

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 772 950**

21 Número de solicitud: 202090018

51 Int. Cl.:

F03D 13/25 (2006.01)

B63B 75/00 (2010.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

26.11.2018

30 Prioridad:

24.11.2017 CN 201711187761

43 Fecha de publicación de la solicitud:

08.07.2020

71 Solicitantes:

WONG, Carlos (50.0%)

17 Largo do Leal Senado Macao

Macao CN y

**ZHUHAI KALUOSI (MACAU) ENGINEERING
CONSULTANT LTD. (50.0%)**

72 Inventor/es:

WONG, Carlos

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

54 Título: **PLATAFORMA FLOTANTE AUTOALINEABLE AL VIENTO QUE SOPORTA MÚLTIPLES TURBINAS EÓLICAS Y SOLARES PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA Y SOLAR Y MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN DEL MISMO**

57 Resumen:

Plataforma flotante autoalineable al viento que soporta múltiples turbinas eólicas y solares para la generación de energía eólica y solar y método de construcción del mismo.

Una plataforma flotante autoalineable al viento entrante que soporta múltiples turbinas eólicas (17, 18) forma una unidad de generación de energía eólica. Bajo viento horizontal, la carga de viento resultante pasa el centro de geometría de las áreas receptoras de carga de viento (en adelante C. Geo) de la plataforma flotante, pero no el eje de giro (15), lo que da como resultado un momento de viraje alrededor del eje de giro (15) para girar la plataforma flotante hasta que la carga de viento resultante pase simultáneamente a través de C. Geo y el eje de giro (15). Un parque o granja eólica comprende al menos una plataforma flotante capaz de autoalinearse con el viento entrante para la generación de energía eléctrica. La plataforma flotante ayuda a reducir el kilometraje del cable de energía submarino (44), reduciendo así la resistencia eléctrica y, subsecuente pérdida de calor, y reduciendo el costo de los cables de energía submarinos (44).

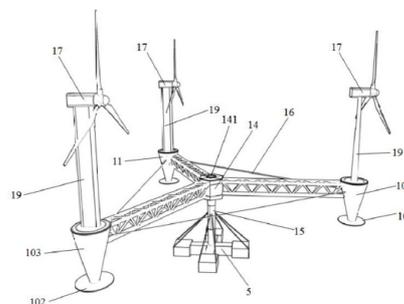


FIG. 1

DESCRIPCIÓN

5 PLATAFORMA FLOTANTE AUTOALINEABLE AL VIENTO QUE SOPORTA MULTIPLES
TURBINAS EÓLICAS Y SOLARES PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA Y
SOLAR Y MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN DEL MISMO.

CAMPO DE LA INVENCION

10 Esta invención se refiere a una plataforma flotante autoalineable al viento que soporta
múltiples turbinas eólicas para la generación de energía eólica depositada en un cuerpo de
agua para generar electricidad y su aplicación en una instalación de energía de granja eólicos
marina, y el método de fabricación y construcción del mismo.

ANTECEDENTES

15

Las ciudades metropolitanas del mundo están todas cerca de la costa y su consumo de
electricidad es enorme. La energía eólica marina es la energía verde más adecuada para las
ciudades costeras, ya que es la más efectiva en términos de conversión y escalamiento. Sin
embargo, el desarrollo de la energía eólica marina ha sido escaso, detrás de aquellos basados
20 en tierra. Esto se debe a los altos costos de la cimentación fijada en la parte inferior de la
turbina en el mar.

Las turbinas eólicas marinas se clasifican en dos tipos según sus métodos de cimentación:
tipo fondo fijo y tipo flotante. El tipo de fondo fijo solo es efectivo en aguas poco profundas
25 cercanas a la costa debido a la dificultad de construcción en aguas profundas. La turbina
eólica marina se apoya generalmente en un solo pilote de acero de gran diámetro de 6-8 m
de diámetro. Se requieren recipientes especiales de pilotaje a gran escala para hundir los
pilotes de acero de gran diámetro y tal instalación es muy costosa y generalmente está
controlada en algunas por unas pocas compañías. Como se están agotando los sitios para

parques eólicos cercanos a la costa, se deben explorar los sitios para parques eólicos alejados de la costa. En esta situación, el tipo fondo fijo se vuelve antieconómico y el tipo flotante es más atractivo. Casi todos los tipos flotantes que se están desarrollando hasta ahora son de una sola turbina. Es extremadamente difícil de controlar la estabilidad de un objeto de varios
5 cientos de toneladas, incluido el generador de energía, la caja de engranajes, el mecanismo de viraje y las aspas del rotor integradas a una altura de 100 m en la punta de la torre, apoyado en un cuerpo flotante. La práctica de la industria es que el ángulo de rotación de la torre no debe exceder ciertos límites (generalmente 10 grados) los cuales son también difíciles de cumplir para una sola turbina flotante, porque la dimensión de la base del flotador es pequeña
10 en comparación con la altura de la torre que es al menos dos veces la dimensión de la base.

El momento de inercia de la base es inadecuado para controlar los movimientos de oscilación y balanceo de la plataforma flotante. Se han desarrollado varios métodos para resolver el problema:

15

1) Pierna de tensión. La plataforma flotante está atada por líneas de anclaje al ancla del lecho marino para resistir las fuerzas de elevación inducidas por la flotabilidad de la plataforma, de modo que el momento de vuelco se equilibra con la variación de la fuerza de tensión en las líneas de anclaje. El sistema está desarrollado por la plataforma flotante "Blue H".

20

2) Sistema flotante de lastre de agua ajustable. Ajuste del lastre de agua entre los flotadores de una plataforma flotante para equilibrar el momento de vuelco, como la plataforma flotante "Wind Float".

25

3) Mástil. Comercializado por HyWind, está diseñado para tener el centro de gravedad ubicado debajo del centro del flotador mediante el uso de una barra de acero extendida desde el fondo de la plataforma hasta el lecho marino con una masa pesada unida al extremo de la barra para descender el centro de gravedad debajo del centro del flotador. La barra de acero utilizada por HyWind tiene más de 100 m; por lo tanto, solo se adapta a sitios de aguas
30 profundas.

Además de lo anterior, Mitsubishi Heavy Industries está probando una plataforma flotante Fukushima Mitai para soportar una sola turbina.

5 Los parques eólicos están formados por una pluralidad de turbinas flotantes individuales dispersas en una vasta extensión del océano. Si el campo eólico tiene una dirección de viento dominante, la separación de la turbina eólica en la dirección perpendicular del viento puede tomarse entre $1.8D$ a $3.0D$, mientras que la separación de la turbina en la dirección a lo largo del viento tiene que aumentar a $6.0D$ a $10D$, donde D es el diámetro de las aspas del rotor de la turbina. Esta gran separación está adaptada para evitar la estela de las turbinas de vientos altos sobre las turbinas eólicas de vientos bajos. Los efectos de estela provocan la pérdida potencial de energía de las turbinas de vientos bajos, así como imponen cargas de fatiga en las turbinas de viento bajo.

15 Si el campo eólico no tiene una dirección dominante del viento, habrá al menos una dirección de estela de la turbina de viento alto que proyecta sobre las turbinas de viento bajo. Si el espacio se mantiene demasiado corto, la pérdida por el efecto de estela será grande. Por lo tanto, el espacio se mantiene en $6.0D$ mínimo. Para una turbina moderna a gran escala, el diámetro del rotor es superior a $50m$. En este caso, la distancia será de entre $300m$ a $500m$.

20 El cable submarino que une las turbinas es de gran longitud y la resistencia de tal cable largo causará pérdida en la transmisión de energía.

25 El viento en el mar generalmente no tiene una dirección dominante. Para capturar la energía eólica máxima, el rotor debe ser preferiblemente perpendicular a la dirección del viento. El concepto de poner varias turbinas en una plataforma giratoria para alinearse con el viento se evoluciona.

Arte Previo.

WindSea concibió colocar tres turbinas en una plataforma triangular con un eje de giro ubicado en el centro. La base de la plataforma es pequeña en comparación con la altura de la torre, por lo tanto, el problema de estabilidad de la plataforma junto con la pérdida de la estela del viento permanece sin resolver.

5

El concepto SMWS de Moellgaard Energy, Dinamarca, consiste de una gran estructura tubular triangular que soporta tres turbinas montadas en las esquinas. Una esquina se ancla al lecho marino con líneas de amarre para que toda la estructura pueda girar alrededor de la esquina anclada siguiendo la dirección cambiante del viento. Dado que la estructura es muy grande, el giro alrededor de una esquina producirá un área de barrido muy grande que puede representar un peligro para otros usuarios marinos.

10

Hexicon está probando una estructura flotante de turbinas múltiples con la torreta ubicada en el centro de gravedad y el giro es por energía eléctrica. El giro automático requiere un tipo de reacción del lecho marino, por lo tanto, se emplea un sistema de amarre pesado. También necesita una fuente de energía para operar el mecanismo de giro.

15

El solicitante de la presente invención presentó una solicitud PCT (CN 201410323537.1) para una patente "Balsa de seguimiento del viento, rotativa, semisumergida para la generación de energía eólica y su método de construcción" en la que una balsa de cualquiera de Triangular, Estrella, Tee o configuración Trapezoidal que tienen turbinas eólicas soportadas por flotadores en las esquinas de la balsa siguen la dirección cambiante del viento. La rotación es sobre un punto giratorio excéntrico formado por líneas de amarre que unen el fondo de los flotadores y un dispositivo giratorio desplazado del centro de gravedad, para crear una excentricidad para el mecanismo de giro. Dicha técnica anterior del solicitante se aplica a aguas de más de 50 m de profundidad, de lo contrario, las líneas de anclaje que conectan los fondos flotantes y el dispositivo giratorio tenderán a seguir una pendiente que puede ser demasiado plana para evitar que la plataforma caya demasiado a la deriva antes de que se detenga. La presente invención se aplicará a todas las profundidades de agua, especialmente a profundidades de aguas poco profundas y medias con principios y diseños completamente nuevos.

20

25

30

SUMARIO

Definiciones.

- 5 Autoalineamiento al viento: significa que la superficie giratoria de las aspas del rotor de la turbina es perpendicular al viento entrante.

Rastreo del viento: significa que la turbina gira a la dirección designada siguiendo el cambio de la dirección del viento.

10

C.G.: significa el centro de gravedad de la masa de la materia en cuestión.

C. Geo.: significa el centro de geometría de las áreas receptoras de carga de viento para la materia en cuestión.

15

Configuración Básica.

- 20 Esta invención se refiere a una plataforma flotante autoalineable al viento que soporta múltiples turbinas eólicas para la generación de energía eólica depositada en un cuerpo de agua para generar electricidad y su aplicación en parques eólicos marinos, y el método de fabricación y construcción del mismo.

- 25 La plataforma soporta una pluralidad de turbinas de generación de energía eólica y se autoalinea con el viento entrante; el plano de rotación del rotor en esta dirección se denomina viento de frente, de modo que los rotores de las turbinas eólicas siempre están orientados hacia el viento entrante o el plano de las aspas del rotor giratorio está muy perpendicular al viento entrante. Esta invención se refiere además a un parque eólico que utiliza dicha

plataforma flotante marina autoalineable al viento (en adelante denominada la Unidad) que soporta múltiples turbinas eólicas con incorporación opcional de paneles solares.

5 Debido a que la Unidad puede soportar múltiples turbinas, puede verse como una turbina gigante. Según una realización, la Unidad para parque eólico marino comprende: una balsa semisumergible formada por al menos tres columnas huecas cilíndricas alineadas verticalmente (en lo sucesivo, el flotador) interconectadas por vigas; al menos tres turbinas eólicas, cada una de ellas montada en uno de los tres flotadores.

10 En un aspecto, los tres flotadores ocupan las tres esquinas de una configuración de triángulo, especialmente un triángulo equilátero, y entre ellos se encuentran las vigas largas que conectan flotadores adyacentes y un nodo central en el C.G. del triángulo que está conectado por vigas cortas al tramo medio de las vigas largas, y el nodo central alberga un eje de rotación.

15

En otro aspecto, los tres flotadores ocupan las tres esquinas de un triángulo de una configuración de Estrella con tres vigas cada uno de los cuales conecta un flotador y se encuentran en un nodo central ubicado en el C.G. del triángulo, y el nodo central alberga el eje de rotación, los flotadores de las esquinas están reforzados por los cables de acero que
20 conectan cada dos flotadores adyacentes;

El eje de rotación tiene forma de eje rígido, como una estructura similar a un tubo, y se fija al lecho marino y pasa a través de un anillo de impacto en el nodo central. Dado que dicho anillo de impacto se encuentra en el C.G. del triángulo, el eje de rotación está cerca del C.G. de la
25 plataforma. El eje de rotación restringe solo el movimiento horizontal de la plataforma; de lo contrario, la plataforma está completamente libre en un estado flotante.

Principios Básicos.

