

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 926 588**

51 Int. Cl.:

F03D 7/02 (2006.01)

F03D 13/25 (2006.01)

F03D 7/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.06.2019 PCT/EP2019/065478**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.12.2019 WO19243152**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.06.2019 E 19730350 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.08.2022 EP 3807527**

54 Título: **Un método de operación de aerogeneradores en alta mar flotantes**

30 Prioridad:

18.06.2018 EP 18178193

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
27.10.2022

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

HANSEN, JESPER RØMER

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 926 588 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

Un método de operación de aerogeneradores en alta mar flotantes

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un método de operación de al menos dos aerogeneradores en alta mar flotantes. Los aerogeneradores se operan de una manera que proporciona una vida útil mejorada y/o una producción de energía mejorada para cada uno de los aerogeneradores.

Antecedentes de la invención

10 Cuando los aerogeneradores se disponen en un parque eólico, el impacto del desgaste sobre los aerogeneradores puede variar a lo largo del parque eólico. Por ejemplo, los aerogeneradores dispuestos cerca del límite del parque eólico pueden experimentar cargas más altas y/o un impacto del desgaste más alto que los aerogeneradores dispuestos en la parte central del parque eólico, debido a que los aerogeneradores dispuestos en la parte central del parque eólico están dispuestos en la estela de otros aerogeneradores. Además, los aerogeneradores que se disponen a lo largo de un límite del parque eólico, que mira hacia una dirección dominante del viento pueden experimentar un impacto del desgaste más alto que los otros aerogeneradores del parque eólico. Por consiguiente, algunos de los aerogeneradores de un parque eólico se pueden desgastar mucho antes de su vida útil de diseño, mientras que otros aerogeneradores del parque eólico pueden superar su vida útil de diseño.

20 El documento US2011074155 describe un parque eólico en alta mar flotante con al menos un aerogenerador en alta mar flotante. El aerogenerador en alta mar flotante incluye una plataforma flotante anclada al suelo submarino, un aerogenerador montado en la plataforma flotante y un accionamiento. El accionamiento está adaptado para mover horizontalmente la plataforma flotante. Además, se proporciona un método para colocar un aerogenerador en alta mar flotante.

25 El documento EP 2 267 297 A2 describe un parque eólico en alta mar flotante que incluye una pluralidad de aerogeneradores. Un mecanismo de amarre móvil amarra los aerogeneradores en el fondo del océano mientras que se mantienen las posiciones relativas de los aerogeneradores. Los extremos de los cables de amarre se enrollan en dispositivos de bobinado usados como dispositivos de accionamiento que cambian la tensión de los cables de amarre. Por ello, se pueden cambiar las posiciones relativas de los aerogeneradores, dependiendo de la dirección del viento, con el fin de reducir el número total de rotores que entran en el flujo de estela de otro rotor.

30 El documento EP 2 933 181 B1 describe un método para mantener un aparato de generación de energía de aerogenerador del tipo de cuerpo flotante. Un aerogenerador se dispone sobre un cuerpo flotante amarrado en una posición de amarre por una línea de amarre. La línea de amarre se separa del cuerpo flotante del aerogenerador y se transfiere desde la posición de amarre a una posición de mantenimiento. Otro aerogenerador se transfiere a la posición de amarre y se conecta a la línea de amarre.

Descripción de la invención

35 Es un objeto de las realizaciones de la invención proporcionar un método para operar al menos dos aerogeneradores en alta mar flotantes de una manera que asegure una producción de energía mejorada y/o una vida útil mejorada para cada uno de los aerogeneradores.

La invención proporciona un método de operación de al menos dos aerogeneradores en alta mar flotantes, cada aerogenerador que se conecta a una disposición de amarre en una primera posición operativa respectiva, el método comprende los pasos de:

- 40 - operar los aerogeneradores en sus primeras posiciones operativas respectivas,
- para cada uno de los aerogeneradores, estimar un impacto del desgaste esperado anterior y/o futuro sobre el aerogenerador,
- identificar al menos un aerogenerador para ser reubicado en una segunda posición operativa respectiva, en base al impacto del desgaste estimado,
- 45 - desconectar cada aerogenerador identificado de la disposición de amarre de su primera posición operativa,
- mover cada aerogenerador identificado desde su primera posición operativa respectiva a su segunda posición operativa respectiva,
- conectar cada aerogenerador identificado a una disposición de amarre en su segunda posición operativa respectiva, y
- 50 - operar los aerogeneradores en las segundas posiciones operativas respectivas.

De este modo, la invención se refiere a un método para operar al menos dos aerogeneradores en alta mar flotantes. En el presente contexto, el término 'aerogenerador en alta mar flotante' se debería interpretar que significa un aerogenerador que se coloca en un sitio en alta mar, por ejemplo en el mar, y que está montado sobre un cimiento flotante en lugar de un cimiento que está fijado al lecho marino.

- 5 Cada aerogenerador se conecta a una disposición de amarre en una primera posición operativa respectiva. En el presente contexto, el término 'disposición de amarre' se debería interpretar que significa una disposición que comprende una o más líneas de amarre conectadas en un extremo a anclas o cimientos fijados en el lecho marino y en el otro extremo al cimiento flotante del aerogenerador.

