

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 606 025**

51 Int. Cl.:

B63B 35/44 (2006.01)

F03D 1/02 (2006.01)

F03D 80/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.11.2012 PCT/SE2012/051249**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.05.2013 WO13074027**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.11.2012 E 12850438 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2016 EP 2780588**

54 Título: **Central de energía eólica para convertir energía eólica en energía eléctrica en el mar**

30 Prioridad:

15.11.2011 SE 1151082

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

17.03.2017

73 Titular/es:

**FLOWOCEAN AB (100.0%)
Legeringsgatan 2
721 30 Västerås, SE**

72 Inventor/es:

MORITZ, BERTIL

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 606 025 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

Central de energía eólica para convertir energía eólica en energía eléctrica en el mar

Campo de la invención y técnica previa

5 La presente invención se refiere a una central de energía eólica diseñada para convertir energía eólica en el mar en energía eléctrica, que comprende múltiples aerogeneradores, un andamiaje flotante que incluye elementos de soporte adaptados para soportar los aerogeneradores y una disposición para conectar el andamiaje a una base en el mar.

10 Esta central de energía eólica se conoce, por ejemplo, de la patente estadounidense US 2011037272. La central de energía eólica incluye múltiples aerogeneradores y un andamiaje flotante que incluye dos elementos de soporte esencialmente verticales y un elemento de soporte esencialmente horizontal conectado a los elementos de soporte verticales. Los aerogeneradores están unidos a los elementos de soporte verticales. La central de energía eólica comprende además una disposición para conectar el andamiaje a una base en forma de un poste colocado en el mar, que incluye dos barras y múltiples alambres colocados entre el poste y los elementos de soporte.

15 Otro ejemplo de una central de energía eólica flotante se describe en EP 2324244. La central incluye una estructura de viga dispuesta para formar una estructura de andamiaje y al menos un montante para estabilizar la posición de la estructura de andamiaje en el cuerpo de agua. Se supone que la central está unida a una boya.

20 Una desventaja respecto de las centrales de energía eólica de la técnica previa es que la disposición para conectar el andamiaje a la base tiende a ser pesada y abultada. Otra desventaja es el riesgo de que ocurra un problema de resonancia. Un problema con las centrales de energía eólica de la técnica previa es que no son adecuadas para colocarlas en agua poco profunda debido al hecho de que el cable de energía entre la planta y el fondo del mar no tiene suficiente espacio para moverse y por lo tanto se tensará mucho.

Objetivos y compendio de la invención

El objetivo de la presente invención es brindar una central de energía eólica mejorada adecuada para convertir energía eólica en energía eléctrica en el mar que solucione los problemas antes mencionados.

25 De conformidad con la invención, este objetivo se logra por una central de energía eólica como se define en la reivindicación 1.

30 Esta central de energía eólica está caracterizada porque la disposición para conectar el andamiaje a la base comprende una viga alargada que se extiende a través de una abertura en el andamiaje y sobresale a ambos lados del mismo, una unidad de conexión para conectar un extremo de la viga a la base y múltiples cables de alambre dispuestos entre la viga y el andamiaje para conectar mecánicamente la viga al andamiaje. Preferiblemente, los cables están hechos de acero inoxidable.

35 La disposición del cableado incluye al menos seis cables de alambre en donde al menos tres de los cables de alambre están dispuestos entre un extremo de la viga y el andamiaje y al menos tres de los cables de alambre están dispuestos entre el lado opuesto de la viga y el andamiaje. Esta disposición mantiene la viga en una posición fija respecto del andamiaje tanto en dirección horizontal como vertical.

La disposición de la viga de soporte y los cables de alambre en ambos extremos de la viga provee una conexión flexible entre la base y el andamiaje y reduce la tensión dinámica sobre el andamiaje.

40 Debido a la disposición con los cables de alambre, la utilización de material se optimiza y por consiguiente el peso de la disposición se reduce en comparación con las disposiciones de la técnica previa. El peso reducido de la central de energía eólica también resulta en un menor costo de fabricación de la central de energía eólica en comparación con centrales de energía eólica de la técnica previa. Los problemas de resonancia también se reducen debido a las características de los cables de alambre.

De conformidad con una realización de la invención, la conexión entre la viga y el andamiaje se establece exclusivamente mediante dichos cables de alambre.

45 De conformidad con una realización de la invención, la viga alargada se dispone extendiéndose a través de dicha abertura en el andamiaje de forma tal que la viga alargada esté separada del andamiaje y de forma tal que la viga alargada sobresalga a ambos lados del andamiaje.

50 De conformidad con una realización de la invención, la disposición del cableado incluye al menos ocho cables de alambre en donde al menos cuatro de los cables de alambre están dispuestos entre un extremo de la viga y el andamiaje y al menos cuatro de los cables de alambre están dispuestos entre el lado opuesto de la viga y el andamiaje. Esta realización provee una disposición sólida que conecta la estructura a la base. El hecho de tener ocho cables de alambre distribuye la fuerza mejor de forma tal que se reduce la tensión y el material.

