, el viento puede ser más constante y de velocidad más alta en el mar que en tierra, y la cizalladura del viento es generalmente reducida. Adicionalmente, con restricciones de ruido reducidas, los aerogeneradores pueden rotar a velocidades más altas.

30

En aplicaciones cerca de la costa, los aerogeneradores pueden emplazarse fijamente, generalmente en aguas poco profundas (profundidades de aproximadamente 25 metros o menos) sobre bases en el fondo del mar. En aplicaciones lejos de la costa, los aerogeneradores pueden diseñarse para ser plataformas flotantes. Son conocidas muchas configuraciones para aerogeneradores flotantes. Estas pueden dividirse, por ejemplo, según la forma en la cual tratan de alcanzar estabilidad estática: utilizando peso de lastre, líneas de amarre o flotabilidad. Del WO 2010/048360 se conoce un aerogenerador según el estado de la técnica.

35

40 Generalmente, las plataformas que tratan de alcanzar la estabilidad estática utilizando un lastre comprenden una estructura de torre alargada que comprende un peso de lastre debajo de la línea de agua y un tanque de flotabilidad más o menos en la línea de agua. Se muestra un ejemplo en la figura 1. Por ejemplo, en WO2009/087200 y EP1348867, se muestran ejemplos de plataformas que tratan de alcanzar estabilidad estática utilizando la tensión de líneas de amarre.

45 Las plataformas que buscan alcanzar la estabilidad a través del uso de boyas distribuidas comprenden una pluralidad de tanques de flotabilidad distribuidos alrededor de la torre en la línea del agua. DE10219062 muestra un ejemplo de una plataforma de este tipo. Todas las plataformas flotantes están provistas de algún tipo de amarre y medios de anclaje. También pueden utilizarse formas híbridas de las configuraciones de aerogeneradores descritas.

50

Las plataformas flotantes pueden realizar movimientos y rotaciones a lo largo de tres ejes. Con referencia a la figura 2, pueden definirse los ejes x, y, y z de un sistema de coordenadas local.

55 Generalmente, el eje x está determinado por la dirección del viento. El eje z está determinado por el eje longitudinal del aerogenerador. El eje y es perpendicular a ambos ejes x y z.

60 Generalmente, un movimiento lineal a lo largo del eje x es llamado “oscilación longitudinal” (surge), un movimiento lineal a lo largo del eje y es, generalmente, llamado “oscilación transversal” (sway), y generalmente un movimiento lineal a lo largo del eje z es llamado “oscilación vertical” (heave). Generalmente movimiento rotacional alrededor del eje x es llamado un “giro” (roll), un movimiento rotacional alrededor del eje y es generalmente llamado como “balanceo” (pitch) (no debe confundirse con el paso (pitching) de una pala que es una rotación de una pala de un aerogenerador alrededor de su eje longitudinal), y un movimiento rotacional alrededor del eje z es generalmente llamado como “orientación” (yaw).

Las plataformas flotantes pueden realizar patrones complicados de movimiento bajo la influencia, por ejemplo de, ráfagas de viento, viento turbulento, cizalladura del viento, asimetría debido a heladas en las palas, olas y corrientes de marea. Una fuente adicional de cargas que pueden inducir movimientos u oscilaciones en una plataforma de un aerogenerador flotante es el control del paso (pitch) de las palas del aerogenerador. Una estrategia común de un sistema de paso (pitch system) en un aerogenerador de velocidad variable es mantener la pala en una "posición de paso por debajo de nominal" predefinida para velocidades de viento iguales o por debajo de una velocidad de viento nominal. Dicha posición de paso predefinida puede, generalmente, estar cerca de un ángulo de paso de 0°. Por encima de la velocidad nominal, las palas se rotan para mantener sustancialmente constante el momento aerodinámico entregado por el rotor. La velocidad del viento de corte exacta, la velocidad del viento nominal y la velocidad del viento de parada pueden depender de la ubicación del aerogenerador, de su diseño, etc.