De acuerdo con una realización, la plataforma flotante marina de rastreo del viento que soporta múltiples turbinas eólicas para parques eólicos marinos comprende: diferente capacidad de potencia de las turbinas eólicas en la fila delantera y la fila trasera; diferentes formas en la torre de la turbina de la fila delantera y en la torre de la turbina de la fila trasera, de modo que las cargas de viento que actúan en la turbina de la fila delantera más la torre son diferentes de las de la fila trasera.

Para una disposición simétrica de las turbinas eólicas sometidas a una distribución uniforme del viento, la carga de viento en todas las turbinas eólicas más las integrales de la torre son iguales, de modo que el punto de acción de la carga de viento resultante actúa solo en la línea central de simetría y coincide con el triángulo C.G. que también es donde se encuentra el eje de rotación. En tal situación, la carga de viento resultante no produce un momento de giro alrededor del eje de rotación. La plataforma permanece estacionaria.

15 Capacidad de turbina de generación de energía

En una configuración Estrella o en una configuración Triangular de la plataforma, la dirección de orientación del viento se puede establecer con una turbina en la fila delantera y dos turbinas en la fila trasera y, además, las dos turbinas traseras tienen una potencia nominal mayor que la turbina delantera para que la carga de viento resultante en los rotores de la turbina caerá cerca de las turbinas traseras lejos del C.G.

Además, la forma de la torre de la turbina de la fila delantera está configurada para ser diferente de la forma de la torre de la turbina trasera y para esta aplicación la torre de la turbina de la fila delantera está configurada para atraer menos carga de viento que la de la torre de la turbina trasera. Las cargas de viento en los tres rotores de la turbina más las torres juntas tendrán una carga de viento resultante alejada del C.G. y se encuentra más cerca de las turbinas traseras. El desplazamiento de la carga de viento resultante lejos del C.G. al combinar las diferencias de tamaños de rotor de turbina y las formas de la torre mejorará el mecanismo de autoalineación. Cuando el viento viene en ángulo con la línea central de la plataforma, la carga de viento resultante se compensa desde el C.G. (también desde el eje de rotación). La carga de viento resultante, por lo tanto, produce un momento de viraje correcto sobre el eje

de rotación para conducir la plataforma para que gire hacia atrás hasta que la carga de viento resultante pase a través del eje de rotación, para entonces dicho momento de giro desaparece.

5 Formas de la Torre.

Opcionalmente, las formas de la torre de las turbinas de la fila delantera y de la fila trasera son diferentes para utilizar la diferencia en los coeficientes de arrastre del viento para causar una gran diferencia en la captura de las fuerzas del viento entre las dos filas de torres. Una
10 selección aquí es que la sección transversal de la torre de la turbina de la fila delantera es circular, mientras que las dos torres traseras de la turbina tienen forma de bala de doble lado. El coeficiente de arrastre para la columna circular es de alrededor de 0.47 y permanece sin cambios para cualquier dirección del viento. El coeficiente de arrastre para una forma de bala de doble lado está en su mínimo 0.295 en la dirección de la bala y su máximo más de 2.0 en
15 la dirección transversal. El viento entre estas dos direcciones se encuentra entre 0.295 y 2.0.

Los efectos combinados del uso de turbinas de mayor potencia en la fila trasera y una torre con forma de bala de doble lado en la fila trasera crean deliberadamente una carga de viento descentrada para impulsar la plataforma para que gire hasta que llegue a la dirección de
20 orientación del viento designada. Este enfoque es completamente diferente de la primera invención del solicitante (CN 201410323537.1) en la que el eje de rotación se establece en una posición excéntrica. La presente invención colocando el eje de rotación en el C.G. de la plataforma tiene los beneficios de que la inercia rotacional sobre el eje de rotación es mínima para que sea más fácil conducir la plataforma para girar. El área de barrido del mar es también
25 el mínimo que causaría menos perturbaciones a los otros usos marítimos.

Vigas de Conexión.

Los lados de la plataforma Triangular son al menos $2.2D$, donde D es el diámetro del rotor.
30 Para una turbina a gran escala, por ejemplo, capacidad 5MW, el rotor mide unos 126 m y ese

2.2D se convierte en 277 m. Para una viga tan larga que conecta dos flotadores, es propensa a dañarse por las cargas de las olas. Para reducir las cargas de las olas, las vigas se ubican debajo del agua a una profundidad lo suficientemente profunda como para evitar la acción de las olas, por ejemplo, a una profundidad de más de 14m. La flotabilidad de la viga, por otro lado, es causante del enorme momento de flexión si los dos extremos de la viga se mantienen en el agua de tal manera que una viga simplemente apoyada. Por lo tanto, la sección de la viga debe tener una flotabilidad equilibrada por el peso propio o un poco más que el peso propio para que la viga esté en estado de suspensión en el cuerpo de agua. Si la viga se construye con acero, se debe emplear un lastre de agua masivo, por lo tanto, la viga se debe construir con un material mucho más pesado: concreto, utilizando tecnología de construcción de puentes.

Para la aplicación en aguas poco profundas, no hay espacio para colocar las vigas bajo el agua. Las vigas deben evitarse en la superficie del mar, ya que las olas las dañarían fácilmente. Las vigas deben elevarse lo suficientemente alto como para evitar el ataque de las olas. Por lo tanto, se utiliza una estructura ligera de acero para conectar los flotadores.

Opcionalmente, un nodo central en el C.G. de una configuración de Estrella se puede utilizar para albergar el eje de rotación de modo que se pueda reducir el tramo de las vigas de conexión. Esto se mejora aún más mediante el uso de estructura para las vigas para reducir las cargas de viento.

Energía Solar.

Una ventaja adicional de la configuración de la viga sobre el agua es que, opcionalmente, los paneles solares se pueden instalar en el lado superior de las vigas, o incluso a mayor escala para erigir un soporte secundario sobre las vigas de conexión que encierran el área triangular de la plataforma para el soporte de los paneles solares hasta la capacidad de megavatios debido al tamaño del área proyectada de la plataforma.

Mecanismo de Giro.

Según una realización, la unidad de generación de energía eólica de plataforma autoalineada para parque eólico marino comprende: un anillo de impacto en el centro del nodo central para el paso de un eje de rotación que está en dos partes, la parte inferior comprende: un tubo o pilote de acero fijado a una base de gravedad que se encuentra en el lecho marino y puede ser reforzada por cables suspendidos. Dicha base de gravedad en un aspecto es de estructura de hormigón, y dicha base de gravedad en otro aspecto es un cubo superior abierto que el peso es proporcionado en gran parte por lastre de piedra y arena. Dichos cables suspendidos pueden ser de un tipo de anclaje automático atando el cable a la base de gravedad, y dichos cables suspendidos se pueden atar a un lecho marino con anclajes.

De acuerdo con otra realización, dicha parte inferior del eje de rotación comprende: un pilote de acero impulsado al lecho marino blando a una profundidad adecuada para que el suelo resista la carga horizontal de las turbinas eólicas; Se utilizan más cables suspendidos para estabilizar el pilote con los cables anclados en el lecho marino.

Según otra realización, la unidad de generación de energía eólica de plataforma autoalineada para parque eólico marino comprende: dicho anillo de impacto que está en el centro del nodo central y está construido con un anillo de defensas de goma unidas a la pared interna del anillo, y se une una placa de acero a los extremos libres de las guardas que forma un círculo que permite que el eje de rotación se mueva libremente. En una realización, la conexión de las partes inferior y superior del eje de rotación es mediante bridas atornilladas.

En otra realización, la conexión de las partes inferior y superior del eje de rotación es mediante una unión machimbrada donde la parte superior del eje de rotación es ligeramente más grande en diámetro que la parte inferior del eje de rotación; dicha parte superior se inserta en dicha parte inferior a través del anillo de impacto. El eje de rotación se rellena con hormigón para aumentar su resistencia lateral.

30

Aleta Agregada.

Según una realización, la unidad de generación de energía eólica de plataforma autoalineada para parque eólico marino comprende: una aleta añadida a la cara superior de la aleta que
5 apunta hacia la dirección de orientación del viento designada alineada con la línea central de simetría. En una configuración de plataforma Estrella que tiene dos turbinas en la fila delantera y una turbina en la fila trasera, la aleta se agrega a la viga entre el nodo central y el flotador trasero. En una configuración Triangular, la aleta se encuentra entre el nodo central y el punto
10 medio de la viga larga entre las dos turbinas traseras. La aleta se usa para atrapar más fuerza del viento que actúa excéntricamente para mejorar el momento correcto de viraje.

Flotador no Lineal.

Según una realización, la unidad de generación de energía eólica de plataforma autoalineada
15 para parque eólico marino comprende: un flotador con sección transversal variable entre las secciones superior e inferior. Un aspecto es aumentar la flotabilidad a medida que el flotador se hunde en el cuerpo de agua, es decir, la sección transversal superior es mayor que la sección inferior. Otro aspecto es minimizar el área de la línea de flotación ubicando la
20 flotabilidad principal debajo del agua, es decir, la sección transversal inferior mayor que la sección superior.

Eje de Rotación Excéntricamente Colocado.

De acuerdo con una realización, la unidad de generación de energía eólica de plataforma
25 autoalineada para parque eólico marino comprende: el eje de rotación se coloca deliberadamente en una posición de desplazamiento a lo largo de la dirección de orientación del viento para que la carga de viento resultante induzca un momento de viraje auto enderezado sobre la rotación del eje. Para las configuraciones de Estrella y Triangular, el nodo central se encuentra más cerca de las dos turbinas traseras. En este aspecto, los elementos
30 de carga de viento para la turbina y las torres son los mismos para las filas delantera y trasera,

de modo que para un espectro de velocidad del viento uniformemente distribuido, la carga de viento resultante cae en el C.G. de la plataforma. Con el eje de rotación a una distancia del C.G. se configura un torque para proporcionar un momento de viraje auto enderezable para girar la plataforma hasta que se detenga en la dirección del viento.

5

Aplicación en Aguas Profundas.

El primer invento del solicitante (CN 201410323537.1) usando cables para atar los fondos de los flotadores en un extremo y encontrarse en un punto desplazado del C.G. de la plataforma en proyección para crear un pivote de rotación excéntrico para producir el momento de viraje correcto está dirigido a aguas profundas de al menos 50 m de profundidad. Se desplazará demasiado si la pendiente de los cables es demasiado plana. Al extender la invención inicial del solicitante (CN 201410323537.1) a una configuración donde el eje de rotación está en el C.G. y el momento de viraje correcto no se produce por un eje de rotación excéntrico, sino por una carga de viento excéntrica resultante, como se mencionó anteriormente. Por lo tanto, la ubicación de la torreta está directamente debajo de la línea vertical de C.G. y los cables están atados entre la torreta y el fondo de cada flotador. El momento de viraje correcto se produce mediante el uso de diferentes turbinas y diferentes formas de torre para crear una carga de viento excéntrica resultante.

20

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1 es una vista en perspectiva de una plataforma flotante de turbinas eólicas tipo Estrella 3.

25

La Figura 2 es una vista en planta de una plataforma flotante de turbinas eólicas tipo Estrella 3.

La Figura 3 es una vista en perspectiva de combinaciones de flotadores y torres grupo 1, vista en planta de un C.G. con eje de rotación localizado de una configuración Triangular.

5 La Figura 4 es una vista en perspectiva de combinaciones de flotadores y torres del grupo 1, vista en perspectiva de la plataforma de turbina eólica flotante de tipo Triangular.

La Figura 5 es una vista en elevación de la plataforma por eje de rotación tipo anclaje por gravedad en aguas poco profundas, vista en perspectiva del conjunto de flotadores no lineales y las formas de las torres.

10

La Figura 6 es una vista en elevación de la plataforma por eje de rotación tipo ancla de gravedad en aguas profundas.

La Figura 7 es una explicación del mecanismo de giro.

15

La Figura 8 es una comparación de carga de cimientos con turbina de un solo pilote.

La Figura 9 ilustra detalles del eje de rotación en ancla de gravedad.

20 La Figura 10 ilustra detalles del anillo de impacto.

La Figura 11 ilustra detalles del nodo central.

La Figura 12 es una vista en planta del ancla de gravedad.

25

La Figura 13 es una vista en perspectiva de la ranura en el conjunto del eje de rotación.

La Figura 14 ilustra una instalación del machimbrado unido al eje de rotación.

- 5 La Figura 15 ilustra detalles de la ranura en el eje de rotación y el conjunto del anillo de impacto.

La Figura 16 ilustra una vista en planta de un eje de rotación colocado excéntricamente para una configuración en Estrella.

10

La Figura 17 es una vista en planta de un eje de rotación colocado excéntricamente para una configuración Triangular.

- 15 La Figura 18 es una vista en planta de la plataforma Triangular de la misma plataforma en la Figura 5.

La Figura 19 es una vista en planta de una plataforma Triangular incorporada con paneles solares y una aleta.

- 20 La Figura 20 es una vista en elevación de una plataforma Triangular incorporada con paneles solares.

La Figura 21 es una vista en elevación de una plataforma en aguas poco profundas restringida por un pilote como eje de rotación.