- 10 Inicialmente, los aerogeneradores se operan en sus primeras posiciones operativas respectivas. Las primeras posiciones operativas respectivas se disponen en posiciones fijas unas con relación a las otras, las posiciones fijas que están definidas por las posiciones de las disposiciones de amarre. Por ello, los aerogeneradores en sí mismos también se disponen en posiciones fijas unas con relación a las otras aunque es posible una variación limitada en la posición variando la longitud o la tensión de las líneas de amarre. Cuando se operan los aerogeneradores, producen energía de una manera habitual extrayendo la energía del viento por medio de palas de aerogeneradores y transformando la energía del viento en energía eléctrica, que se suministra a una red eléctrica.

- 15 Durante la operación de los aerogeneradores en sus primeras posiciones operativas respectivas, se estima un impacto del desgaste esperado anterior y/o futuro en el aerogenerador para cada uno de los aerogeneradores. El impacto del desgaste de los aerogeneradores respectivos se estima teniendo en cuenta las primeras posiciones operativas respectivas de los aerogeneradores. Como se ha descrito anteriormente, la carga y el desgaste de un aerogenerador es dependiente de la posición del aerogenerador con relación a otros aerogeneradores colocados en las inmediaciones del mismo. Por ejemplo, los aerogeneradores dispuestos en la dirección predominante del viento entrante normalmente experimentarán cargas más altas y más desgaste que los aerogeneradores dispuestos en la estela de otros aerogeneradores. De manera similar, los aerogeneradores en la estela de otros aerogeneradores pueden experimentar más turbulencia en el flujo de aire recibido, lo que produce otros tipos de desgaste. Por consiguiente, el impacto del desgaste sobre los aerogeneradores variará normalmente a lo largo de un parque eólico.

- 20 A continuación, se identifica al menos un aerogenerador para ser reubicado en una segunda posición operativa respectiva, en base al impacto del desgaste estimado. Por ejemplo, en el caso de que un aerogenerador haya experimentado, o se espere que experimente en el futuro, un impacto del desgaste que sea más alto que un promedio o al impacto del desgaste de diseño, puede ser deseable reubicar el aerogenerador en una posición operativa donde el impacto del desgaste esperado sea menor que el impacto del desgaste esperado en la primera posición operativa del aerogenerador. Por ello, se puede reducir el impacto total del desgaste durante la vida útil del diseño en el aerogenerador, y se puede mantener o aumentar la vida útil esperada del aerogenerador. Además, la producción de energía del aerogenerador mientras que estaba operando en la primera posición operativa puede muy bien haber sido más alta que la producción de energía de diseño y, por ello, se puede mejorar la producción de energía total del aerogenerador durante su vida útil.

- 25 De manera similar, en el caso de que un aerogenerador haya experimentado, o se espere que experimente en el futuro, un impacto del desgaste que sea menor que un promedio o el impacto del desgaste de diseño, puede ser deseable reubicar el aerogenerador en una posición operativa donde el impacto del desgaste esperado sea más alto que el impacto del desgaste esperado en la primera posición operativa del aerogenerador.

A continuación, cada aerogenerador identificado se desconecta de la disposición de amarre de su primera posición operativa y se mueve desde su primera posición operativa respectiva a su segunda posición operativa respectiva. Cada aerogenerador identificado se conecta luego a la disposición de amarre en su segunda posición operativa, y los aerogeneradores se operan en sus segundas posiciones operativas respectivas.

- 30 Típicamente, todos los aerogeneradores en un parque eólico en alta mar se desmantelan al mismo tiempo. De este modo, según el método de la invención, los aerogeneradores se reubican, en base a un impacto del desgaste estimado. Por ello, se puede mejorar la producción total de energía durante la vida útil del parque eólico, por ejemplo obteniendo un impacto del desgaste uniforme y, por lo tanto, una vida útil en servicio segura de los aerogeneradores a lo largo de un parque eólico.

- 35 El paso de estimación de un impacto del desgaste esperado anterior y/o futuro en cada uno de los aerogeneradores se puede basar en una ubicación de las posiciones operativas de los aerogeneradores con relación a una dirección predominante del viento. Como se ha descrito anteriormente, se espera que los aerogeneradores, que están directamente enfrentándose al viento entrante, experimenten un desgaste más alto que los aerogeneradores dispuestos en la estela de otros aerogeneradores. Por consiguiente, los aerogeneradores dispuestos de tal manera que se enfrenten directamente a una dirección predominante o dominante del viento muy probablemente experimentarán un impacto del desgaste más alto que los otros aerogeneradores. Por consiguiente, las ubicaciones de las posiciones operativas de los aerogeneradores con relación a la dirección predominante del viento proporcionan información valiosa sobre el impacto del desgaste esperado sobre los aerogeneradores (por ejemplo,

en base a datos históricos después de la instalación de los aerogeneradores), así como con respecto al impacto del desgaste esperado en el futuro (por ejemplo, en base a modelado).