La figura 3 ilustra la estrategia de velocidad variable. Hasta la velocidad nominal, el ángulo de paso no varía y es igual o cercano a cero. Por encima de la velocidad nominal, el ángulo de paso varía para mantener constante el momento aerodinámico. Al mismo tiempo, debido al cambio en el ángulo de paso (y ángulo de ataque) de las palas, el empuje del aerogenerador (en la dirección x, como se ha definido en la figura 2) es reducido por encima de la velocidad nominal del viento. Cuando la velocidad del viento varía por encima de la velocidad nominal del viento, el ángulo de paso necesita ser ajustado constantemente. Este ajuste conduce a un empuje del viento constantemente cambiante. Un empuje puede causar oscilaciones del aerogenerador de proa a popa. Estas oscilaciones pueden bien ser oscilaciones longitudinales (desplazamiento en la dirección x) o movimiento de balanceo (rotación alrededor del eje y). Efectos similares tienen lugar también en aerogeneradores en tierra o en aerogeneradores cercanos a la costa fijados en cimientos en el mar. La variación del ángulo de paso y la variación del empuje que conlleva puede dar lugar también a oscilaciones de proa a popa en aerogeneradores cerca de la costa.

Bajo ciertas circunstancias, la resonancia del aerogenerador en dicha oscilación de proa a popa puede ser un problema. El tipo de oscilaciones de proa a popa que pueden ocurrir y el tipo de problemas que pueden causar dependen, por ejemplo, de la configuración de la plataforma de la turbina, la tensión de las líneas de amarre, la configuración de los tanques de flotabilidad, etc.

Una medida conocida para reducir la oscilación de proa a popa en aerogeneradores es variar el control del paso de manera tal que la resonancia pueda ser evitada. Una desventaja de este método es que no se alcanza la potencia de salida máxima posible del aerogenerador porque no se emplean los ángulos de paso ideales. En segundo lugar, a pesar de que tal control del paso alternativo ha sido aplicado con éxito en algunos casos en aerogeneradores ubicados en tierra, no puede aplicarse siempre con éxito en aerogeneradores marinos. Esto es debido al hecho que las oscilaciones generalmente pueden ser de baja frecuencia para lo cual existe un riesgo particular de resonancia.

Por lo tanto, sigue existiendo la necesidad de proporcionar un método efectivo para reducir las oscilaciones de proa a popa en aerogeneradores marinos y un aerogenerador adaptado para este propósito.

Además de las oscilaciones de proa a popa mencionadas anteriormente, bajo la influencia de condiciones atmosféricas y olas, en aerogeneradores marinos pueden ocurrir también oscilaciones laterales (por ejemplo, una oscilación transversal o una oscilación giratoria) u oscilaciones de orientación. También existe la necesidad de un método para reducir estos tipos de oscilaciones en aerogeneradores marinos y de un aerogenerador adaptado para dicho propósito.

Es un objeto de la presente invención cubrir, al menos parcialmente, las necesidades arriba mencionadas.

RESUMEN DE LA INVENCION

En un primer aspecto, la invención proporciona un método para reducir oscilaciones en un aerogenerador marino que comprende uno o más propulsores submarinos, el método comprende medir una oscilación del aerogenerador marino y operar los uno o más propulsores de manera tal que la oscilación sea reducida.

Según este aspecto, los propulsores submarinos (tales como por ejemplo hélices) son provistos en el aerogenerador y pueden ser operados para contrarrestar las oscilaciones del

aerogenerador. Mediante el uso de propulsores submarinos, el control del paso de las palas del aerogenerador no es afectado y la potencia de salida no debe comprometerse significativamente. Además, los propulsores marinos pueden asegurar que se eviten situaciones peligrosas de resonancia.

5

En algunas realizaciones, medir una oscilación comprende medir la velocidad de una oscilación. En otras realizaciones, la velocidad de una oscilación puede determinarse a partir de, por ejemplo, una posición medida. La posición instantánea o inclinación de un aerogenerador no siempre puede ser el factor más relevante para el control de los propulsores submarinos. En circunstancias, la velocidad instantánea puede ser más adecuada para la determinación de la oscilación y la respuesta requerida, usando para ello propulsores submarinos.

10

En algunas realizaciones, la oscilación a amortiguar o reducir puede ser sustancialmente una oscilación de proa a popa (oscilación de balanceo u oscilación longitudinal). En otras realizaciones, la oscilación a amortiguar o reducir puede ser sustancialmente una oscilación lateral (oscilación giratoria u oscilación de balanceo). En más realizaciones, la oscilación a amortiguar o reducir puede ser sustancialmente una oscilación de orientación. También, en más realizaciones, una oscilación a amortiguar o reducir puede ser una combinación de cualquiera de estas.

15

20

En este sentido debe entenderse que las oscilaciones no siempre pueden ser puramente balanceo, puramente longitudinales, puramente giratorias o puramente transversales o puramente de orientación. En realidad, una oscilación puede, por ejemplo, comprender un componente mayoritario que es una oscilación de balanceo y un componente minoritario que es una oscilación longitudinal. En tal caso, dicha oscilación es considerada como sustancialmente una oscilación de balanceo (o sustancialmente una oscilación de proa a popa).