25

La Figura 22 ilustra detalles del eje de rotación tipo ancla de gravedad en aguas de profundidad media con botes de succión.

Anotaciones de los dibujos.

- 5
- 1 superficie del mar,
- 2 lecho marino, piso marino,
- 10 3 zanja excavada,
- 4 suelo, arcilla,
- 5 base de gravedad,
- 15
- 6 capa de arena/agregado,
- 11 flotador tamaño 1,
- 20 12 flotador tamaño 2,
- 12A flotador auxiliar,
- 13 viga de conexión, viga larga,
- 25
- 13A viga de conexión, viga corta,

- 13B puntal estructural,
- 14 nodo central,
- 5 15 eje de rotación, eje de giro,
- 16 alambre de acero,
- 17 turbina eólica (tamaño 1),
- 10 18 turbina eólica (tamaño 2),
- 19 torre (forma 1),
- 15 20 torre (forma 2),
- 41 cable de salida de energía,
- 42 anillo colector,
- 20 43 tubo guía,
- 44 cable submarino,
- 25 49 panel solar,
- 61 pilote,

- 90 ubicación resultante de carga de viento,
- 101 flotador no lineal tipo 1,
- 5 102 placa de amortiguación,
- 103 flotador no lineal tipo 2,
- 141 núcleo hueco del nodo central,
- 10 150 eje de rotación (parte superior),
- 151 anillo de impacto de acero,
- 15 152 guarda de hule,
- 153 tornillos,
- 154 brida atornillada,
- 20 157 relleno de hormigón,
- 156 conducto,
- 25 159 material compresible,
- 160 tapón de penetración,

- 161 refuerzo,
- 501 ancla de gravedad,
- 5 502 viga,
- 503 eje de rotación (parte inferior),
- 504 relleno de hormigón,
- 10 505 lechada de hormigón / cemento,
- 506 aleta,
- 15 507 alambre suspendido,
- 508 anclaje del lecho marino,
- 513 cubo de succión, y
- 20 517 lechada de presión.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

- 25 La presente invención se describirá adicionalmente con referencias a los dibujos adjuntos y la realización a continuación. En el dibujo, las partes que muestran las mismas funciones o funciones similares reciben la misma notación.

Ejemplo 1

La Figura 1 es el primer ejemplo que muestra la vista en perspectiva de una plataforma de configuración Estrella de forma Triangular formada por tres flotadores 103 conectados por tres vigas 13 que se encuentran en el nodo central 14. La turbina de la fila delantera 17 es más pequeña que las turbinas de la fila trasera 17 que se encuentran asentadas en el flotador 103. Los flotadores 103 están conectados al nodo central 14 por vigas 13. El eje de rotación 15 está en el centro del nodo central 14.

La Figura 2 muestra una vista en planta de la plataforma de configuración Estrella en la Figura 1).

La Figura 3 indica diferentes formas de torre y flotador (grupo 1) que tendrán diferentes valores en los coeficientes de arrastre en CD en las direcciones X e Y, se muestra una vista de planta de la plataforma flotante de configuración de triángulo con el eje de rotación en el C.G. y la capacidad desigual de la turbina con el mismo diseño de turbina que en el tipo Estrella.

La Figura 4 indica diferentes formas de torre y flotador (grupo 1) que tendrán diferentes valores de coeficientes de arrastre en el CD en direcciones X e Y, se muestra una vista en perspectiva 3D de un modelo de marco de alambre para la plataforma de configuración Triangular.

La Figura 5 muestra una elevación de una plataforma flotante sumergible con una turbina 17 más pequeña en una torre circular 19 en la parte delantera y una turbina 17 más grande en la torre en forma de bala doble 19 en la parte trasera. Los flotadores son una combinación de cilindro hueco 11 y cilindro no lineal 101. Las vigas de conexión 13 están en el agua, lo que indica que la profundidad del agua es al menos de profundidad media. La base de gravedad 5 se cimenta en una zanja excavada. Una parte inferior del eje de rotación 503 está plantada en la base 5 y está unida por la parte superior del eje de rotación 150 usando placas de brida atornilladas.

La Figura 6 muestra una elevación de una plataforma flotante sumergible con una turbina 17 más pequeña en una torre circular 19 en la parte delantera y una turbina 17 más grande en la torre 19 en forma de bala doble en la parte trasera. Los flotadores 103 son cilindros no lineales con placa de amortiguación 102. La aplicación es en aguas profundas donde el punto fijo está directamente debajo del punto proyectado del eje de rotación 15 unido a una torreta 104 conectada con cables 106 al fondo de los flotadores. El retorno se fija en una base de gravedad 105.

La Figura 7 muestra el mecanismo de autoalineación. Dado que el eje 15 se establece en el C.G. de la plataforma, una carga de viento uniforme en las turbinas de capacidad igual 17 no producirá ningún momento de viraje alrededor del eje para girar la plataforma porque la línea de carga de viento resultante pasa a través del C.G., es decir, pasa a través del eje 15. La parte A ilustra el viento que viene en ángulo con la línea central 202 de la plataforma y la fuerza resultante del viento F actúa en el punto 90 en una excentricidad E con el eje de rotación 15 induciendo un momento de enderezamiento $M = F * E$ para girar la plataforma hasta que esté orientado en la dirección de la orientación del viento como en la Parte B del dibujo. E es el brazo de palanca.

Usando la plataforma tipo Estrella en la Figura 2 como ejemplo, el diámetro del rotor de la turbina delantera es el 80% de aquel la turbina trasera. La carga de viento en las aspas del rotor es proporcional al área de barrido de las aspas del rotor, Por ejemplo, 5MW para las dos turbinas traseras y 3MW para la turbina delantera. Tomando un momento sobre la línea base que pasa por el centro de las turbinas traseras y luego la distancia entre el C. Geo. 90 y la línea de base se calcula mediante:

25

$$F_2 = (0.8)^2(F_1) = 0.64F_1$$

$$X = \frac{0.64F_1 \times h}{2F_1 + 0.64F_1} = 0.241h$$

en donde F_1 y F_2 son las cargas de viento en las turbinas traseras y delanteras respectivamente, h es la altura del triángulo.

30

El eje de rotación 15 se encuentra en el C.G. a una distancia igual a $0.33h$, la excentricidad de la carga de viento aplicada se convierte en $0.33h - 0.241h = 0.109h$. La excentricidad aumentará aún más si se utilizan diferentes formas de sección transversal de la torre.

- 5 La Figura 8 muestra la comparación de la presente invención de la plataforma flotante de turbinas múltiples con la popular turbina de cimentación fija de un solo pilote de su correspondiente fuerza de línea de lodo F y momento de flexión M . La carga de viento total de las 3 turbinas en la plataforma es (suponiendo el barrido del área del rotor la turbina delantera es 0.8 veces la de la turbina trasera).

10

$$2F + (0.8)^2 F = 2.64F$$

y el momento de vuelco en el fondo del flotador es:

- 15 $2.64F \times H = 2.64F H$, donde H es la altura de la torre.

El momento de vuelco es contrarrestado por la variación de la flotabilidad entre los flotadores. La variación de flotabilidad f , w y el momento de vuelco de la línea de lodo M son:

20

$$f = w = \frac{2.64FH}{L}$$

y

$$M = 2.64F \times d ,$$

En la turbina soportada de un solo pilote, la carga horizontal de la línea de lodo es F y el momento de vuelco es M

$$M = F_1 \times (H + d)$$

5

en donde d es la profundidad del agua. Dado que la H es mayor que d en la mayoría de los casos para turbinas fijas inferiores. Por lo general, H es más de 100 m para turbinas de varios megavatios, mientras que la profundidad del mar es de entre 10 y 30 m. Por ejemplo, una turbina de 5MW requiere una altura de torre de 100 m instalada en el mar, donde la profundidad del agua sea entre 15-30 m. La carga de viento estática en el nivel de la línea de lodo para ambos casos es:

10

Tabla 1

Comparación de cargas de viento en la línea de lodo	Carga Horizontal	Momento de vuelco
Presente plataforma flotante	$2.64F_1$	$2.64F_1 \cdot 15 = 39.75F_1$ $2.64F_1 \cdot 30 = 79.2F_1$
Turbina fija de fondo único	F_1	$F_1 \cdot (100+15) = 115F_1$ $F_1 \cdot (100+30) = 130F_1$

15

La comparación muestra que el momento de vuelco de la línea de lodo para la presente plataforma flotante es menor que el de la única turbina fijada en un solo pilote de fondo, aunque la carga horizontal es más alta en la plataforma flotante debido a que hay 3 turbinas, la carga horizontal será resistida por la fricción entre la base de gravedad y el lecho marino o más mediante anclajes de amarre.

20

Los requerimientos de condiciones geológicas en el lecho marino son mínimos para esta plataforma. Si la torre DSB se usa con su eje largo en línea con la dirección de orientación del viento, cualquier dirección de viento distinta de la alineada con la dirección de orientación del viento designada producirá una carga de viento resultante alejada del C.G. y se crea un momento de viraje para girar la plataforma. Esto se debe a que la torre DSB atrae más carga de viento debido a su mayor área de captura de viento y un coeficiente de arrastre mayor que el de la sección circular.

La Figura 9 muestra los detalles de una base de gravedad 5 la cual se asienta sobre el lecho de hormigón 6 con llaves de cortante 517 moldeadas en la capa de arena 6. La excavación 3 solo es necesaria cuando hay una capa de tierra blanda en el lecho marino 2. Hay muchos diseños posibles para la base 5. La realización mostrada aquí como ejemplo es cuatro bloques rectangulares de masa de hormigón o de cajas abiertas por arriba 501 rellenas con arena y lastre agregado. Las cajas 501 están unidas con vigas 502 para formar una base 5. La parte inferior del eje de rotación 503 está fijada a la base 5. La parte superior del eje de rotación 150 se inserta en el nodo central 14 a través del anillo de impacto 141, para conectar la parte inferior 503 mediante placas de brida atornillada 154 para completar la instalación del eje de rotación. El cable de salida de energía 41 de las tres turbinas está conectado a la terminal móvil del anillo colector 42 y el cable submarino de energía 44 atraviesa el tubo guía 43 ubicado en el centro del eje de rotación a la terminal estacionaria del anillo colector 42. El espacio G es la tolerancia de separación entre el eje de rotación 503 y el anillo de impacto de acero 151. La separación S permite que la plataforma flotante oscile y se balancee sin tocar el eje de rotación y la pared 141 del nodo central 14.

La Figura 10 muestra los detalles del nodo central 14 que alberga un anillo de impacto 141 que permite que la parte superior del eje de rotación 150 se sujete de manera holgada con el espacio G entre la placa de acero de impacto 151 hacia atrás por la guarda de hule 152 unido al anillo de impacto 141. Dicha parte superior 150 y la parte inferior 503 están unidas por la brida atornillada 154 para formar el eje de rotación con suficiente longitud U y D para tener en cuenta la variación de la superficie del agua debido a la fluctuación de las mareas y la acción de las olas. Una separación S asegura que el eje de rotación no toque la pared del nodo central 14 cuando la plataforma se balancee bajo la acción de las olas.

La Figura 11 muestra la vista en planta del nodo central 14. Dentro del anillo de impacto 141, el ancla de gravedad 501 con el cubo de succión 513 conectada con la viga 502.

5 La Figura 12 muestra la vista en planta de la base 5. El eje de rotación 503 está fijado a la base 5 por todo tipo de medios. Para proporcionar una mayor capacidad de estabilidad al eje de rotación, se activa un sistema de anclaje automático por medio de alambres suspendidos 507.

10 La Figura 13 muestra otra realización de la construcción del eje de rotación usando una unión machimbrada. Las dos partes del eje de rotación comprenden la parte inferior 503 y una parte superior ligeramente más grande 150 que se dejará caer en la parte inferior 503 formando una unión machimbrada.

15 La Figura 14 muestra cómo se realiza la construcción de la unión machimbrada. La plataforma flota en la instalación marina y alinea el centro del nodo central 14 con la sección inferior fija preinstalada del eje de rotación 503 en el bloque de anclaje del lecho marino. Levanta la sección superior del eje de rotación 150 dentro del anillo de impacto 151 y conecta la sección inferior con la brida atornillada o la unión machimbrada (se muestra en la figura la unión machimbrada).

20

La Figura 15 muestra los detalles de la unión machimbrada en el eje de rotación. La parte inferior 503 del eje de rotación se instala primero. Se Alinea el nodo central 14 con el eje de rotación inferior 503, luego se inserta la parte superior 150 sobre la parte inferior 503. Tenga en cuenta que hay una placa de tope de penetración 160 para controlar la longitud superpuesta, y material compresible 159 en las caras internas del eje de rotación superior 150. Ambas partes del eje están rellenas con hormigón 504 y 157 respectivamente (3) para la Sección C-C, (4) para la Sección E-E, (5) para la Sección D-D y (6) para la Sección F-F.

25

La Figura 16 de acuerdo con la solicitud de patente anterior no. CN201410323537.1 del solicitante, muestra una plataforma Estrella con el eje de rotación 15 desplazado del C.G. 90. Tenga en cuenta que las tres turbinas 17 son de igual capacidad.