Alternativa o adicionalmente, el paso de estimación de un impacto del desgaste esperado anterior y/o futuro en cada uno de los aerogeneradores puede comprender estimar el uso de vida útil de cada uno de los aerogeneradores. En el presente contexto, el término 'uso de vida útil' se debería interpretar que significa una fracción de la vida útil de diseño del aerogenerador que se ha usado en un momento dado. Los aerogeneradores normalmente se diseñan para tener una vida útil de diseño dada, por ejemplo, 20 años.

Idealmente, el uso de vida útil de un aerogenerador es sustancialmente lineal. No obstante, puede haber períodos de tiempo donde la tasa de uso de vida útil sea más alta que la tasa de uso de vida útil anticipada y períodos de tiempo donde la tasa de uso de vida útil sea más baja que la tasa de uso de vida útil anticipada. Como se ha descrito anteriormente, la posición del aerogenerador con relación a otros aerogeneradores y con relación al viento entrante tiene una influencia significativa en el impacto del desgaste del aerogenerador y, por ello, en el uso de vida útil.

Por consiguiente, en el caso de que el uso de vida útil de un aerogenerador dado sea más bajo que el esperado en un momento dado, esto puede indicar que el impacto del desgaste en la primera posición operativa de ese aerogenerador es bajo y, por lo tanto, puede ser ventajoso reubicar este aerogenerador a una posición operativa con un impacto del desgaste esperado más alto y, por ello, una tasa de uso de vida útil más alta.

De manera similar, en el caso de que el uso de vida útil de un aerogenerador dado sea más alto que lo esperado en un momento dado, esto puede indicar que el impacto del desgaste en la primera posición operativa de ese aerogenerador es alto y, por lo tanto, puede ser ventajoso reubicar este aerogenerador en una posición operativa con un impacto del desgaste esperado más bajo y, por ello, una tasa de uso de vida útil más baja.

De este modo, el uso de vida útil es adecuado para estimar el impacto del desgaste en los aerogeneradores, en particular, el impacto del desgaste anterior.

El paso de estimación del impacto del desgaste esperado anterior y/o futuro puede comprender modelar las condiciones meteorológicas y/u oceánicas, y estimar el impacto del desgaste esperado futuro en base al modelado. Las condiciones meteorológicas pueden incluir la velocidad del viento, dirección del viento, condiciones de ráfagas, cizalladura de viento, temperatura, humedad, etc. Las condiciones oceánicas pueden incluir las condiciones de las olas, condiciones de las corrientes, etc. El modelado se puede basar en pronósticos meteorológicos o similares.

Las condiciones meteorológicas y las condiciones oceánicas tienen una gran influencia sobre el impacto del desgaste de los aerogeneradores. Por lo tanto, es apropiado usar el modelado de tales condiciones para predecir un impacto del desgaste futuro sobre los aerogeneradores.

Los modelos aplicados se pueden basar en datos históricos con respecto a las condiciones meteorológicas y/o las condiciones oceánicas y el impacto del desgaste, así como eventos extremos como tsunamis, tifones, impacto de componentes defectuosos, partículas (volcánicas), eventos de impactos de migración de insectos o aves, etc. El impacto del desgaste histórico también se puede medir o estimar en base a análisis destructivo o no destructivo de los componentes defectuosos u operativos. En una realización, el paso de estimación de un impacto del desgaste esperado anterior y/o futuro sobre el aerogenerador se puede llevar a cabo después de uno de estos eventos extremos.

El paso de estimación del impacto del desgaste esperado anterior y/o futuro se puede realizar sobre la base de los datos de sensor obtenidos en la primera y/o segunda posiciones operativas respectivas. Los datos de sensor, por ejemplo, se pueden obtener por medio de sensores montados en los aerogeneradores que operan en las posiciones operativas respectivas. Los sensores, por ejemplo, pueden tener la forma de sensores de carga, medidores de tensión, sensores de temperatura, sensores de viento, sensores de lluvia, etc. Según esta realización, el impacto del desgaste sobre un aerogenerador dado se puede estimar sobre la base de datos de sensor que son indicativos de una carga real sobre el aerogenerador o que indica otras condiciones reales a las que está sometido el aerogenerador.

El paso de identificación de al menos un aerogenerador puede comprender identificar al menos un aerogenerador con un alto impacto del desgaste experimentado, y el paso de movimiento de cada aerogenerador identificado puede comprender mover el al menos un aerogenerador con un alto impacto del desgaste a una segunda posición operativa que proporciona un impacto del desgaste futuro esperado, que sea menor que un impacto del desgaste futuro esperado en la primera posición operativa del aerogenerador.

Según esta realización, un aerogenerador, que se ha sometido a un alto impacto del desgaste, por ejemplo un aerogenerador con un alto uso de su vida útil, en su primera posición operativa, se puede mover a una segunda posición operativa donde el impacto del desgaste futuro esperado sea menor. Por ello, se reduce la tasa de aumento de impacto del desgaste total en el aerogenerador, por ejemplo, en la medida en que se obtenga una vida útil de diseño para el aerogenerador.