25

En otro aspecto, la invención proporciona un aerogenerador marino que comprende uno o más propulsores submarinos, un sistema de medición de una oscilación para medir una oscilación del aerogenerador y un sistema de control para operar los propulsores submarinos en respuesta a señales recibidas del sistema de medición de una oscilación.

30

En algunas realizaciones, el sistema de medición de una oscilación comprende al menos un acelerómetro. Dicho acelerómetro puede ser un acelerómetro triaxial que podría posicionarse en la góndola, en la torre o en la plataforma flotante.

35

En realizaciones alternativas, el sistema de medición de una oscilación comprende al menos un receptor de un sistema de navegación global por satélite (GNSS). Un ejemplo de este tipo de sistemas es un GPS, otro ejemplo es GLONASS o Galileo. Pero también un sistema de posicionamiento no global podría, potencialmente, ser utilizado.

40

Un receptor GPS (o similar) puede determinar su posición. De la posición variable de un aerogenerador, puede determinarse su movimiento y en consecuencia cualquier oscilación a la cual está sometido.

45

En algunas realizaciones, el aerogenerador marino puede comprender uno o más propulsores marinos que están adaptados para adoptar distintas orientaciones con respecto a la torre del aerogenerador. Estos tipos de propulsores pueden estar adaptados para proporcionar empuje en distintas direcciones cambiando su orientación. En realizaciones alternativas, pueden utilizarse una pluralidad de propulsores marinos que tienen una orientación fija con respecto a la torre del aerogenerador.

50

Otros objetos, ventajas y características de realizaciones de la invención serán evidentes para aquellos expertos en la materia examinando la descripción, o se pueden aprender por la práctica de la invención.

55

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación se describen realizaciones particulares de la presente invención por medio de ejemplos no limitantes, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

60

La figura 1 ilustra un ejemplo de un aerogenerador marino de la técnica anterior;

La figura 2 ilustra un sistema de coordenadas para describir el movimiento de los aerogeneradores marinos;

65

La figura 3 ilustra una estrategia de balanceo común en aerogeneradores de velocidad variable y sus efectos en el empuje; y

5 Las figuras 4a – 4c ilustran esquemáticamente varias realizaciones de aerogeneradores según la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES DE LA INVENCION

10 La figura 4a ilustra esquemáticamente una primera realización de un aerogenerador marino según la presente invención. El aerogenerador flotante 10 comprende una torre de aerogenerador 11, una góndola 12 dispuesta encima de dicha torre y un rotor que tiene una pluralidad de palas. El nivel del agua se ha indicado esquemáticamente con la referencia 20.

15 La torre del aerogenerador 11 puede comprender un cuerpo de flotabilidad y un peso de lastre.

20 Las líneas de amarre 25 conectadas en el fondo del mar 30 sirven para mantener el aerogenerador sustancialmente en el lugar y estabilizar, al menos parcialmente, al aerogenerador flotante. Las líneas de amarre 25 pueden estar conectadas en brazos de estabilización 18. Aunque no se distingue claramente en la vista lateral provista en la figura 4a, los brazos de estabilización 18 y líneas de amarre no están necesariamente provistos en la dirección de proa a popa o sólo en la dirección de proa a popa. En realizaciones, los brazos de estabilización pueden, por ejemplo, extenderse en una dirección radial alejada de la torre de la turbina. En otras realizaciones, los brazos de estabilización pueden formar un círculo, un cuadrado o un rectángulo o aún otra forma alrededor de la torre del aerogenerador.

25 Como se explicó anteriormente, debido a las cargas cambiantes (que puede ser causada no sólo por el paso de las palas por encima de la velocidad nominal del viento, sino también por las olas y ráfagas de viento), el aerogenerador flotante puede empezar a oscilar por ejemplo, cabeceando.

30 Una hélice submarina 40 se proporciona en la parte inferior de la torre del aerogenerador. En esta realización, la hélice submarina 40 está montada sobre un eje 41 que forma una extensión de la torre del aerogenerador. El eje 41 puede ser rotado y por lo tanto, la hélice puede cambiar su orientación relativa a la torre 11.

35 Si se mide que el aerogenerador está oscilando de forma indeseable, la hélice submarina puede ser actuada para causar un impulso que atenúe la oscilación. Cambiando la orientación de la hélice, se puede proporcionar, si fuera necesario, un empuje hacia adelante o hacia atrás, o también un empuje lateral. En consecuencia, dependiendo del tipo de hélice, la velocidad de la hélice y/o el ángulo de las palas 42 de la hélice, la cantidad de empuje también puede ser ajustada de acuerdo con las circunstancias.