- 5 La Figura 17 según la solicitud de patente anterior del solicitante no. CN201410323537.1, muestra una plataforma Triangular con el eje de rotación 15 desplazado del C.G. 90 m. También se emplean flotadores auxiliares 12A y vigas auxiliares 13A. Tenga en cuenta que las tres turbinas 17 son de igual capacidad.

10 Ejemplo 2

La Figura 18 muestra una plataforma flotante Triangular con el eje de rotación en el C.G. con capacidad de turbina desigual y sistema secundario de vigas flotantes 12A, 13A para soportar el nodo central 14 en el C.G. de la plataforma con el eje de rotación 15 en el C.G. como se
15 mencionó anteriormente, para crear un momento de viraje cuando la plataforma no está orientada al viento, las turbinas delantera y trasera tienen dos clasificaciones diferentes o las secciones transversales de la torre para las turbinas delantera y trasera tienen dos formas diferentes, o ambas. Es posible crear un C. Geo de la carga de viento en una ubicación a 90 m del C.G.

20

La Figura 19 muestra una plataforma flotante Triangular con un sistema de vigas secundario 13A y 13B para soportar paneles de energía solar 49 dentro de su límite con aleta de cola opcional 506.

25 Ejemplo 3

La Figura 20 muestra la aplicación de la plataforma flotante en aguas poco profundas donde las vigas 13 están por encima de la superficie del agua a un nivel de seguridad alejado de la ola de tifón. Los paneles solares 49 opcionales se fijan a la cara superior de las vigas 13. Los

cubos de succión 513 mejoran aún más la base de gravedad 5. El lodo marino se excava a lo largo de la trayectoria móvil del flotador 11 dejando una zanja excavada 3 (mostrada en la figura 21).

5 La Figura 21 muestra la aplicación de la plataforma flotante en aguas poco profundas donde las vigas 13 están por encima de la superficie del agua a un nivel de seguridad, lejos de la ola de tifón, mientras que el eje de rotación está formado por un pilote 61 reforzado por alambres suspendidos 507 con anclaje 508 en el lecho marino. El cable de salida de energía 44 corre dentro del pilote 61 y sale en la sección inferior del pilote. El lodo marino se excava a lo largo
10 de la trayectoria móvil del flotador 11 dejando una zanja excavada 3.

La Figura 22 muestra los detalles de la base de gravedad mejorada por los cubos de succión, esto se aplica a la condición del lecho marino con una capa gruesa de material blando. La parte inferior de la base se puede equipar con anillos de acero o anillos de hormigón para
15 formar cubos de succión para aumentar la capacidad de carga y elevación.

Estimación de Generación de Energía Solar.

Para las vigas de conexión 13 ubicadas sobre el nivel del agua, la cara superior de las vigas
20 se puede instalar con paneles de energía solar ya que la viga es dimensionable. Tomando una sección triangular apuntando hacia abajo para la viga, el ancho está en el rango de 6-8 m y la longitud para el largo de viga 13 es de 223 m para un diámetro de rotor de turbina de 100 m (figura 18) y las vigas cortas 13A son de 64 m de largo. El área total disponible para la instalación de paneles solares es $3(223*8+64*8)=6888$ m², lo que se traduce en energía solar
25 con una capacidad de instalación de (180W/m²) (6888) = 1.23MW, dada una tasa de conversión estándar de 180W por metro cuadrado.

Si toda el área triangular unida por los tres flotadores se instala con paneles solares, el área disponible es de 21408 m² (Figura 19), lo que se traduce en energía solar con una capacidad

de instalación de $(180W/m <2>)*(21408)=3.85MW$. Mejora la capacidad de generación de energía y forma una fuente complementaria.

5 Si se incrementa el número de flotadores auxiliares también se incrementa la fuerza de arrastre, es posible instalar una aleta de cola 506 para aumentar el momento correcto de viraje.

Ejemplo de trabajo 1

10 Usando la configuración Estrella en la Figura 1 (perspectiva) y en la Figura 2 (vista en planta) como ejemplo, la turbina delantera 17 es una turbina de menor capacidad. La longitud del lado del triángulo es $1/2(D1)+D2+1/2(D1)$ donde D1 es la turbina 18 de mayor tamaño. Dado un diámetro de rotor de 120m para la turbina de 5MW en la fila trasera y un diámetro de rotor de 80m en la fila delantera. El lado del triángulo se puede calcular $0.5*120+80+0.5*120=200m$,
15 digamos 223m.

Los tamaños de flotador 11 deben tener una flotabilidad adecuada para limitar el ángulo de oscilación y balanceo para no exceder la rotación permitida que generalmente está dentro de los 10°. Según NREL de los EE. UU., El momento de vuelco es de 250000 kNm para una
20 turbina de 5MW fijada en el lecho marino. Este momento de vuelco es resistido por la variación de la flotabilidad en los flotadores. De acuerdo con la Figura 2, la variación de flotabilidad es $3 * 250000/223 = 3360$ kN. Para un flotador de 14 m de diámetro, el flotador puede generar esta fuerza por su desplazamiento vertical de 2.2 m. Esto representa una rotación rígida de 1.1°, mientras que la rotación elástica debe ser de alrededor de 3°. Incluso permitiendo que
25 los flotadores se muevan unos de otros verticalmente bajo los ataques de la ola, +/- 4m la oscilación y balanceo total todavía están dentro de los 10°.

Usando la plataforma tipo Estrella en la Figura 2 como ejemplo, el diámetro del rotor de la turbina delantera es el 80% del de la turbina trasera. La carga de viento en las aspas del rotor
30 es proporcional al área de barrido de las aspas del rotor, por ejemplo, 5MW (rotor de 126 m)

para las dos turbinas traseras y 3MW (rotor 100.8 m) para la turbina delantera. Tomando momento alrededor de la línea base que pasa por el centro de las turbinas traseras y luego la distancia X entre el C. Geo. 90 y la línea de base se calcula mediante:

$$F_2 = (0.8)^2(F_1) = 0.64F_1, \text{ and}$$

$$X = \frac{0.64F_1 \times h}{2F_1 + 0.64F_1} = 0.241h$$

5

en donde F_1 y F_2 son las cargas de viento en las turbinas delantera y trasera respectivamente, y h es la altura del triángulo.

- 10 El eje de rotación 15 se encuentra en el C.G. a una distancia igual a 0.33h, la excentricidad (ecc) de la carga de viento aplicada se convierte en $0.33h - 0.241h = 0.109h$. Con base en la línea trazada entre las dos turbinas traseras de 5MW, la línea de base es $1.1 * (126 + 100.8) = 250$ m y la altura del triángulo es de 216 m. La excentricidad de la carga de viento resultante se convierte en $0.109 * 216 = 24$ m. La excentricidad aumentará aún más si se utilizan
- 15 diferentes formas de sección transversal de la torre.

Por ejemplo, diámetro de la torre frontal: promedio de 6 m, altura de 90 m, coeficiente de arrastre. 0.47

- 20 Sección DSB de la torre trasera con radio final $R = 2.75$ m y centro plano $B = 3$ m, altura 90 m, arrastre 0.295 a 2.7;

Viento Transversal.

25

$$F_x = 2.7 \cdot p (2 \cdot 2.75 + 3)(90) = 2066 p$$

$$F_2 = 0.47 \cdot r \cdot (6)(9) = 254r;$$

$$X = \frac{F_1 \cdot h}{F_1 + 2(F_2)} = \frac{254p}{254p + 2 \cdot 2066p} h = 0.06h$$

$$ecc = 0.33/z - 0.06/z = 0.27 A,$$

5 en donde F_1 y F_2 son las cargas de viento en la torre trasera y delantera sujetas a una presión de viento uniforme p respectivamente, h es la altura del triángulo. La excentricidad se convierte en $0.27 \cdot 216 = 58$ m. Si ambas opciones se seleccionan juntas, la excentricidad será $0.109h + 0.27h = 0.379h = 82$ m, que es grande.

10 Esta excentricidad es el valor máximo cuando el viento sopla en dirección transversal a la línea central de la plataforma. Se reduce gradualmente a cero después de que la plataforma se enfrenta al viento.

Ataque de Tifón.

15

Las turbinas y la torre deben ser resistentes a los tifones. La plataforma flotante en caso de aguas profundas se hunde, la viga 13 debe instalarse bajo el agua a una profundidad que las olas tengan pocos efectos sobre las vigas. Si la profundidad del agua no puede cubrir las vigas 13 a una profundidad adecuada, las vigas 13 deben ubicarse por encima del nivel del agua lo
 20 suficientemente alto como para librar la altura de la ola, (ver Figura 20)

De acuerdo con la Tabla 1, el momento de vuelco de la línea de lodo para una turbina fija de fondo apilado es mayor que la presente plataforma flotante de múltiples turbinas, lo que significa que la presente plataforma flotante inventada tendrá una mayor tasa de supervivencia
 25 que la turbina fija de fondo apilado único. La presente plataforma utiliza un sistema de amarre de un punto. Todas las aspas del rotor giran en dirección horizontal con el área de menor carga de viento en las aspas para enfrentar el viento y los rotores entran en la posición

estacionaria. La plataforma flota en el mar y gira sin restricciones. Las condiciones de límite sin restricciones permiten que la plataforma asuma menos cargas de viento.

Procedimientos de Construcción.

5

Si bien existen varios métodos de construcción, es posible que personas expertas en la materia evoquen otros métodos de construcción. El que se presenta aquí es una de las posibles formas de implementación de la plataforma.

10 La plataforma se divide en varios segmentos que se fabrican/ moldean en fábricas y se llevan al puerto de ensamblaje en un muelle donde los segmentos se unen para completar la plataforma, aún mejor es erigir las torres y completarlas con las turbinas en posiciones. El puerto debe ser lo suficientemente profundo como para acomodar el tiro de los flotadores, pero en caso de que la profundidad no sea adecuada, los flotadores auxiliares para
15 proporcionar flotabilidad temporal a los flotadores es una solución.

En el sitio, el lecho marino se excava del material blando para formar una zanja 3, (ver la Figura 9) Se coloca una capa de nivelación de piedra / arena 6 en la zanja. Bajo la base 5 con conductos de lechada incorporados al nivel requerido y la lechada de presión del espacio
20 entre la capa de nivelación y la caja de peso 501. Cuando la lechada alcanza su resistencia de trabajo, se lastra la caja de peso por cualquier medio. El eje de rotación 503 se inserta en la base 5 y sella el espacio 517 para fijar la parte inferior del eje 503. Se flota en la plataforma completada con las turbinas y se alinea el centro del eje de rotación 503 con el centro del anillo de impacto 151 del nodo central 14, se hace descender la parte superior 150 del eje de
25 rotación 503 pasando el anillo de impacto 151 y se conecta a la parte inferior parte 503 por los tornillos 153 en la brida. Se conecta el cable de energía submarino 44 a la terminal estacionaria y el correspondiente cable de energía de turbina 41 a la terminal del rotor del anillo colector 42. La plataforma está lista para generar electricidad. Para la otra cimentación, por ejemplo, el pilote único como el eje de rotación o el tipo de gravedad con cubos de succión
30 pueden aplicarse los mismos principios y no se discutirán aquí.

El ajuste de nivelación de la plataforma se puede lograr con lastre de agua entre flotadores o secciones de vigas.

Paneles de Energía Solar Opcionales.

5

Para las vigas de conexión ubicadas sobre la superficie del agua, la cara superior se puede instalar con paneles de energía solar que pueden brindar una capacidad de instalación de 0.2 - 0.4MW. En países donde no hay tifones y mucho sol, como Indonesia, Malasia y Tailandia, la plataforma de configuración Triangular es particularmente adecuada para que toda el área de cobertura se instale con paneles de energía solar. La capacidad instalada de la planta de energía solar puede ser de 3.0MW - 4.0MW que, en combinación con la unidad de energía eólica, puede ser de 3MW + 5MW + 5MW + 4MW = 17MW. La Unidad se adapta bien a las muchas naciones isleñas tropicales cuando la importación de combustibles fósiles es demasiado inconveniente y costosa, pero no se aprovechan los recursos naturales de energía eólica y solar. Basado en una familia de 4 que permite la instalación de energía de 2kW, el número de familias que una sola Unidad puede soportar es de 8,500 o una población de 34,000. Con dos unidades desplegadas en los lados norte y sur de la isla, es posible complementarse entre sí para que la fuente de energía sea continua con solamente mínimos requisitos de almacenamiento.

20

Ventajas de la presente invención.

En resumen, la presente invención tiene las siguientes ventajas:

25 1. Para el mismo número de turbinas eólicas en un parque eólico, al agrupar tres turbinas en una plataforma, se puede reducir el área marítima adquirida y el kilometraje del cable de alimentación submarino.