5 De conformidad con una realización de la invención, los elementos de soporte forman un plano y la viga está dispuesta en un ángulo respecto del plano. Preferiblemente, el ángulo entre la viga y el plano está dentro del intervalo de 80° - 30°. Esta realización permite que la viga se conecte a la base debajo de la superficie del agua y cerca del fondo del mar mientras que los aerogeneradores y los elementos de soporte están erguidos. Es ventajoso que el punto de conexión entre la planta y la base esté cerca del lecho marino ya que el momento de flexión y la tensión sobre la base se reducen drásticamente.

10 De conformidad con una realización de la invención, los cables de alambre están dispuestos de forma tal que las longitudes de los cables de alambre se puedan ajustar para permitir el ajuste del ángulo entre la viga y el plano formado por los elementos de soporte. El ángulo necesario entre la viga y el plano formado por los elementos de soporte depende de la profundidad del mar en la ubicación de la planta. Esta realización permite adaptar el ángulo entre la viga y el plano formado por los elementos de soporte a diferentes profundidades de agua, logrando igualmente que el extremo de la viga esté cerca del nivel del fondo del mar mientras los elementos de soporte están verticales. Además, esta realización ofrece una mejor posibilidad de lanzar la estructura en un astillero cambiando gradualmente el ángulo para erigir la estructura en el agua. Esta realización también ofrece una posibilidad de eliminar el elemento de flotación trasero e inclinar la estructura hacia adelante hacia el elemento de flotación delantero.

15 De conformidad con una realización de la invención, dicha disposición comprende elementos de conexión para conectar dichos cables de alambre al andamiaje y a la viga, y dichos elementos de conexión están dispuestos para permitir el ajuste de las longitudes de los cables de alambre. Al utilizar conexiones ajustables de los cables de alambre al andamiaje es posible cambiar el ángulo entre la viga y el andamiaje.

20 De conformidad con una realización de la invención, los dos elementos de soporte se disponen separados entre sí y el andamiaje incluye una estructura reticular conectada a los elementos de soporte para tensar los elementos de soporte. Por ejemplo, los dos elementos de soporte están reforzados diagonalmente. Al usar una estructura reticular y cables de alambre, la tensión de flexión en los elementos de soporte se reduce considerablemente en comparación con las centrales de energía eólica terrestres tradicionales. Los elementos de soporte tienen, por ejemplo, forma de tubo, lo que les permite flotar.

25 De conformidad con una realización de la invención, la viga alargada se extiende a través de la abertura de forma tal que esté separada de los dos elementos de soporte y de la unidad de pontones. Por consiguiente, no hay unión directa entre la viga alargada y los elementos de soporte o la unidad de pontones.

30 De conformidad con una realización de la invención, la viga alargada está conectada al andamiaje exclusivamente mediante cables principales. La conexión mediante cables principales entre la viga alargada y el andamiaje tiene la ventaja de reducir el peso de la central de energía eólica.

Breve descripción de las figuras

35 A continuación la invención se describirá en más detalle mediante la descripción de diferentes realizaciones de la misma y con referencia a las figuras adjuntas.

La figura 1 es una vista en perspectiva de una central de energía eólica de conformidad con una primera realización de la invención.

La figura 2 es una vista lateral de la central de energía eólica mostrada en la figura 1, cuando la central de energía eólica está en posición de transporte.

40 La figura 3 es una vista lateral de la central de energía eólica mostrada en la figura 1, cuando la central de energía eólica está conectada a una base en el mar y lista para funcionar.

La Figura 4 es una vista trasera de la central de energía eólica mostrada en la figura 1.

La figura 5 es una vista trasera de una central de energía eólica de conformidad con una segunda realización de la invención.

45 La figura 6 es un ejemplo de un elemento de conexión para conectar cables de alambre a un andamiaje y una viga de la central de energía eólica.

Descripción detallada de realizaciones preferidas de la invención

50 Las figuras 1 - 4 muestran una central de energía eólica adaptada para convertir energía eólica en energía eléctrica en el mar de conformidad con una primera realización de la invención. La central de energía eólica incluye múltiples aerogeneradores 2. En esta realización, la central de energía eólica incluye dos aerogeneradores 2. Sin embargo, en otra realización de la invención, la central de energía eólica puede incluir tres o más aerogeneradores. La central de energía eólica incluye además un andamiaje flotante que incluye al menos dos elementos de soporte 3a, 3b adaptados para soportar los aerogeneradores 2. Los elementos de soporte son alargados. En esta realización, los elementos de soporte son dos tubos huecos dispuestos en paralelo y separados entre sí de forma tal que se forme

una abertura 7 entre los elementos de soporte. Los aerogeneradores 2 están conectados mecánicamente a los extremos superiores de los elementos de soporte. La central de energía eólica está diseñada de forma tal que los elementos de soporte 3-b están dispuestos verticalmente cuando la central está funcionando.