40 En un ejemplo, en una oscilación de proa a popa, la hélice puede ser mantenida sustancialmente en la misma orientación y puede ser operada de manera pulsante. En otro ejemplo, la orientación de la hélice puede ser cambiada continuamente o muy frecuentemente.

45 En algunas realizaciones, se puede proporcionar una hélice en la cual el sentido de rotación de las palas de la hélice pueda ser ajustable. En estas realizaciones, si las palas de la hélice rotan en una primera dirección puede establecerse un empuje hacia atrás con respecto a la hélice. Y si las palas giran en una segunda dirección, puede establecerse un empuje hacia adelante con respecto a la hélice. En estas realizaciones, la orientación de la hélice no necesita ser cambiada de manera de permitir cambiar la dirección del empuje que se puede proporcionar.

50 Así, se ha proporcionado un sistema adaptado a las oscilaciones por humedad en distintas direcciones. Para medir una oscilación, un receptor de un sistema de navegación global por satélite (GNSS), tal como un receptor GPS, puede ser proporcionado en el aerogenerador. Dicho receptor puede ser montado, por ejemplo, en la góndola o en la torre. Al determinar una posición cambiante de tal receptor, puede medirse una oscilación. En consecuencia, la hélice 40 puede actuarse para amortiguar dicha oscilación. La posición instantánea del receptor (y por tanto la posición/orientación instantánea del aerogenerador) puede ser tenida en cuenta.

55 En realizaciones de la invención, la posición cambiante de un receptor puede utilizarse para determinar una velocidad de oscilación y la hélice puede actuarse tomando en consideración la velocidad de oscilación.

En algunas realizaciones de la invención puede utilizarse un sistema GNSS aumentado. En estas realizaciones, la posición de un aerogenerador puede ser determinada con respecto a un punto de referencia cuya ubicación exacta sea conocida. Tal punto de referencia puede estar ubicado en el propio parque eólico o en otro lugar.

5

En realizaciones alternativas, se pueden montar uno o más acelerómetros triaxiales en el aerogenerador. Las aceleraciones que se miden pueden utilizarse para determinar la presencia de una oscilación y la velocidad de oscilación. La hélice 40 puede actuarse en respuesta a dichas mediciones.

10

Cabe señalar que el control del balanceo de las palas no se ve afectado para amortiguar las oscilaciones. Por lo tanto, la potencia eléctrica de salida del aerogenerador no tiene por qué verse afectada negativamente.

15

La figura 4b muestra una segunda realización de un aerogenerador flotante 10' según la presente invención. Los mismos signos de referencia se han utilizado para indicar las mismas partes o componentes. En este ejemplo, el aerogenerador 10' comprende una plataforma 16 sobre la cual está situada la torre del aerogenerador 11. La plataforma 16 es soportada por una pluralidad de tanques de flotación 15. En la vista lateral de la figura 4b, se muestran sólo dos tanques de flotación. En realizaciones de la invención, un aerogenerador puede comprender dos, tres, cuatro o más de estos tanques de flotación rodeando la plataforma 16.

20

Dos hélices submarinas 40 están montadas en la parte inferior de los tanques de flotación 15. Ambas hélices están adaptadas para ser capaces de cambiar su orientación, puesto que están montadas en ejes rotativos 41. El principio de funcionamiento es similar al mostrado anteriormente: en respuesta a una oscilación, las hélices pueden ser actuadas. Su orientación y/o empuje pueden adaptarse. Y pueden, o no, ser actuados a la misma vez.

25

En realizaciones que comprenden varios tanques de flotación, uno o más de los tanques de flotación pueden comprender tales propulsores. Mediante el correcto accionamiento de los propulsores, varios tipos de movimientos oscilantes, incluyendo oscilación longitudinal, balanceo, oscilación transversal y oscilación de giro pueden ser eficazmente amortiguados.

30

También en estos tipos de aerogeneradores flotantes, se pueden utilizar hélices fijas y/o hélices en las cuales el sentido de rotación puede ser cambiado.

35

En la figura 4c se ilustra otra realización de la presente invención. Se proporciona un aerogenerador marino 10'' que comprende una torre de aerogenerador que está fijada en cimientos en el fondo marino 30. Está claro que este tipo de aerogenerador marino no está sujeto a todos los mismos movimientos que los aerogeneradores flotantes. Sin embargo, en circunstancias, también los aerogeneradores fijos pueden empezar a oscilar, por ejemplo, en una dirección de proa a popa en respuesta a una variación en el ángulo de inclinación.