2. La plataforma autoalineable con el viento hace que la extracción de energía eólica sea más eficiente en todo momento.

3. El eje de rotación es de diseño simple y fácil de reemplazar.

5

4. La plataforma se puede instalar con paneles solares como opción.

5. La plataforma flotante no es específicamente geofísica, de manera que puede ubicarse en cualquier lugar sin la necesidad de una investigación geológica previa del lecho marino.

10

6. La plataforma flotante puede flotar de regreso al puerto para revisión, modificación, reparación o incluso transportarse a una nueva ubicación.

15

7. El mecanismo de alineación automática de la plataforma con orientación del viento no necesita una mecánica de viraje en la turbina ni en la plataforma y no necesita energía de arranque de la red para pasar a la orientación del viento, por lo tanto, ahorra dinero y mantenimiento, y elimina los tiempos de inactividad.

20

8. El momento de vuelco de la línea de lodo generado por las tres turbinas es menor que la turbina de un solo pilote. En otras palabras, el piloteado para una turbina fija de fondo único de la misma capacidad también debe usarse en la presente plataforma flotante. Este concepto permitirá una rápida decisión de adoptar esta plataforma.

25

9. La instalación requerida se puede encontrar en la mayoría de los muelles en el puerto y la plataforma se puede completar con turbinas eólicas en el lugar. Luego se remolca la plataforma al sitio.

REIVINDICACIONES

1. Una plataforma flotante autoalineable al viento que soporta múltiples turbinas eólicas (17, 18) para la unidad de generación de energía eólica (la Unidad) que comprende:

5

al menos tres flotadores eólicos (11, 101, 103) y vigas de conexión que forman la plataforma flotante (la Plataforma);

10 al menos tres turbinas eólicas (17, 18) cada una soportada en un flotador (11, 101, 103); un eje de rotación (150, 503) fijado al lecho marino (2) y que impide que la plataforma flotante se aleje mientras se permite la rotación,

15 en donde una carga de viento resultante de las tres cargas de las turbinas eólicas (17, 18) de un viento horizontal no está pasando simultáneamente por el Centro de Geometría de las áreas receptoras de carga de viento (C. Geo) y el eje de rotación (150, 503), simultáneamente creando un momento de viraje para girar la plataforma flotante hasta que dicha carga de viento resultante pase a través de C .Geo y el eje de rotación (150, 503).

20 2. La unidad de conformidad con la reivindicación 1, en donde la plataforma está provista de una estructura de ajuste para ajustar la posición del centro de gravedad (el C.G.) donde el eje de rotación (150, 503) está en o cerca de la posición del C.G.

3. La unidad de conformidad con la reivindicación 1, en donde

25 al menos tres de dichas turbinas eólicas (17, 18) están orientados en una dirección designada de frente el viento;

30 las al menos tres turbinas eólicas (17, 18) se dividen en dos filas que son las filas delantera y trasera a lo largo de la dirección del viento con la fila delantera golpeada primero por el viento que viene; y

diferentes clasificaciones de turbina son usadas para las filas delantera y trasera de las turbinas eólicas (17, 18), el C. Geo no está en la misma ubicación del eje de rotación (150, 503) el cual está en o cerca del C.G. creando así una excentricidad entre el C. Geo y el eje de rotación (150, 503) (en o cerca del C.G de la plataforma);

5

4. La unidad de conformidad con la reivindicación 1, en donde dicha fila delantera y fila trasera de turbinas eólicas (17, 18) están asignadas con diferentes formas de sección transversal de la torre (19, 20);

10

Al manipular los diferentes coeficientes de resistencia al viento entre las filas delantera y trasera de las formas de sección transversal de la torre (19, 20), la carga de viento resultante que actúa en el C. Geo no caerá en el eje de rotación (150, 503) la cual está en o cerca al CG de la plataforma, creando un momento de viraje por la carga de viento resultante que actúa sobre el C. Geo para girar la plataforma flotante hasta que dicha carga de viento resultante pasa a través de la C. Geo y el eje de rotación (150, 503).

15

5. La unidad de conformidad con la reivindicación 1, en donde dicha fila delantera y fila trasera de turbinas eólicas (17, 18) están asignadas con diferentes formas de sección transversal de la torre (19, 20);

20

Al manipular los diferentes coeficientes de resistencia al viento entre las filas delantera y trasera de las formas de sección transversal de la torre (19, 20), la carga de viento resultante que actúa en el C. Geo no caerá en el eje de rotación (150, 503) que está en o cerca al CG de la plataforma, se crea un momento de viraje por la carga de viento resultante que actúa sobre el C. Geo para girar la plataforma flotante hasta que dicha carga de viento resultante pasa a través del C. Geo y el eje de rotación (150, 503).

25

6. La unidad de conformidad con la reivindicación 1, en donde la turbina eólica de la unidad es sustancialmente perpendicular a la dirección del viento cuando la carga de viento resultante pasa a través de C. Geo y el eje de rotación (150, 503) simultáneamente.

30

7. La unidad de conformidad con la reivindicación 1, en donde las turbinas eólicas (17, 18) de la unidad es estable cuando la carga de viento resultante pasa a través del C. Geo y el eje de rotación (150, 503) simultáneamente.
- 5 **8.** La unidad de conformidad con la reivindicación 1, en donde dichos al menos tres flotadores (11, 101, 103) están ubicados en el vértice de un triángulo equilátero, cada uno de los flotadores (11, 101, 103) soporta una turbina eólica (17, 18) dividido en las filas delantera y trasera, donde los tamaños de rotor son diferentes entre las dos filas.
- 10 **9.** La Unidad de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde dichos tres flotadores (11, 101, 103) están dispuestos en forma de Estrella puntiaguda y cada uno de los flotadores (11, 101, 103) soporta una turbina eólica (17, 18) y se dividen en filas delantera y trasera, en donde los tamaños de rotor son diferentes entre las dos filas.
- 15 **10.** Una unidad de generación de energía eólica de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha plataforma de turbina eólica (17, 18) comprende tres flotadores (11, 101, 103) y es triangular, en particular triángulo equilátero, dicho flotador (11, 101, 103) siendo localizado en el vértice del triángulo y soporta una turbina eólica (17, 18), las turbinas eólicas (17, 18) de las filas delantera y trasera tienen la misma capacidad, y
20 el eje de rotación (150, 503) se encuentra en la línea central de simetría entre las áreas receptoras de carga de viento.
- 11.** Una unidad de generación de energía eólica de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la plataforma de la turbina eólica comprende tres flotadores
25 (11, 101, 103) y está dispuesta en forma de Estrella de 3 puntas donde dos brazos puntiagudos son más cortos que el restante y el origen de la Estrella puntiaguda alberga el eje de rotación (150, 503) que se encuentra en una ubicación excéntrica del C. Geo de las áreas receptoras de carga de viento.

12. La unidad de generación de energía eólica de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizada porque la viga de conexión (13) de la plataforma está por encima de la superficie del agua (1), y la superficie superior de la viga de conexión (13) está opcionalmente cubierto con paneles solares fotovoltaicos (49).

5

13. Una unidad de generación de energía eólica de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en donde la viga de conexión (13) de la plataforma de turbina eólica está por encima de la superficie del agua (1), y un mecanismo de soporte (13B) para soportar el panel fotovoltaico (49) se agrega a la parte superior de la viga de conexión (13).

10

14. La unidad de generación de energía eólica de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en donde el eje de rotación (150, 503) está cerca o se superpone con C.G. de la Plataforma, y la Plataforma está restringida por el eje de rotación (150, 503) fijado al piso marino (2) para que la Plataforma no pueda moverse fuera de un rango de restricción.

15

15. Una unidad de generación de energía eólica de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada una de dichas turbinas eólicas (17, 18) carece selectivamente de partes mecánicas de viraje.

20 **16.** Una unidad de generación de energía eólica de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la turbina eólica (17) frente al viento está dispuesta de tal manera que su estela de viento no afecta al viento de la turbina eólica (18) posterior.

25 **17.** Una unidad de generación de energía eólica de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde un cable de salida (41) de cada una de dichas turbinas eólicas (17, 18) se recoge en dicho eje de rotación (150, 503) y se conecta a los terminales del rotor de un anillo colector (42), el anillo colector (42) ubicado en el centro (15) del eje de rotación (150, 503), un estator del anillo colector (42) está conectado al cable submarino (44) y el cable submarino (44) se saca desde la parte inferior a través de la base (5) o el pilote (61).

5 **18.** Una unidad de generación de energía eólica de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la viga de conexión (13) comprende un nodo central (14), que comprende un anillo de impacto (151) ubicado en el nivel centroidal de las vigas de conexión (13), El anillo de impacto (151) permite que la plataforma experimente todos los grados de movimientos, excepto el desplazamiento horizontal.

10 **19.** Una unidad de generación de energía eólica de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el eje de rotación (150, 503) comprende un tubo de acero (150) machimbrado a un tubo inferior (503) que está fijado a la base (5) en el lecho marino (2) a través de una brida atornillada (154).

15 **20.** Unidad de generación de energía eólica de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el eje de rotación (150, 503) comprende un tubo superior de acero (150) y un tubo inferior (503) que está fijado a la base (5) en el lecho marino (2) el tubo superior de acero (150) teniendo un diámetro mayor que el tubo inferior (503) machimbrado en el tubo inferior (503) a una distancia predefinida hasta que es detenido por un tope de penetración (160); La cara interna del tubo superior (150) está ajustada con un material compresible (159).

20 **21.** La unidad de generación de energía eólica de conformidad con la reivindicación 19 o 20, en donde la viga de conexión (13) comprende un nodo central (140) provisto de un anillo de impacto (151), el machimbrado de acero estando separado de la pared interna del anillo de impacto (151) por una distancia específica para que el anillo de impacto (151) no obstaculice la rotación de la plataforma durante la inclinación libre causada por el viento y las olas.

25

22. Una unidad de generación de energía eólica de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la plataforma está provista de un espacio de almacenamiento de agua para el lastre de agua, bajo ataque de tifón, la plataforma puede elegir hundirse a una profundidad segura por medio de tomar agua.

23. Una unidad de generación de energía eólica de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cuando se aplica a aguas poco profundas, la viga de conexión (13) está por encima del nivel del agua (1) a una altura segura para evitar ataques de olas.

5

24. Una unidad de generación de energía eólica de conformidad con la reivindicación 1 aplicada a aguas profundas en donde, el fondo de cada uno de dichos flotadores (11, 101, 103) que soporta una turbina eólica (17, 18) está acoplado por un cable (106) a una torreta (104) ubicada directamente en la proyección del CG de la plataforma y está firmemente unida a una base de gravedad (5) en el lecho marino (2).

10

25. La Unidad de generación de energía eólica de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 24, en donde el flotador (11, 101, 103) es un cuerpo flotante no lineal que tiene una parte inferior cilíndrica (11) y una parte superior trapezoidal redondeada (en 101).

15

26. La unidad de generación de energía eólica de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 24, en donde el flotador (11, 101, 103) está compuesto por un cuerpo flotante superior en forma de copa de vino (103) y una placa de amortiguación inferior (102), en donde el cuerpo flotante en forma de copa de vino (103) tiene un diámetro inferior más pequeño que la parte superior, el diámetro forma un cuerpo flotante no lineal.

20

27. Un parque eólico marino caracterizado por que comprende una pluralidad de unidades de generación de energía eólica de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

25

28. Un parque eólico de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde, cuando se aplica a aguas poco profundas, se excava una zanja (3) a lo largo de la trayectoria de movimiento del flotador (11, 101, 103) para facilitar el movimiento de los flotadores (11, 101, 103).

29. Un Método para construir un parque de generación de energía eólica de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 26, comprendiendo:

construir una plataforma;

5

instalar una turbina eólica (17, 18) sobre el flotador (11,101,103) de la plataforma;

prefabricar una carcasa de acero (150) en la fábrica;

10

preparar el pedestal en el sitio;

instalar el eje de tubo de acero de eje inferior (503);

hacer flotar la plataforma completa al sitio,

15

alinear el centro del nodo central (14) con el centro del tubo inferior (503) fijado a la base (5) del lecho marino, levantar y fijar la carcasa de acero (150) sobre el tubo inferior (503) que se fija al lecho marino (2); y

20

conectar el cable submarino (44).

30. El método de construcción de la reivindicación 29, en donde el proceso de construcción de la Plataforma comprende:

25 prefabricar flotadores (11, 101, 103) en la fábrica y una armadura de acero para formar la viga de conexión (13);

transportar el flotador prefabricado (11, 101, 103) y la armadura de acero al muelle;

30 fijar el primer flotador (11, 101, 103) en el mar cerca del muelle utilizando medidas temporales, y utilizando la flotabilidad del flotador (11, 101, 103) o el pontón auxiliar o pilotes para elevar / sostener la sección de los flotadores (11, 101, 103) para montar con la armadura de acero sobre la superficie del agua (1) para una instalación conveniente,

35 levantar la viga de conexión (13) para conectar el flotador (11, 101, 103) y el nodo central (14) para completar la construcción de la plataforma.