Alternativa o adicionalmente, el paso de identificación de al menos un aerogenerador puede comprender identificar al menos un aerogenerador con un bajo impacto del desgaste experimentado, y el paso de movimiento de cada aerogenerador identificado puede comprender mover al menos un aerogenerador con un bajo impacto del desgaste a una segunda posición operativa, lo que proporciona un impacto del desgaste futuro esperado, que es más alto que un impacto del desgaste futuro esperado en la primera posición operativa del aerogenerador.

Según esta realización, un aerogenerador, que se ha sometido a un bajo impacto del desgaste, por ejemplo un aerogenerador con un uso de vida útil bajo, en su primera posición operativa, se puede mover a una segunda posición operativa donde el impacto del desgaste futuro esperado sea más alto. Por ello, se aumenta el impacto del desgaste total sobre el aerogenerador, por ejemplo en la medida en que se obtenga una vida útil de diseño para el aerogenerador.

El método puede comprender además el paso de realización de mantenimiento en al menos un aerogenerador y/o sustitución o modernización de al menos un componente de al menos un aerogenerador. El mantenimiento, por ejemplo, se podría realizar en un tren de transmisión, un generador, un buje, palas de aerogenerador, una torre, componentes eléctricos, etc. del aerogenerador. Los componentes del aerogenerador, tales como uno o más componentes de tren de transmisión, un generador, una o más palas de aerogenerador, un buje, etc. se pueden sustituir o modernizar.

El paso de realización de mantenimiento y/o sustitución de al menos un componente se puede realizar después del paso de operación de los aerogeneradores en sus primeras posiciones operativas respectivas y antes del paso de operación de los aerogeneradores en sus segundas posiciones operativas respectivas.

Según esta realización, el mantenimiento y/o la sustitución o modernización de al menos un componente tiene lugar mientras que el aerogenerador no está funcionando, debido a la reubicación del aerogenerador desde la primera posición operativa a la segunda posición operativa. Por ello, el mantenimiento y/o la sustitución o modernización de al menos un componente no da lugar a una pérdida adicional de producción de energía. Por ejemplo, el mantenimiento y/o la sustitución o modernización de al menos un componente puede tener lugar durante el paso de movimiento del aerogenerador desde su primera posición operativa a su segunda posición operativa.

La segunda posición operativa respectiva de al menos un aerogenerador puede ser una primera posición operativa respectiva de otro aerogenerador. Según esta realización, al menos algunos de los aerogeneradores se pueden reubicar dentro de un parque eólico, por ejemplo de tal manera que los aerogeneradores en posiciones operativas de alto impacto del desgaste cambien de lugar con los aerogeneradores en posiciones operativas de bajo impacto del desgaste. Por ello, todos los aerogeneradores del parque eólico se someterán a un impacto del desgaste total sustancialmente uniforme, y lo más probable es que los aerogeneradores se desgasten sustancialmente en el mismo momento. Además, la producción de energía total del parque eólico se puede mejorar o incluso optimizar.

El método puede comprender además los pasos de:

- desconectar al menos un aerogenerador de la disposición de amarre de su segunda posición operativa respectiva,
- mover el aerogenerador desde su segunda posición operativa respectiva a una tercera posición operativa respectiva,
- conectar el aerogenerador a una disposición de amarre en la tercera posición operativa respectiva, y
- operar el aerogenerador en la tercera posición operativa respectiva.

Según esta realización, al menos uno de los aerogeneradores se reubica posteriormente en una tercera posición operativa. La tercera posición operativa, por ejemplo, podría ser una posición operativa con un impacto del desgaste esperado muy bajo, donde los aerogeneradores, que están cerca o han excedido su vida útil esperada pueden continuar operando con una potencia de salida baja y un impacto del desgaste bajo.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá ahora con más detalle con referencia a los dibujos que se acompañan en los que

La Fig. 1 muestra un aerogenerador en alta mar flotante que opera en una primera posición operativa.

La Fig. 2 muestra el aerogenerador en alta mar flotante de la Fig. 1 que está separado de una disposición de amarre en la primera posición operativa.

La Fig. 3 muestra el aerogenerador en alta mar flotante de las Figs. 1 y 2 que se mueve desde la primera posición operativa,

La Fig. 4 muestra el aerogenerador en alta mar flotante de las Figs. 1-3 que se mueve hacia una segunda posición operativa, y

La Fig. 5 es un gráfico que ilustra el uso de vida útil en función del tiempo para dos aerogeneradores en alta mar flotantes que se operan de acuerdo con un método según una realización de la invención.

Descripción detallada de los dibujos

Las Figs. 1-4 ilustran los pasos de un método según una realización de la invención. La Fig. 1 muestra un aerogenerador en alta mar flotante 1 montado sobre un cimienta flotante 2, que está unido a una disposición de amarre a través de líneas de amarre 3 en una primera posición operativa. El número de líneas de amarre 3 y si estas líneas de amarre 3 están conectadas al fondo del mar o a otras estructuras depende de las opciones de diseño y, por lo tanto, se puede optimizar por el experto en la técnica.