40

En esta realización se han proporcionado dos hélices submarinas fijas 50. En respuesta a una oscilación medida, las hélices submarinas pueden actuarse. La orientación de las dos hélices fijas es especialmente adecuada para amortiguar oscilaciones de proa a popa. El registro de una oscilación puede ser sustancialmente según lo descrito anteriormente.

45

En otras realizaciones se proporciona una única hélice fija 50. Tal hélice fija puede, en circunstancias, ser suficiente para amortiguar oscilaciones utilizando una actuación pulsada. En más realizaciones puede emplearse una única hélice fija en el cual el sentido de rotación (y por tanto la dirección del empuje) puede ser cambiada. En otras realizaciones se podría prever el uso de, por ejemplo, tres hélices fijas para amortiguar oscilaciones en varias direcciones. Es posible, también, que no todas las hélices estén dispuestas a la misma altura de la torre.

50

En todas las realizaciones pueden proporcionarse propulsores alternativos en lugar de hélices como por ejemplo chorros de agua.

55

A pesar que esta invención ha sido divulgada en el contexto de algunas realizaciones y ejemplos preferidos, los expertos en la materia entenderán que la presente invención se extiende más allá de las realizaciones específicamente reveladas a otras realizaciones y/o usos alternativos de la invención y a las modificaciones evidentes y equivalentes de la misma. Más aún, la presente invención cubre todas las posibles combinaciones de las realizaciones particulares descritas.

60

Así, se pretende que el alcance de la presente invención no se esté limitado por la divulgación de las realizaciones particulares descritas anteriormente, sino que dicho alcance venga determinado por una lectura razonable de las reivindicaciones que siguen.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para operar un aerogenerador marino (10; 11) y reducir oscilaciones, el aerogenerador (10; 11) comprendiendo una pluralidad de palas (13), y un sistema de paso para girar las palas y uno o más propulsores submarinos (40), el método comprendiendo por encima de una velocidad nominal, girar las palas para mantener el par aerodinámico del rotor constante, y medir una oscilación del aerogenerador marino y operar los uno o más propulsores de manera tal que la oscilación sea reducida, en el cual el método de control de paso de las palas del aerogenerador en el aerogenerador no es afectado para amortiguar las oscilaciones.
- 10 2. Método según la reivindicación 1, que comprende además determinación de la velocidad de una oscilación.
- 15 3. Método según la reivindicación 1 o 2, en el cual dicha oscilación es sustancialmente una oscilación de proa a popa.
4. Método según la reivindicación 3, en el cual dicha oscilación es sustancialmente una oscilación de balanceo.
- 20 5. Método según la reivindicación 3, en el cual dicha oscilación es sustancialmente una oscilación longitudinal.
6. Método según la reivindicación 1 o 2, en el cual dicha oscilación es una oscilación lateral.
- 25 7. Método según la reivindicación 1 o 2, en el cual dicha oscilación dicha oscilación es sustancialmente una oscilación de orientación.
8. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho aerogenerador es un aerogenerador flotante (10).
- 30 9. Aerogenerador marino (10; 11) que comprende una pluralidad de palas (13) y un sistema de paso para girar las palas y uno o más propulsores submarinos (40), un sistema de medición de oscilaciones para medir una oscilación del aerogenerador y un sistema de control para operar los propulsores submarinos en respuesta a señales recibidas desde el sistema de medición de oscilaciones y un sistema de control de paso adaptado para girar las palas para mantener el par aerodinámico del rotor constante por encima de una velocidad de viento nominal, independientemente de la operación de los uno o más propulsores.
- 35 10. Aerogenerador marino según la reivindicación 9, en donde dicho aerogenerador es un aerogenerador marino flotante.
- 40 11. Aerogenerador marino según la reivindicación 9, en donde dicho aerogenerador es un aerogenerador marino fijo.
- 45 12. Aerogenerador marino según una cualquiera de las reivindicaciones 9 – 11, en donde el sistema de medición de oscilaciones comprende al menos un acelerómetro.
- 50 13. Aerogenerador marino según una cualquiera de las reivindicaciones 9 – 12, en donde el sistema de medición de oscilaciones comprende al menos un receptor GNSS.
14. Aerogenerador marino según una cualquiera de las reivindicaciones 9 – 13, en donde dicho sistema de control está adaptado para determinar la velocidad de una oscilación de las mediciones del sistema de medición de oscilaciones.
- 55 15. Aerogenerador marino según una cualquiera de las reivindicaciones 9 – 14, que comprende uno o más propulsores submarinos que están adaptados para adoptar orientaciones diferentes con respecto a la torre del aerogenerador.
- 60 16. Aerogenerador marino según una cualquiera de las reivindicaciones 9 – 15, que comprende una pluralidad de propulsores submarinos que tienen una orientación fija con respecto a la torre del aerogenerador.