5 El andamiaje incluye además una unidad de pontones alargada 4 dispuesta entre los elementos de soporte 3a-b. La unidad de pontones 4 también tiene forma de tubo. La unidad de pontones 4 está conectada mecánicamente a los extremos inferiores de los elementos de soporte. En otra realización es posible tener tres o más elementos de soporte para soportar tres o más aerogeneradores. Por ejemplo, los elementos de soporte 3a-b y el pontón 4 están hechos de tubos. Los tubos contribuyen a cierta fuerza de flotación y estabilización en dirección del balanceo.

10 El andamiaje también incluye una estructura reticular, p. ej., una abrazadera diagonal 5 conectada a los elementos de soporte 3a-b para tensar los elementos de soporte. Es ventajoso utilizar una abrazadera diagonal para estabilizar los elementos de soporte y para reducir la tensión de flexión en el andamiaje. Por supuesto, es posible utilizar otro tipo de disposición para tensar los elementos de soporte.

15 La central de energía eólica incluye además una disposición para conectar el andamiaje a una base colocada en el mar para mantener la central de energía eólica en una posición fija en el mar. La base es, por ejemplo, una boya, un mástil/poste o una torre submarina. En este ejemplo, la base es un poste 8. El poste 8 está anclado en el fondo del mar, como se muestra en la figura 3. Esta disposición comprende una viga alargada 9, preferiblemente hecha de acero inoxidable o aluminio. Por ejemplo, la viga puede ser sólida, con forma de tubo o una estructura reticular. La viga alargada 9, en la siguiente viga denominada viga de soporte, está dispuesta de forma tal que se extiende a través de la abertura 7 entre los elementos de soporte 3a-b y sobresale a ambos lados del andamiaje como se muestra en las figuras 2 y 3. Los elementos de soporte 3a-b y el pontón 4 forman un plano. La viga 9 está dispuesta en ángulo respecto del plano. La viga de soporte no es perpendicular al plano ni paralela con el plano. Preferiblemente, la viga está dispuesta con un ángulo α respecto del plano que está dentro del intervalo de $30^\circ - 80^\circ$, dependiendo de la profundidad del agua.

25 Un extremo de la viga 9 está provisto de una unidad de conexión 10 para conectar la viga 9 al poste 8. La unidad de conexión 10 está diseñada de forma tal que sea posible mover la unidad de conexión en una dirección vertical respecto del poste pero no en dirección horizontal. Cada extremo de la viga 9 está provisto de un elemento de flotación 12a, 12b, que también se puede usar como elementos de peso. Un primer extremo 17 de la viga 9 está provisto de un elemento de flotación delantero 12a y un segundo extremo 18 de la viga 9 está provisto de un elemento de flotación trasero 12b. Al menos el elemento de flotación delantero 12a es hueco e incluye un espacio con una entrada adaptada para recibir aire y agua y la central incluye medios para controlar el nivel del agua en este espacio para permitirle a un usuario cambiar la relación entre aire y agua en el espacio para cambiar la fuerza de flotación del elemento de flotación. En una realización preferida de la invención, el elemento de flotación trasero 12a también incluye un espacio con una entrada adaptada para recibir aire y agua y la central incluye medios, por ejemplo una válvula, para controlar el nivel del agua en este espacio para permitirle a un usuario cambiar la relación entre aire y agua en el espacio para cambiar la fuerza de flotabilidad del elemento de flotación. Es ventajoso llenar los elementos de flotación con agua después de que la central se instaló en el sitio. Esto significa que se suministra masa a la central que reduce los movimientos del agua. Es más eficaz agregar masa en una posición más lejana del punto de concentración a la base que en una posición más cercana al punto de conexión.

40 La central de energía eólica comprende además múltiples cables de alambre 14a-h, preferiblemente hechos de acero o poliéster dispuestos entre la viga de soporte 9 y el andamiaje para conectar mecánicamente la viga al andamiaje. La viga 9 y los elementos de soporte están provistos de múltiples uniones de cable 15 para facilitar la unión de los cables de alambre. La unión de cable es, por ejemplo, un bucle o un anillo. Los extremos del cable de alambre también tienen uniones correspondientes, por ejemplos, ganchos. La disposición con cables de alambre logra un uso óptimo del material y por consiguiente reduce el peso de la central de energía. La unión de los cables al andamiaje también se puede ajustar, p. ej., el cable 14a y cable 14e pueden ser un cable continuo y 14b y 14f pueden ser un cable continuo, como se muestra en la figura 4. La conexión al andamiaje puede ser un dispositivo de sujeción dentro de los elementos de soporte 3a-b, manteniendo la posición relativa del punto de conexión de cables y el tubo 3 en una posición deseada.