La dirección del viento se ilustra mediante la flecha 4. El viento actúa sobre las palas 5 de aerogenerador del aerogenerador 1, haciendo que un rotor 6 gire. El rotor 6 está conectado a un generador, posiblemente a través de un sistema de engranajes y, por ello, los movimientos giratorios del rotor 6 dan como resultado la producción de energía eléctrica. La energía eléctrica producida se suministra a una red eléctrica (no mostrada), opcionalmente a través de una estación transformadora (no mostrada). Por consiguiente, el aerogenerador 1 de la Fig. 1 está operando de manera normal en la primera posición operativa.

Durante la operación del aerogenerador 1, se estima un impacto del desgaste en el aerogenerador 1. El impacto del desgaste estimado podría incluir el impacto del desgaste experimentado anterior, es decir, el impacto del desgaste al que ya se ha sometido el aerogenerador 1, y/o el impacto del desgaste futuro esperado, es decir, el impacto del desgaste al que se puede esperar que esté sometido el aerogenerador 1 si continúa operando en la primera posición operativa.

En base al impacto del desgaste estimado, se determina si el aerogenerador 1 se reubicará o no en una segunda posición operativa. Por ejemplo, en el caso de que el impacto del desgaste anterior y/o futuro esperado sea más alto que el esperado, por ejemplo en una medida de como resultado una vida útil esperada reducida del aerogenerador 1, puede ser deseable reubicar el aerogenerador 1 en una segunda posición operativa, donde el impacto del desgaste futuro esperado sea más bajo que en la primera posición operativa.

De manera similar, en el caso de que el impacto del desgaste anterior y/o futuro esperado sea más bajo que el esperado, por ejemplo en una medida que de como resultado una vida útil esperada del aerogenerador 1, que excede la vida útil de diseño del aerogenerador 1, puede ser deseable reubicar el aerogenerador 1 en una segunda posición operativa, donde el impacto del desgaste esperado futuro es más alto que en la primera posición operativa. Por ello, puede ser posible aumentar la producción de energía del aerogenerador 1 sin exceder la vida útil de diseño del aerogenerador 1.

La Fig. 2 muestra el aerogenerador de alta mar flotante 1 de la Fig. 1 en la primera posición operativa 7. En la situación ilustrada en la Fig. 2, se ha determinado reubicar el aerogenerador a una segunda posición operativa. Por lo tanto, el aerogenerador 1 se ha separado de al menos algunas de las líneas de amarre 3 y, por ello, el aerogenerador 1 está listo para moverse desde la primera posición operativa 7 a la segunda posición operativa.

En la Fig. 3, el aerogenerador 1 se ha alejado de la primera posición operativa 7 a lo largo de la dirección indicada por la flecha 8. Por consiguiente, el aerogenerador 1 está en camino hacia su segunda posición operativa.

En la Fig. 4, el aerogenerador 1 se acerca a la segunda posición operativa 9. Una vez que el aerogenerador 1 haya alcanzado la segunda posición operativa 9, el cimienta flotante 2 del aerogenerador 1 se une a las líneas de amarre 3 de la segunda posición operativa 9, y el aerogenerador 1 estará listo para empezar la operación en la segunda posición operativa 9, después de la conexión a la red eléctrica. La segunda posición operativa 9 se puede haber utilizado previamente para la operación de otro aerogenerador, no obstante, esto no es un requisito. Si la segunda posición operativa fue usada previamente por otro aerogenerador, entonces este aerogenerador se puede haber movido previamente a otra posición (que opcionalmente puede ser la primera posición del aerogenerador 1), o desmantelado.

En una realización, la primera posición operativa está en un primer parque eólico y la segunda posición operativa está en un segundo parque eólico diferente del primer parque eólico para al menos uno de los aerogeneradores flotantes. Esto, por ejemplo, permite que un aerogenerador que haya experimentado un evento extremo en un primer parque eólico se mueva a otro parque eólico con un riesgo mucho menor de experimentar otro evento extremo.

La Fig. 5 es un gráfico que ilustra el uso de vida útil en función del tiempo para dos aerogeneradores. Los aerogeneradores comienzan a operar en el tiempo t_1 . Un primer aerogenerador, representado por la curva 10, se opera inicialmente en una primera posición operativa respectiva donde el impacto del desgaste en el aerogenerador es más alto que un impacto del desgaste de diseño 12. Por consiguiente, el uso de vida útil de este aerogenerador es más alto que el anticipado, y la operación continuada del aerogenerador bajo estas condiciones operativas, siguiendo la línea 10a, daría como resultado que el aerogenerador se desgastara prematuramente en el tiempo t_4 .

Un segundo aerogenerador, representado por la curva 11, se opera inicialmente en una primera posición operativa respectiva donde el impacto del desgaste en el aerogenerador es más bajo que el impacto del desgaste de diseño.

Por consiguiente, el uso de vida útil de este aerogenerador es más bajo que el anticipado, y la operación continua del aerogenerador bajo estas condiciones operativas, siguiendo la línea 11a, daría como resultado que el aerogenerador exceda su vida útil de diseño hasta el tiempo t_5 .