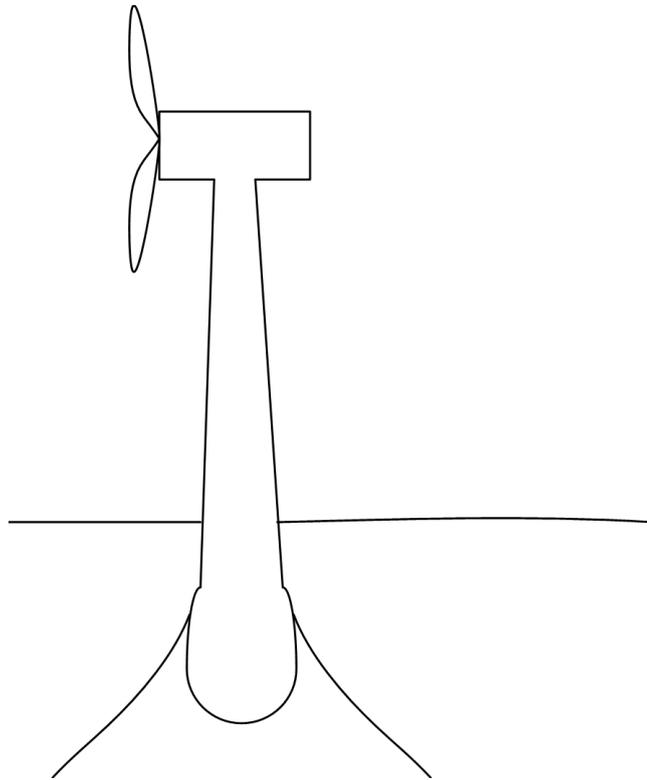


Figura 1

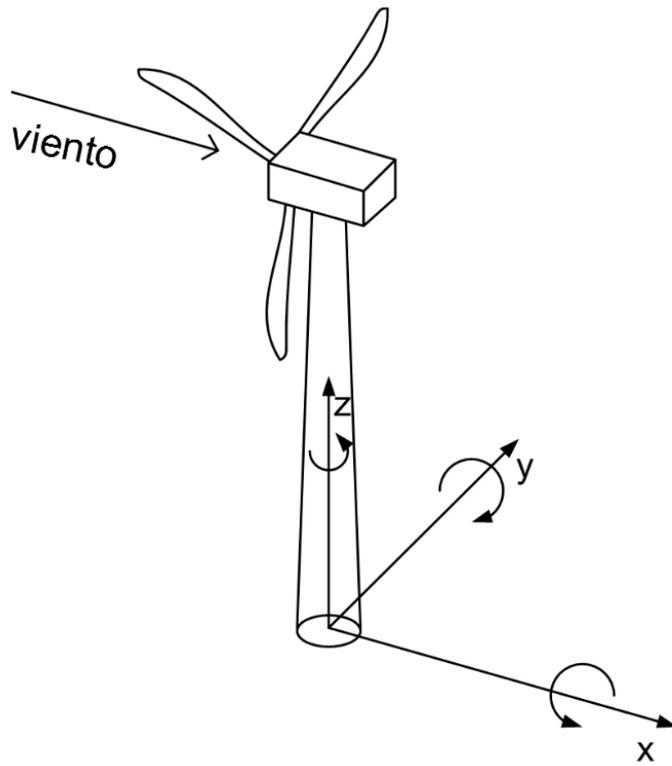


Figura 2