50 En la realización mostrada en las figuras 1-4, hay ocho cables de alambre dispuestos entre la viga y el andamiaje. Cuatro de los cables de alambre 14a-d están dispuestos entre el andamiaje y el extremo de la viga, que incluye la unidad de conexión 10 y cuatro de los cables de alambre 14e-h están dispuestos entre el andamiaje y el extremo opuesto de la viga. En esta realización, los cables de alambre 14a y 14c están conectados entre un primer extremo 17 de la viga y el elemento de soporte 3a, los cables de alambre 14b y 14d están conectados entre el primer extremo 17 de la viga y el elemento de soporte 3b. Los cables de alambre 14e y 14g están conectados entre un segundo extremo 18 de la viga y el elemento de soporte 3a, los cables de alambre 14f y 14h están conectados entre el segundo extremo 18 de la viga y el elemento de soporte 3b. Como se puede ver en las figuras 1 y 4, la viga de soporte 9 está separada del andamiaje, es decir, no está en contacto con el andamiaje y solo está conectada al andamiaje mediante los cables de alambre 14a-h. Debido a que la viga de soporte 9 no tiene conexión al andamiaje excepto mediante los cables de alambre 14a-h, no se introducen fuerzas entre la viga 9 y el andamiaje.

60 La figura 2 muestra la central eólica en una posición de transporte, en donde es posible remolcar la central. La

central de energía eólica se transporta al poste 8 en barco. Durante el transporte de la central de energía eólica, los elementos de flotación 12a-b están llenos de aire para mantener la central de energía eólica a flote durante el transporte. Al cambiar la relación entre el agua y el aire en el elemento de flotación delantero 12a, es posible elevar y bajar la parte delantera de la central de energía eólica.

5 Cuando la central de energía eólica alcanzó el poste 8, la unidad de conexión 10 se conecta a la parte superior del poste 8. Cuando la central de energía se conectó al poste 8, el elemento de flotación delantero 12a se llena de agua de forma tal que la central de energía eólica se incline hacia adelante, como se muestra en la figura 3. El extremo delantero 17 de la viga 9 incluyendo la unidad de conexión 10 se hunde hasta alcanzar una posición de detención cerca de la parte inferior del poste 8. En esta posición, el elemento de flotación 12a-b no se ve afectado por
10 movimientos no favorables del andamiaje debido a los movimientos de olas en el agua. El andamiaje 3a-b, 4 y la viga 9 se diseñan de forma tal que los elementos de soporte 3a-b estén esencialmente verticales y el plano de los aerogeneradores esté paralelo al plano vertical al anclar la central. Debido al hecho de que el punto de anclaje está cerca del fondo del mar, las tensiones de flexión en el poste 8 se reduce significativamente y por lo tanto el poste solo tiene que dimensionarse principalmente para fuerzas de cizallamiento con pequeño movimiento de doblez.

15 Hay cable de energía 16 posicionado en la parte inferior del mar y que se extiende por el poste 8. El cable de energía 16 se conecta a la central de energía eólica por encima de la superficie del agua después de la conexión al poste. Una ventaja de esto es que el cable de energía 16 no se mueve en el agua debido a movimientos del andamiaje, en comparación con la solución cuando la viga 9 se conecta a una boya.

20 La figura 5 es una vista trasera de una central de energía eólica de conformidad con una segunda realización de la invención. Esta realización difiere de la primera realización en que la disposición del cableado solo tiene seis cables de alambre, en vez de ocho como en la primera realización. Los cables de alambre 14c y 14d fueron intercambiados por un único cable de alambre 14i. Del mismo modo, los cables de alambre 14g y 14h fueron intercambiados por un único cable de alambre (no se muestra).

25 La figura 6 muestra un ejemplo de un elemento de conexión 16 para conectar los cables de alambre 14a-i con el andamiaje y a la viga, dicho elemento de conexión posibilita el ajuste de las longitudes de los cables de alambre a ambos lados del andamiaje para permitir el ajuste del ángulo α entre la viga 9 y el plano formado por los elementos de soporte. El elemento de conexión 6 incluye una bobina dispuesta de forma giratoria respecto del elemento de soporte. Los cables 14e y 14a son partes de un cable que se enrollan en la bobina 16. Las longitudes de las partes
30 de cable 14e y 14a cambiarán con la rotación de la bobina de forma tal que cuando la parte de cable 14a se alarga, la parte de cable 14e se acorta y viceversa. Por ejemplo, la rotación de la bobina es impulsada por un motor. En este ejemplo, un motor 14 está dispuesto dentro del elemento de soporte hueco 3a. Si estos elementos de conexión 16 se usan en la realización mostrada en la figura 1, el andamiaje está provisto de cuatro bobinas, una primera para los cables 14a y 14e, una segunda para los cables 14b y 14f, una tercera para los cables 14c y 14g y una cuarta para los cables 14d y 14h.

35 Esta central de energía eólica es grande, por ejemplo, la longitud de la viga es de aproximadamente 150 m. La parte de la viga que se extiende en una dirección hacia el poste 8 es de, por ejemplo, aproximadamente 100 m y la parte de la viga que se extiende en dirección opuesta es de, por ejemplo, aproximadamente 50 m.