- 5 En el tiempo t_2 se evalúa el uso de vida útil de los aerogeneradores representados por las curvas 10 y 11, y se identifican las desviaciones de la tasa de uso de vida útil de diseño descrita anteriormente. Como consecuencia, se decide reubicar los aerogeneradores en las segundas posiciones operativas respectivas. Más particularmente, el aerogenerador representado por la curva 10 se reubica a una segunda posición operativa que tiene un impacto del desgaste futuro esperado, representado por la curva 10b, que es más bajo que el impacto del desgaste futuro esperado de la primera posición operativa para este aerogenerador. De manera similar, el aerogenerador
- 10 representado por la curva 11 se reubica en una segunda posición operativa que tiene un impacto del desgaste futuro esperado que es mayor que el impacto del desgaste futuro esperado, representado por la curva 11b, de la primera posición operativa para este aerogenerador.

Por consiguiente, la tasa de uso de vida útil del aerogenerador representado por la curva 10 disminuye desde el tiempo t_2 , y la tasa de uso de vida útil del aerogenerador representado por la curva 11 aumenta desde el tiempo t_2 .

- 15 Como consecuencia, el aerogenerador representado por la curva 10 así como el aerogenerador representado por la curva 11 alcanzan la vida útil de diseño en el tiempo t_3 . Típicamente, todos los aerogeneradores en un parque eólico en alta mar se desmantelan al mismo tiempo y, por lo tanto, el desmantelamiento prematuro requerido del parque en t_4 , debido a que el aerogenerador sigue las líneas de desgaste 10 y 10a, se extiende a t_3 , lo que genera un gran aumento en producción de energía de vida útil de la granja antes de su desmantelamiento.

20

REIVINDICACIONES

1. Un método para operar al menos dos aerogeneradores en alta mar flotantes (1), cada aerogenerador (1) que se conecta a una disposición de amarre (3) en una primera posición operativa (7) respectiva, el método que comprende los pasos de:
 - 5 - operar los aerogeneradores (1) en sus primeras posiciones operativas (7) respectivas, caracterizado por que el método comprende además
 - para cada uno de los aerogeneradores (1), estimar un impacto del desgaste esperado anterior y/o futuro sobre el aerogenerador (1),
 - identificar al menos un aerogenerador (1) para ser reubicado en una segunda posición operativa (9) respectiva, en
 10 base al impacto del desgaste estimado,
 - desconectar cada aerogenerador (1) identificado de la disposición de amarre (3) de su primera posición operativa (7),
 - mover cada aerogenerador (1) identificado desde su primera posición operativa (7) respectiva a su segunda posición operativa (9) respectiva,
 - 15 - conectar cada aerogenerador (1) identificado a una disposición de amarre (3) en su segunda posición operativa (9) respectiva, y
 - operar los aerogeneradores (1) en las segundas posiciones operativas (9) respectivas.
2. El método según la reivindicación 1, en donde el paso de estimación de un impacto del desgaste esperado anterior y/o futuro en cada uno de los aerogeneradores (1) se basa en una ubicación de las posiciones operativas (7, 9) de los aerogeneradores (1) con relación a la dirección predominante del viento.
 20 3. El método según la reivindicación 1 o 2, en donde el paso de estimación de un impacto del desgaste esperado anterior y/o futuro en cada uno de los aerogeneradores (1) comprende estimar el uso de vida útil de cada uno de los aerogeneradores (1).
 25 4. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el paso de estimación del impacto del desgaste esperado anterior y/o futuro comprende modelar las condiciones meteorológicas y/u oceánicas, y estimar el impacto del desgaste esperado futuro en base al modelado.
 5. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el paso de estimación del impacto del desgaste esperado anterior y/o futuro se realiza sobre la base de los datos de sensor obtenidos en la primera y/o segunda posiciones operativas (7, 9) respectivas.
 30 6. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el paso de identificación de al menos un aerogenerador (1) comprende identificar al menos un aerogenerador (1) con un alto impacto del desgaste experimentado, y en donde el paso de movimiento de cada aerogenerador (1) identificado comprende mover el al menos un aerogenerador (1) con un alto impacto del desgaste a una segunda posición operativa (9) que proporciona un impacto del desgaste futuro esperado que es más bajo que un impacto del desgaste futuro esperado en la
 35 primera posición operativa (7) del aerogenerador (1).
 7. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el paso de identificación de al menos un aerogenerador (1) comprende identificar al menos un aerogenerador (1) con bajo impacto del desgaste, y en donde el paso de movimiento de cada aerogenerador (1) identificado comprende mover el al menos un aerogenerador (1) con un bajo impacto del desgaste a una segunda posición operativa (9) que proporciona un impacto del desgaste futuro esperado que es más alto que un impacto del desgaste futuro esperado en la primera posición operativa (7) del aerogenerador (1).
 40 8. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además el paso de realización del mantenimiento sobre al menos un aerogenerador (1) y/o la sustitución o modernización de al menos un componente de al menos un aerogenerador (1).
 45 9. El método según la reivindicación 8, en donde el paso de realización del mantenimiento y/o la sustitución o modernización de al menos un componente se realiza después del paso de operación de los aerogeneradores (1) en sus primeras posiciones operativas (7) respectivas y antes del paso de operación de los aerogeneradores (1) en sus segundas posiciones operativas (9) respectivas.
 50 10. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la segunda posición operativa (9) respectiva de al menos un aerogenerador (1) es una primera posición operativa (7) respectiva de otro aerogenerador (9).

11. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además los pasos de:

- desconectar al menos un aerogenerador (1) de la disposición de amarre (3) de su segunda posición operativa (9) respectiva,

5 - mover el aerogenerador (1) desde su segunda posición operativa (9) respectiva a una tercera posición operativa respectiva,

- conectar el aerogenerador (1) a una disposición de amarre (3) en la tercera posición operativa respectiva, y

- operar el aerogenerador (1) en la tercera posición operativa respectiva.

10 12. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el paso de estimación de un impacto del desgaste esperado anterior y/o futuro en el aerogenerador (1) se realiza después de un evento extremo seleccionado del grupo de un tsunami, un tifón, un fallo de un componente del aerogenerador (1), un evento de impacto de partículas volcánicas y un evento de impacto de migración de aves o insectos.

13. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la primera posición operativa está en un primer parque eólico y la segunda posición operativa está en un segundo parque eólico diferente del primer parque eólico para al menos uno de los aerogeneradores (1) flotantes.

15

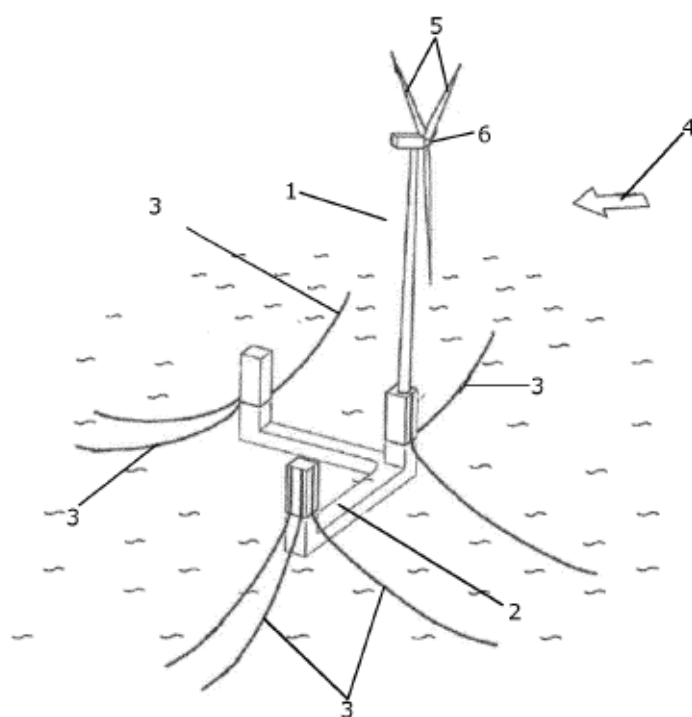


Fig. 1

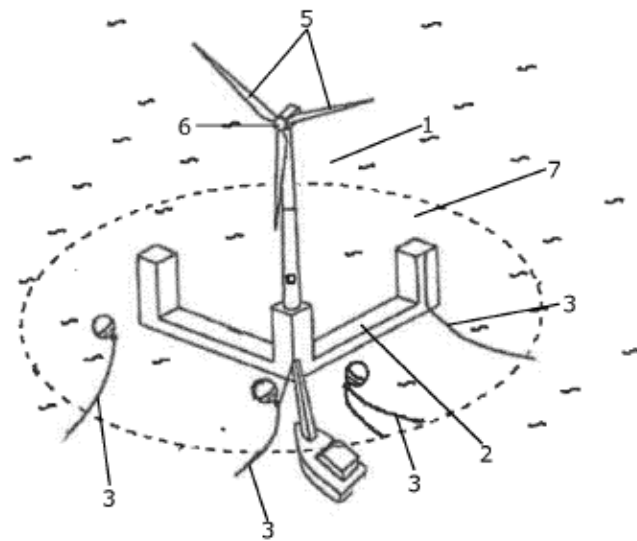


Fig. 2

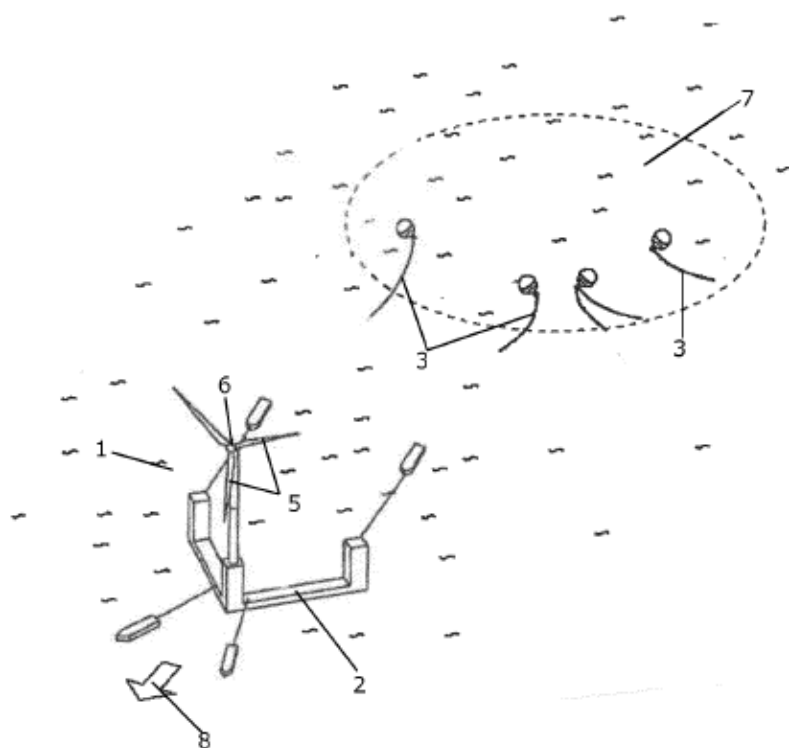


Fig. 3

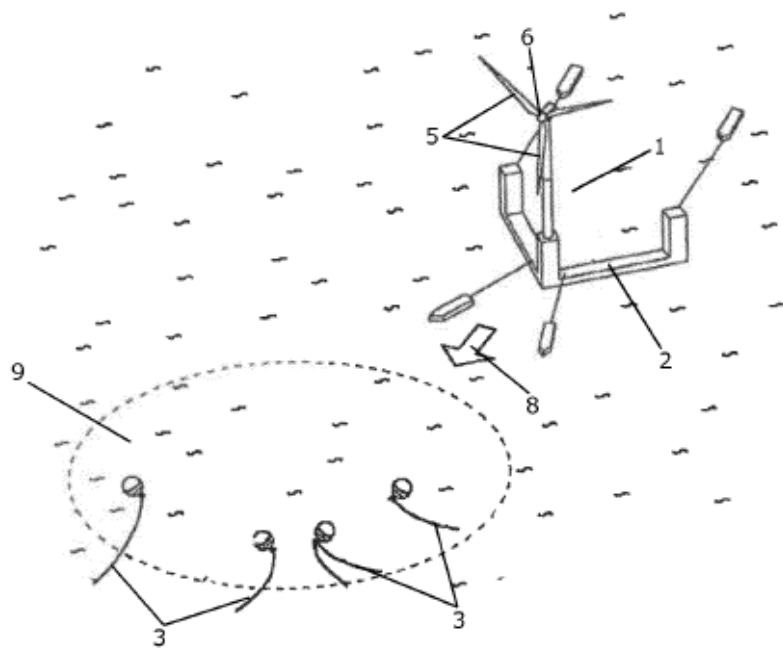


Fig. 4

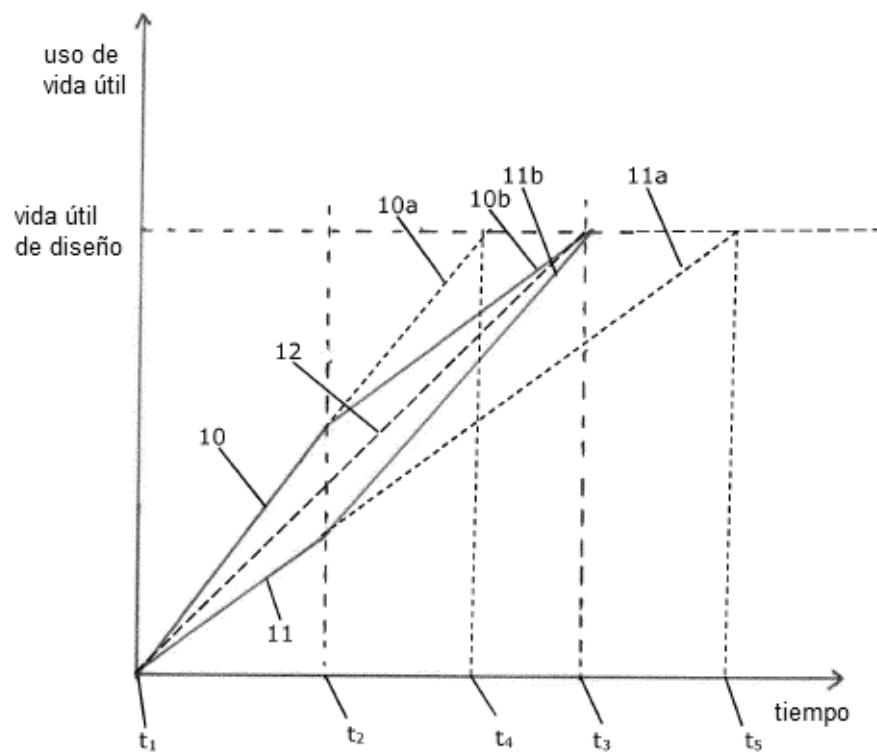


Fig. 5