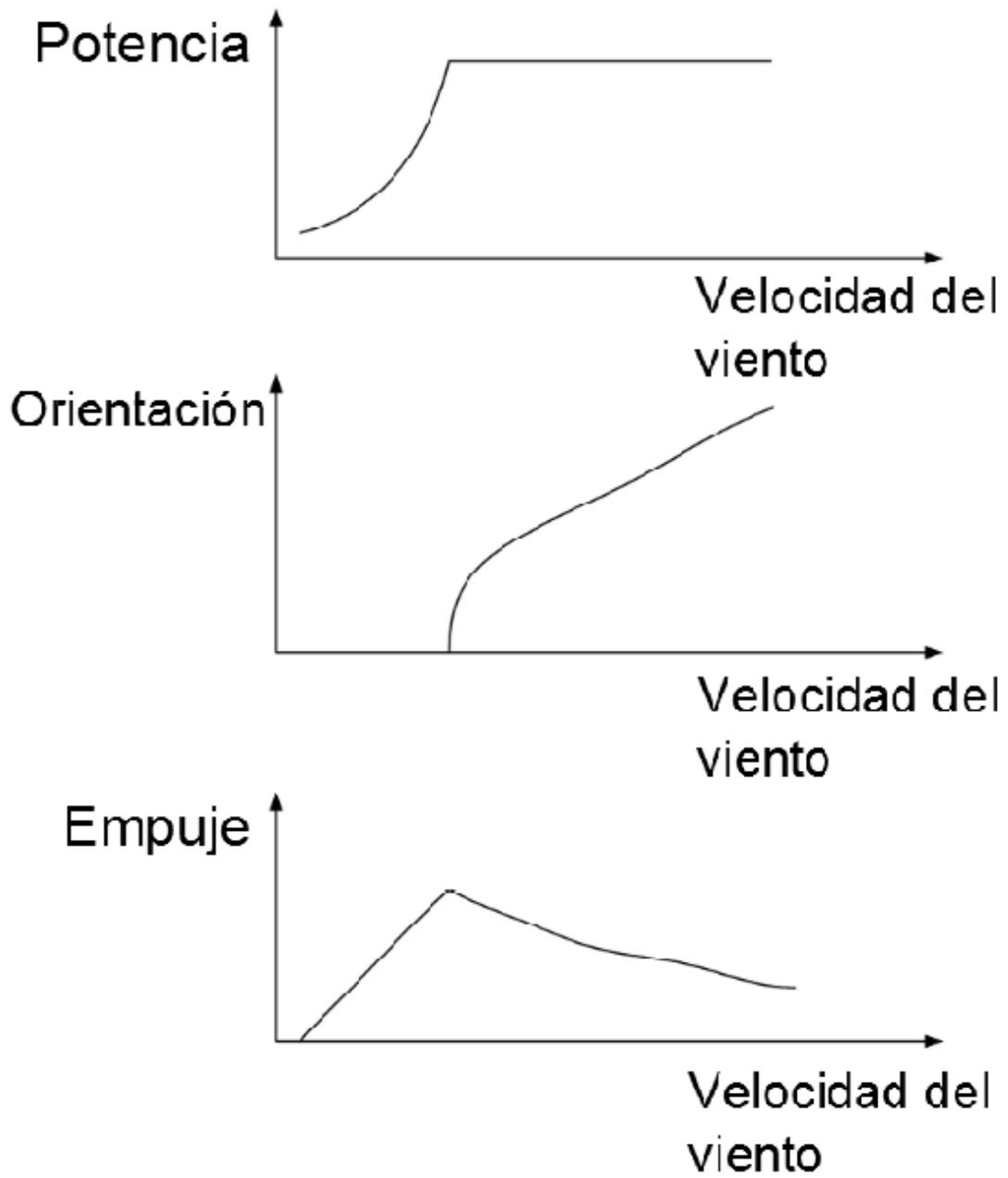


Figura 3

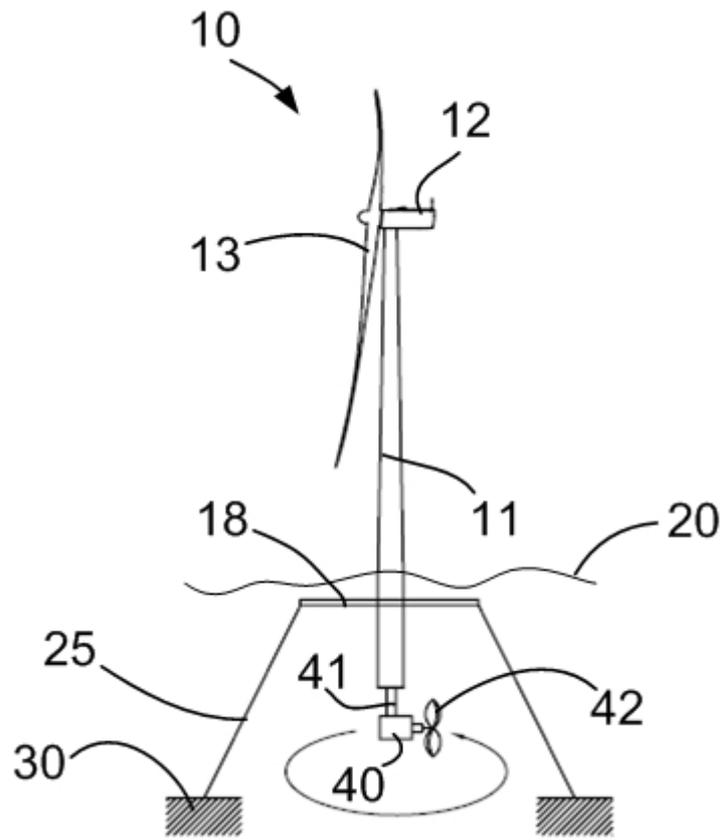


Figura 4a