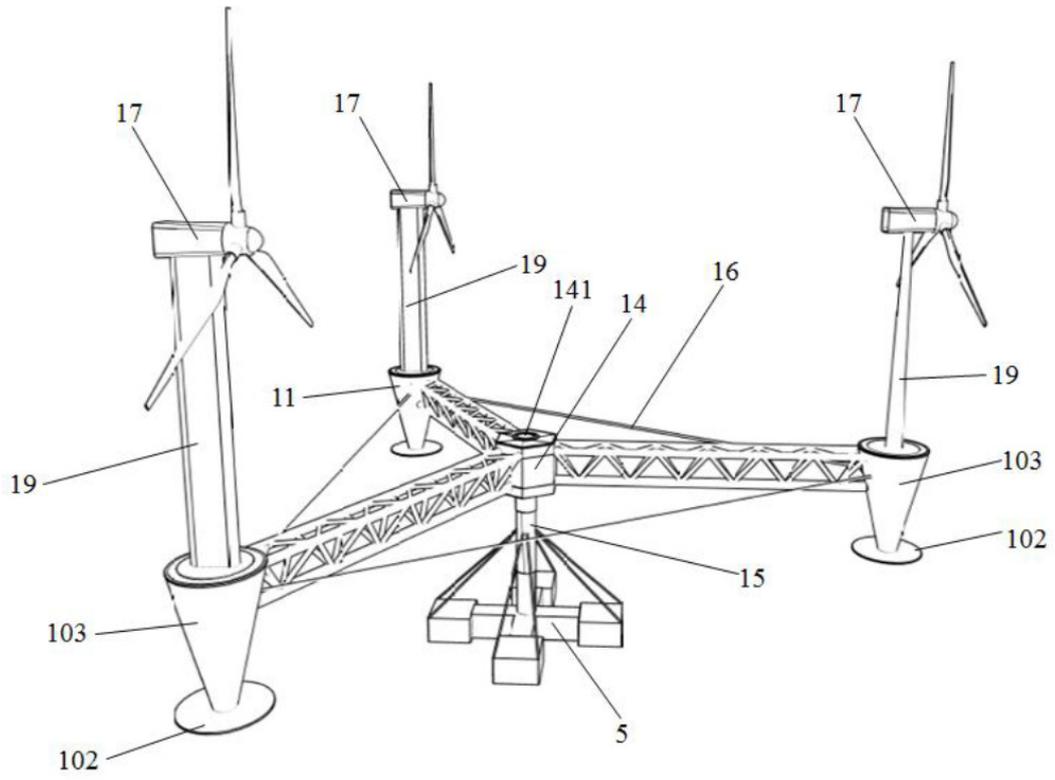


FIG. 1

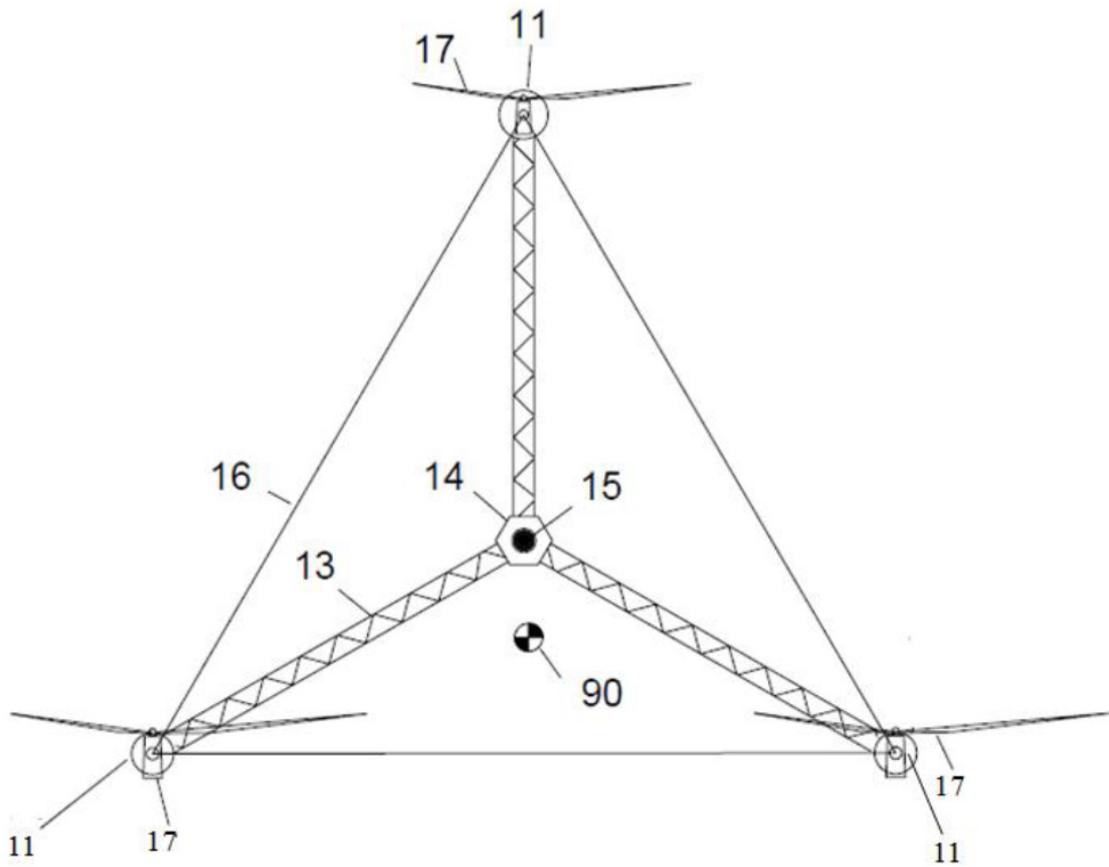


FIG. 2

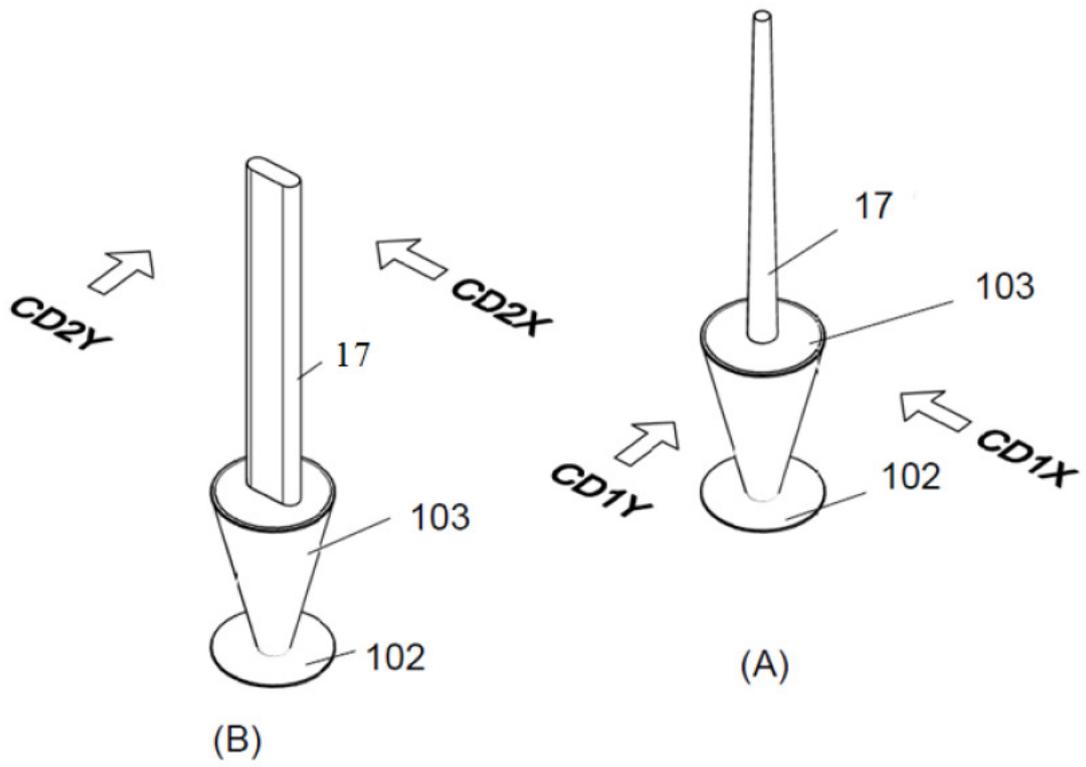


FIG. 3

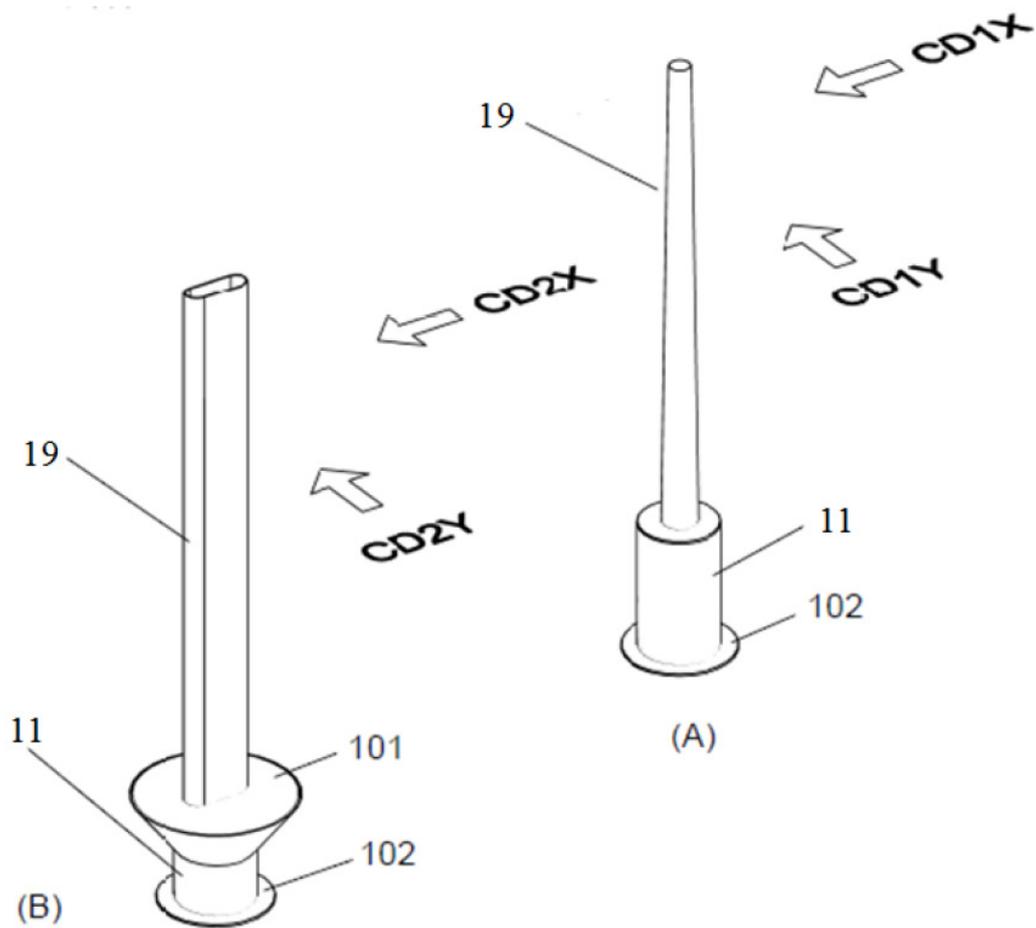


FIG. 4

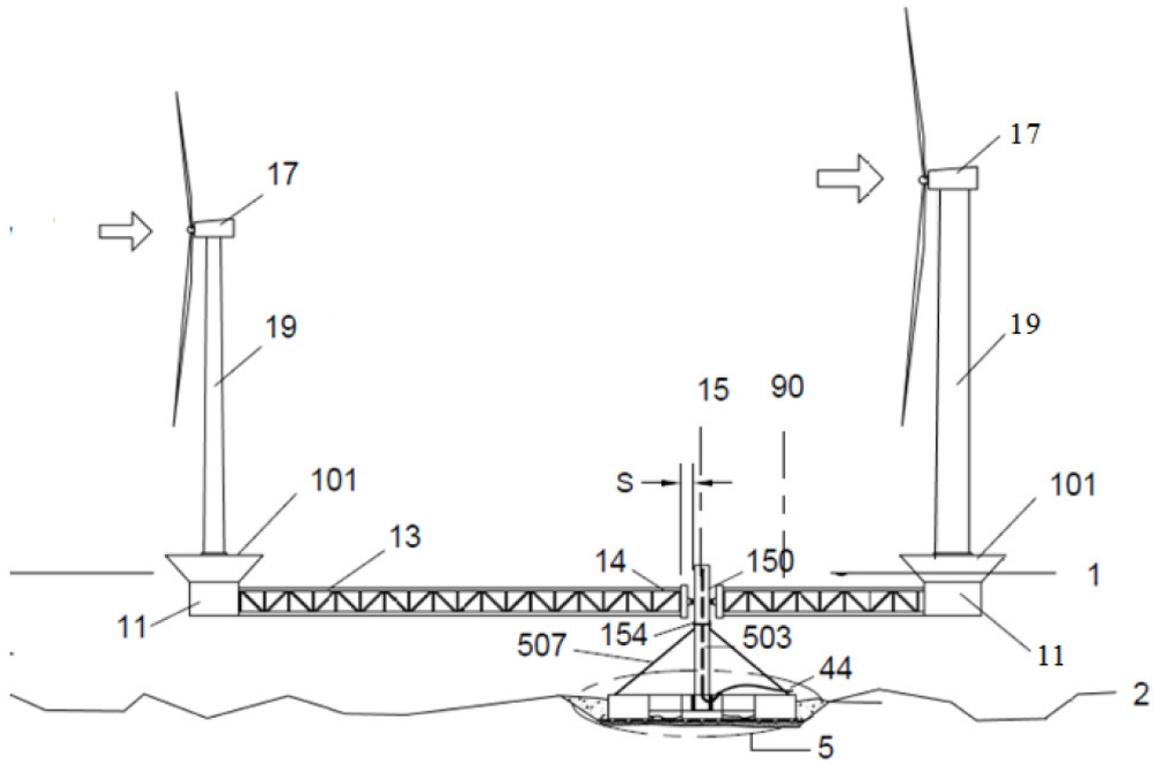