40 Una ventaja con la central de energía de conformidad con la presente invención es que es posible posicionarla en agua poco profunda. Otra ventaja en comparación con las centrales de potencia de la técnica previa es que los aerogeneradores solo tienen un elemento de soporte al centro de un rotor del aerogenerador. Esta disposición reduce las alteraciones y los problemas con el dimensionamiento dinámico del andamiaje.

La presente invención no se limita a las realizaciones descritas sino que puede variar y modificarse dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones. Por ejemplo, la central puede incluir más de dos elementos de soporte y más de dos aerogeneradores.

45

REIVINDICACIONES

1. Central de energía eólica para convertir energía eólica en energía eléctrica en el mar, que comprende:
 - múltiples aerogeneradores (2),
 - un andamiaje flotante que incluye al menos dos elementos de soporte (3a-b) adaptado para soportar los aerogeneradores y dispuesto de forma tal que se forme una abertura (7) entre los elementos de soporte, y
 - una disposición para conectar el andamiaje a una base dispuesta en el mar, dicha disposición comprende:
 - una viga alargada (9) que se extiende a través de dicha abertura en el andamiaje y sobresale a ambos lados del andamiaje,
 - una unidad de conexión (10) para conectar un extremo de la viga a la base, y
- 5 10 - múltiples cables de alambre (14a-i) dispuestos entre dicha viga y dicho andamiaje para conectar mecánicamente la viga al andamiaje, en donde al menos tres de dichos cables de alambre (14a-d) están dispuestos entre un extremo de la viga y el andamiaje y al menos tres (14e-h) de dichos cables de alambre están dispuestos entre el extremo opuesto de la viga y el andamiaje.
- 15 2. La central de energía eólica de conformidad con la reivindicación 1, en donde la conexión entre la viga y el andamiaje se establece exclusivamente mediante dichos cables de alambre (14a-i).
3. La central de energía eólica de conformidad con la reivindicación 1 o 2, en donde la viga alargada (9) está dispuesta extendiéndose a través de dicha abertura en el andamiaje de forma tal que la viga alargada (9) se separe del andamiaje y de forma tal que la viga alargada (9) sobresalga a ambos lados del andamiaje.
- 20 4. La central de energía eólica de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos cuatro de dichos cables de alambre están dispuestos entre un extremo de la viga y el andamiaje y al menos cuatro de dichos cables están dispuestos entre el extremo opuesto de la viga y el andamiaje.
5. La central de energía eólica de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones que anteceden, en donde dichos elementos de soporte (3a-b) forman un plano y dicha viga (9) está dispuesta en un ángulo respecto de dicho plano.
- 25 6. La central de energía eólica de conformidad con la reivindicación 5, en donde el ángulo (α) entre dicha viga y dicho plano está dentro del intervalo de 30° - 80°, preferiblemente 50°-70°.
7. La central de energía eólica de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 4 y 5, en donde dichos cables de alambre están dispuestos de forma tal que las longitudes de los cables de alambre se puedan ajustar para permitir el ajuste del ángulo (α) entre dicha viga (9) y dicho plano formado por los elementos de soporte.
- 30 8. La central de energía eólica de conformidad con la reivindicación 7, en donde dicha disposición comprende elementos de conexión (16) para conectar dichos cables de alambre (14a-i) al andamiaje y a la viga, y dichos elementos de conexión están dispuestos para permitir el ajuste de las longitudes de los cables de alambre.
9. La central de energía eólica de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones que anteceden, en donde dicho andamiaje incluye una unidad de pontones alargada (4) dispuesta entre dichos elementos de soporte (3a-b).
- 35 10. La central de energía eólica de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones que anteceden, en donde los dos elementos de soporte (3a-b) están dispuestos separados entre sí y el andamiaje incluye una estructura reticular conectada a los elementos de soporte (3a-b) para tensar los elementos de soporte.
- 40 11. La central de energía eólica de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones que anteceden, en donde dos elementos de soporte (3a-b) tienen forma de tubo.