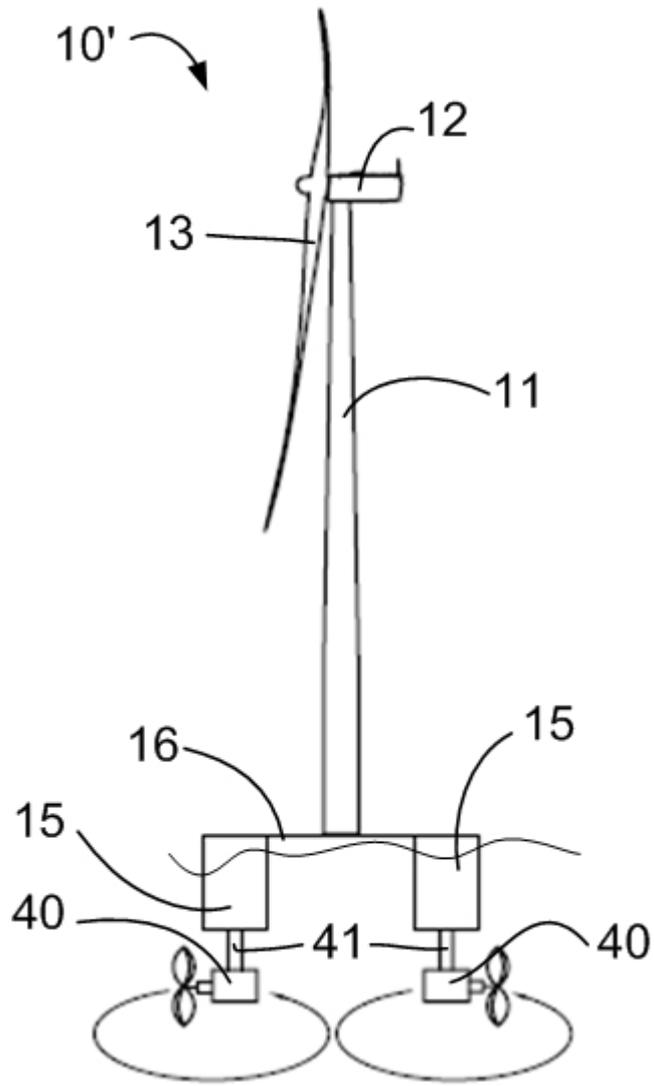


Figura 4b

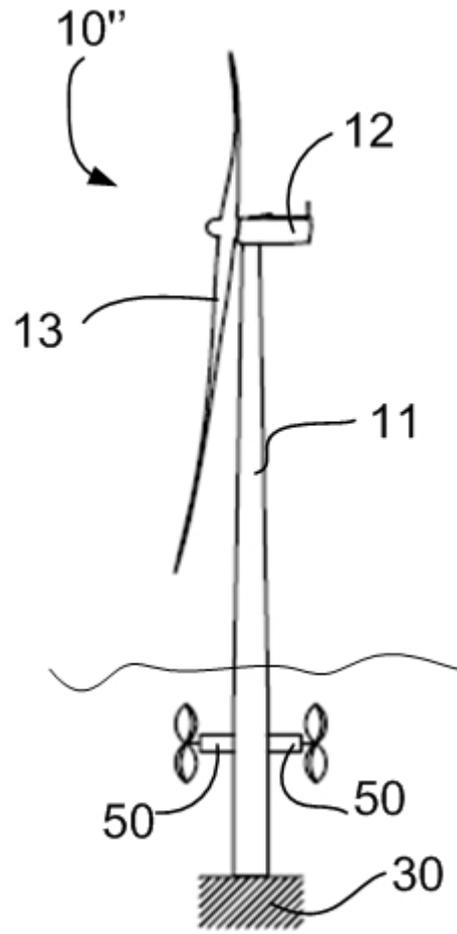


Figura 4c