FIG. 5

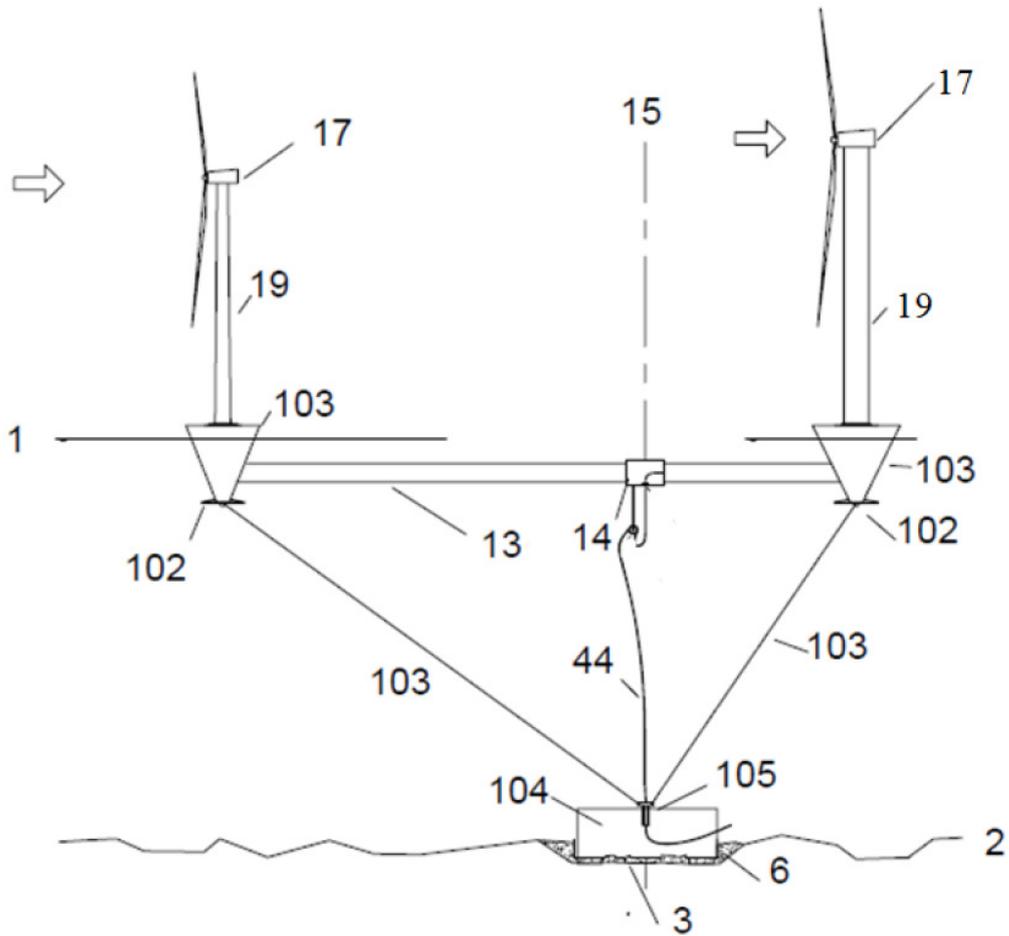


FIG. 6

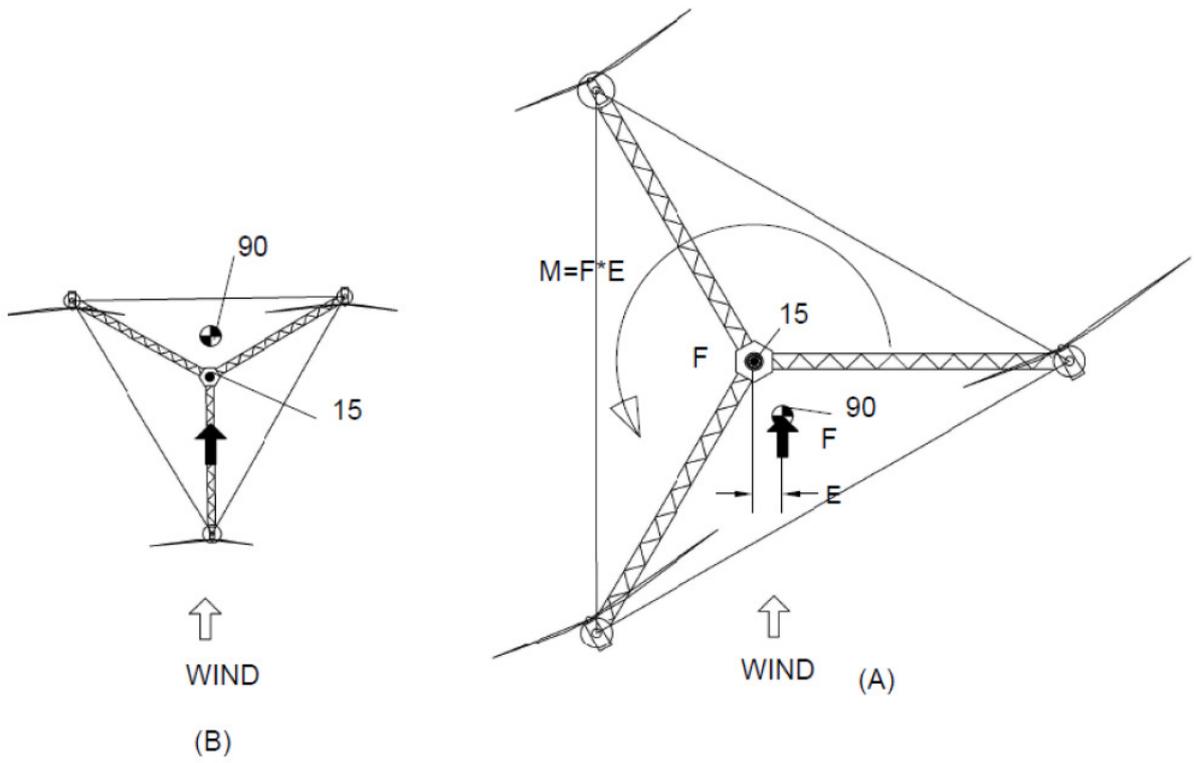


FIG. 7

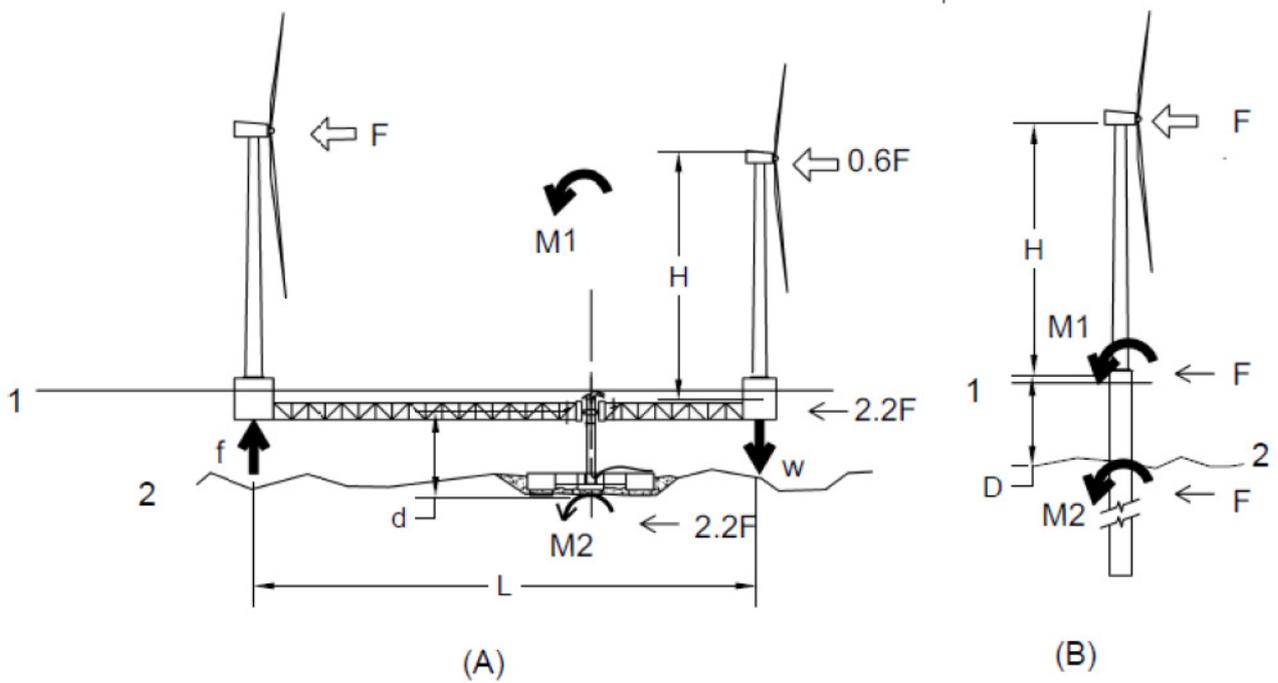


FIG. 8

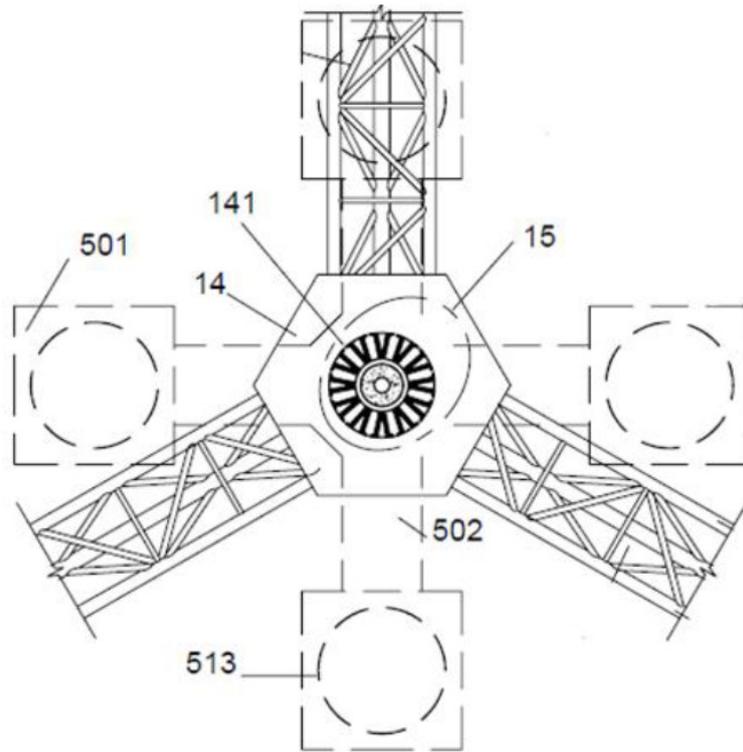


FIG. 11