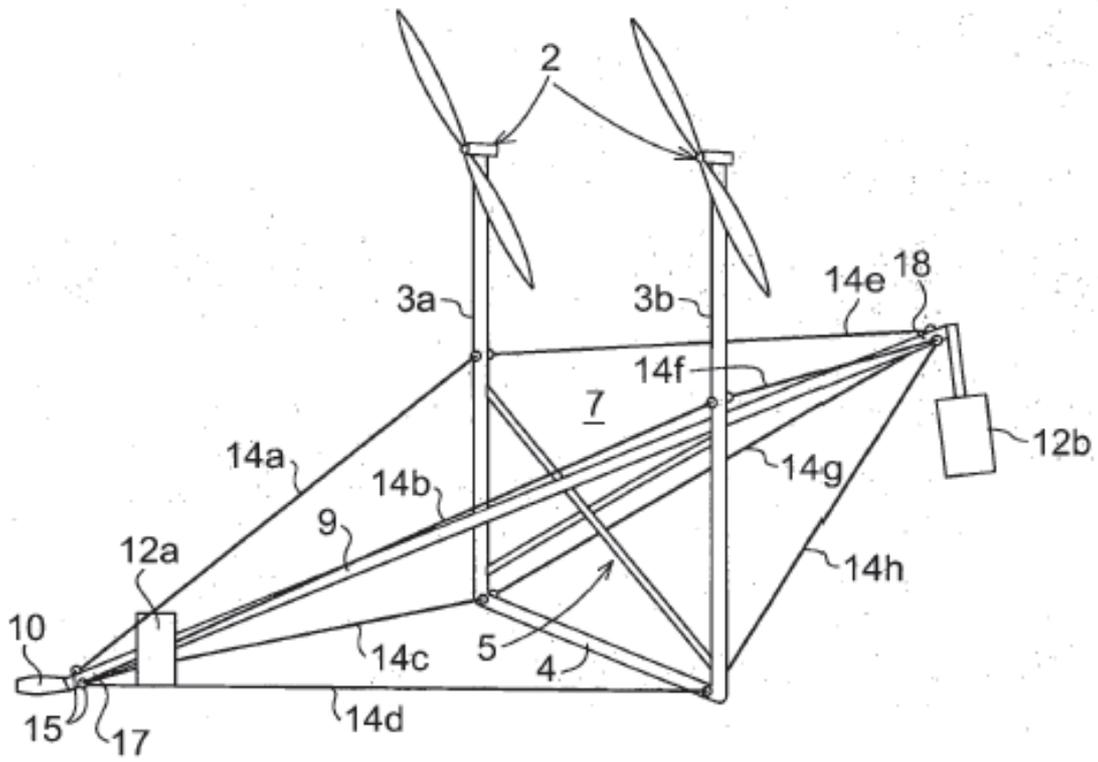


Fig. 1

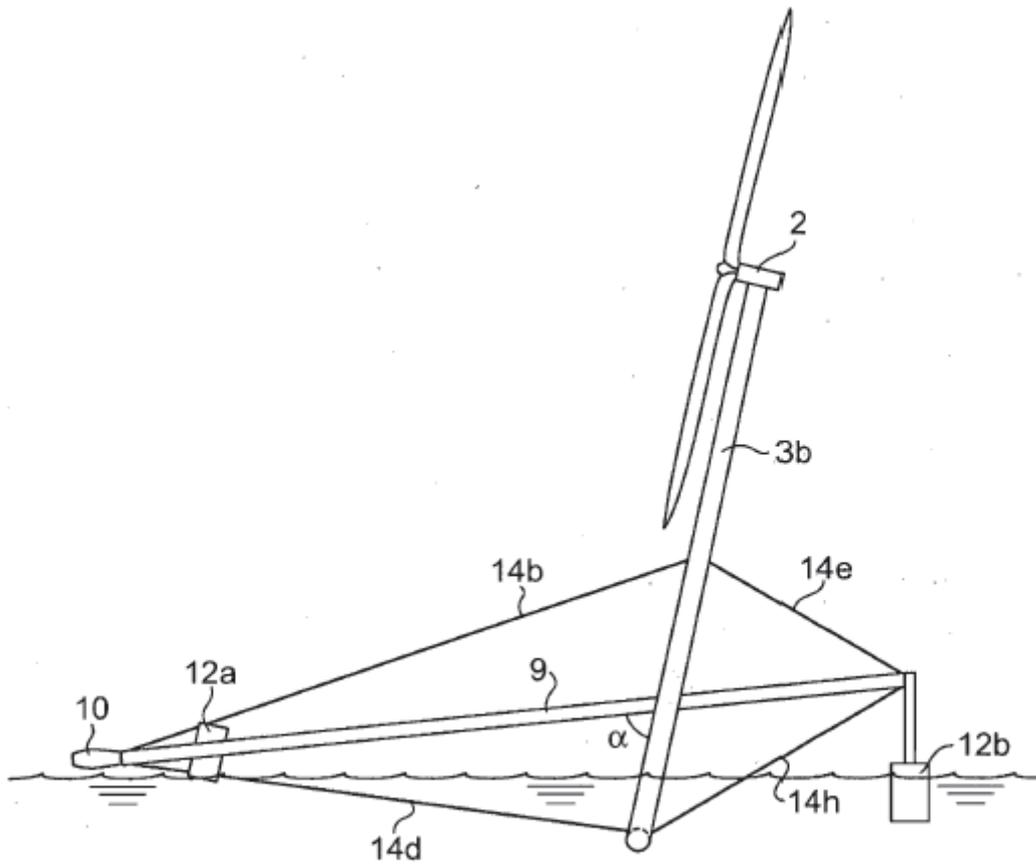


Fig 2

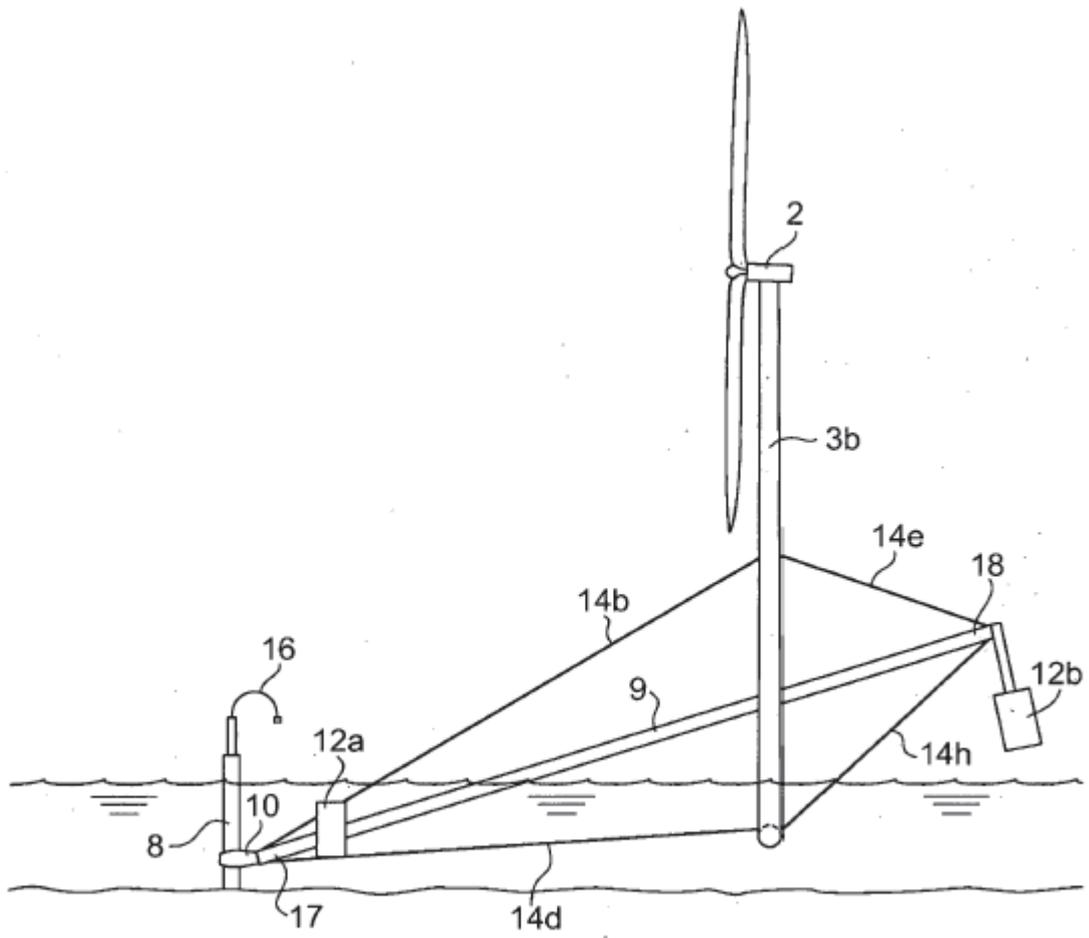


Fig. 3

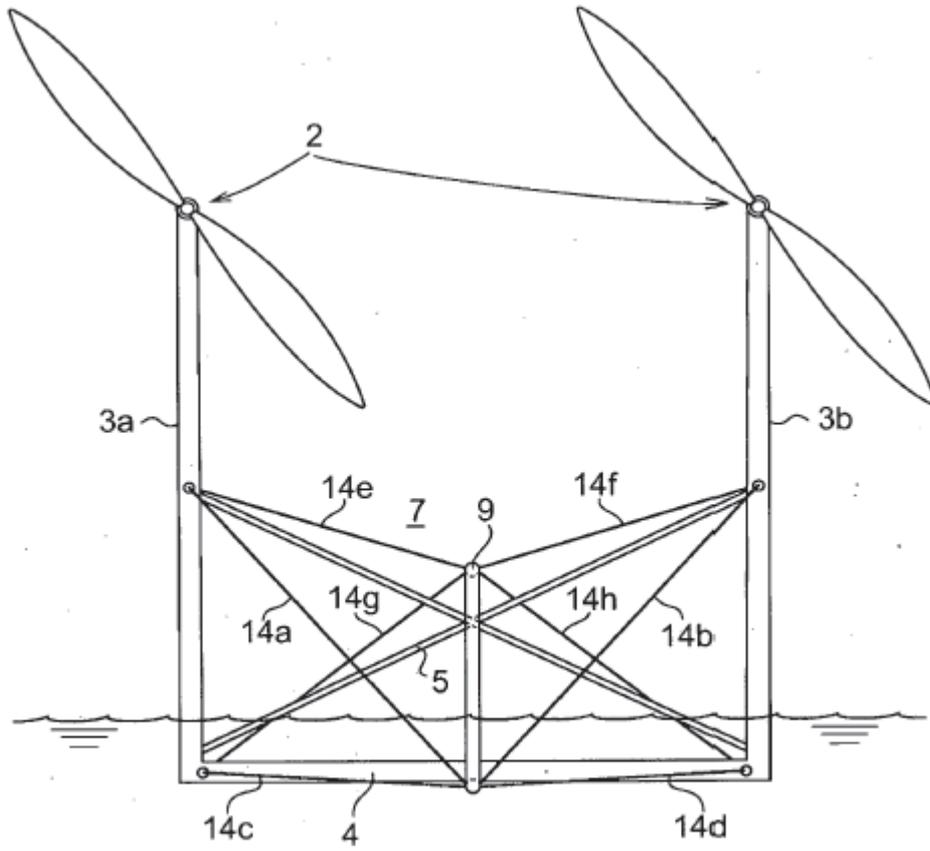


Fig. 4

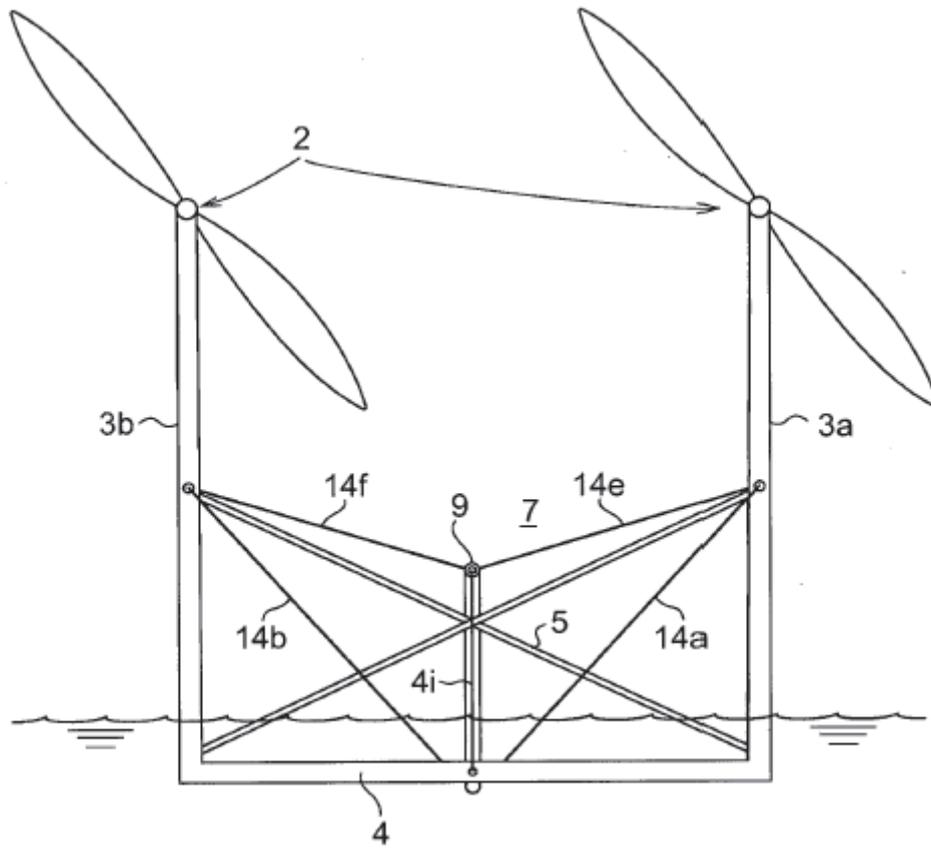


Fig. 5

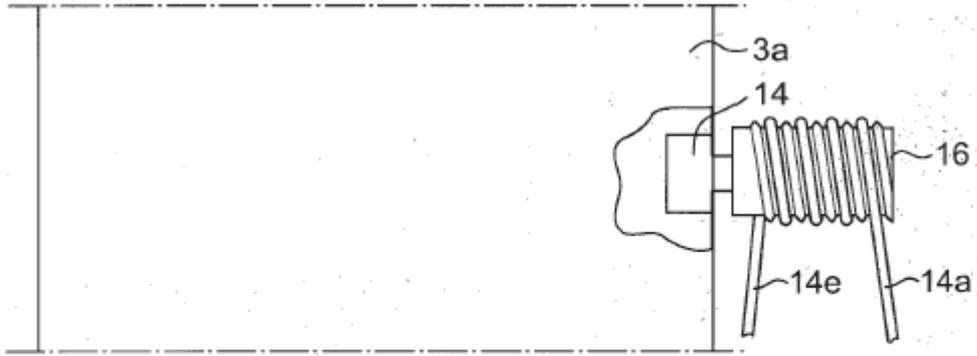


Fig. 6