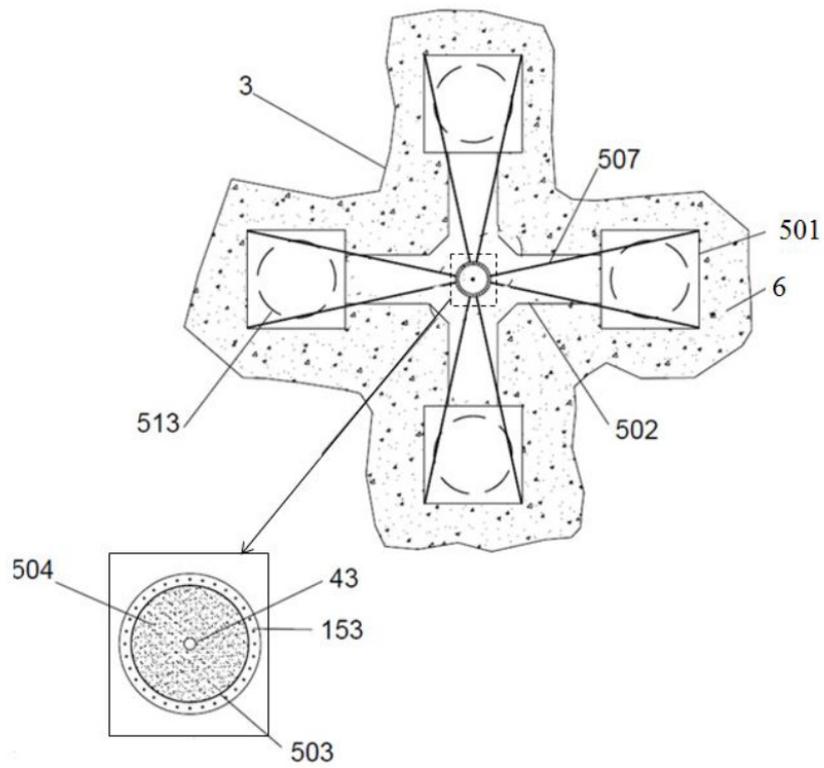


FIG. 12

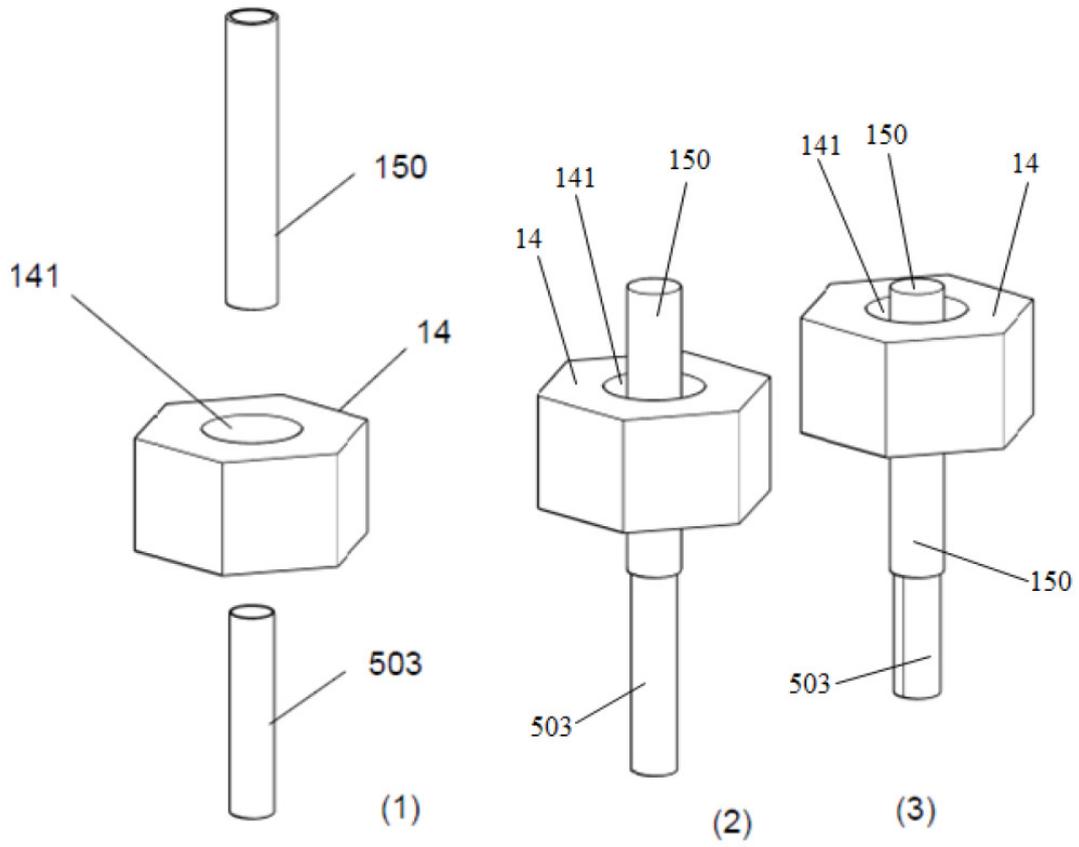


FIG. 13

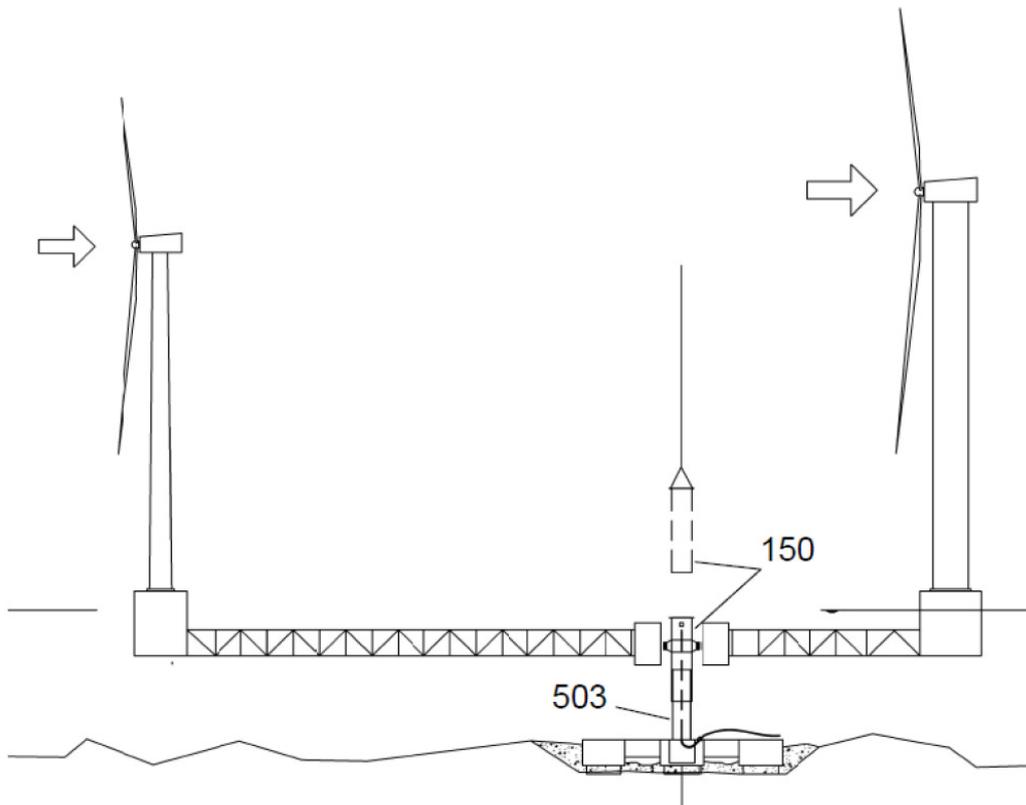


FIG. 14

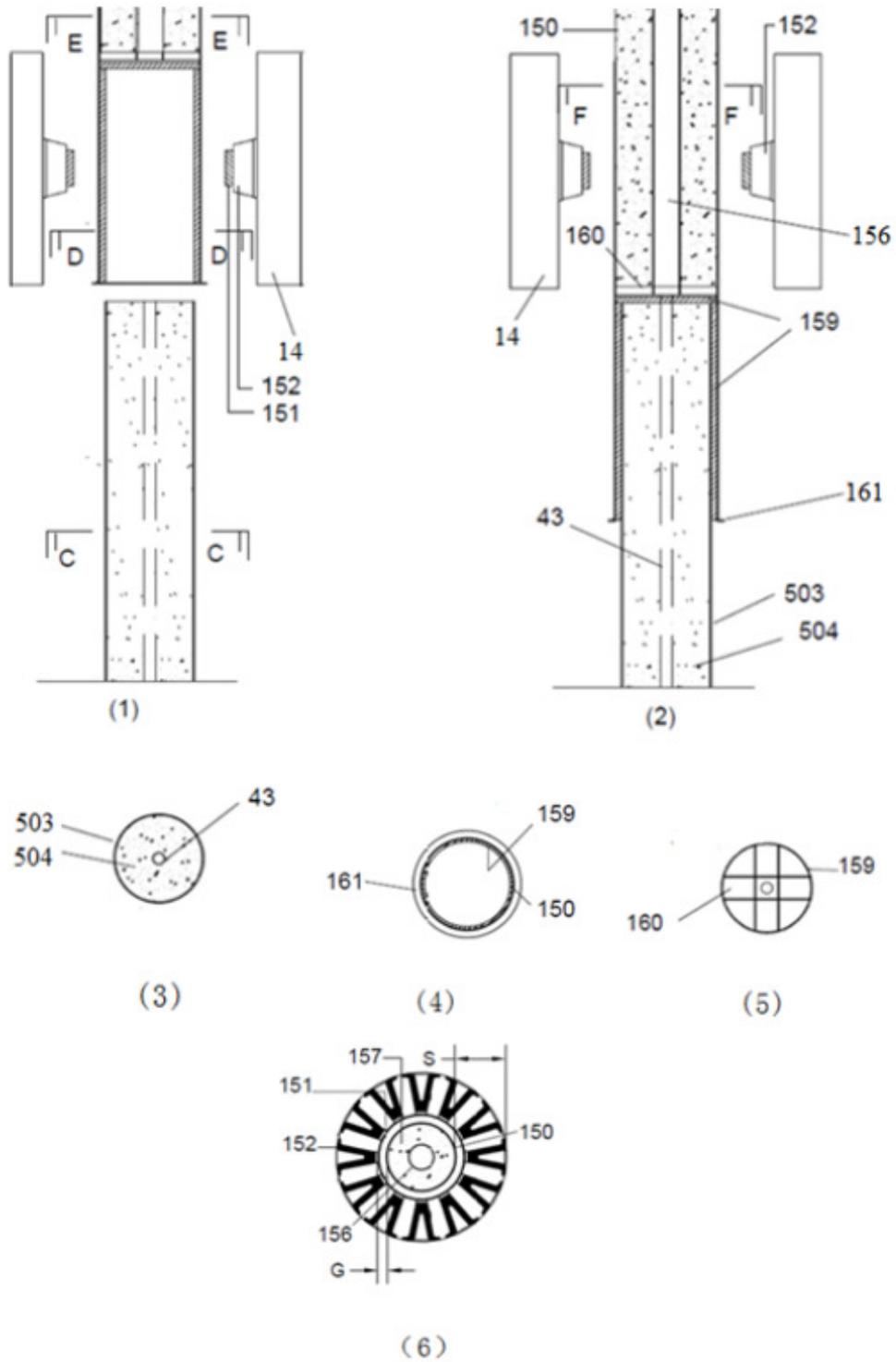


FIG. 15

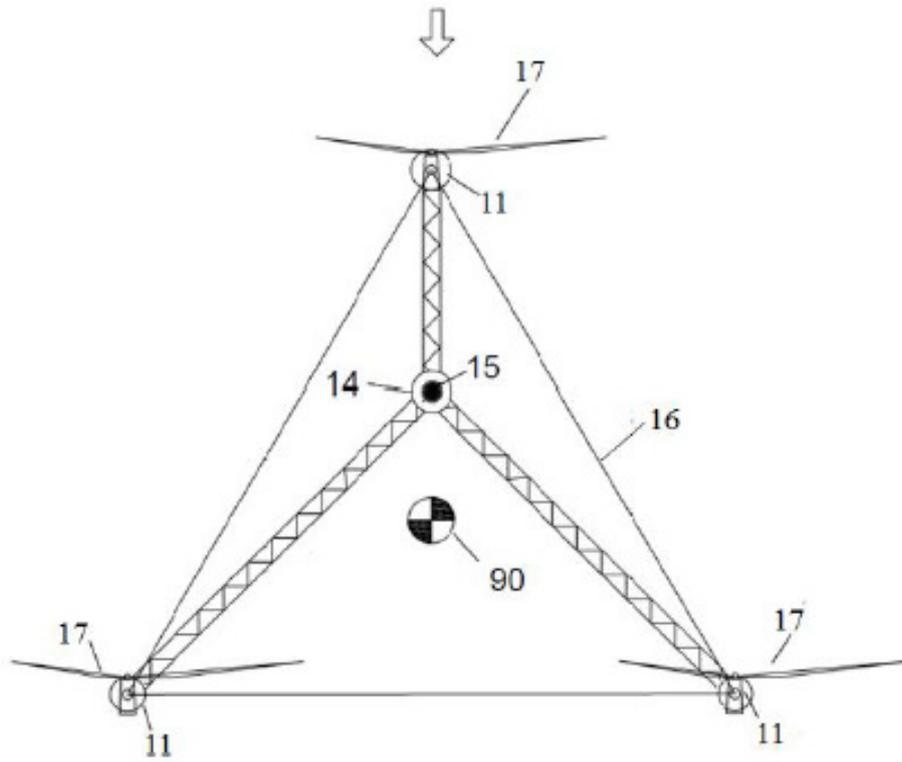


FIG. 16

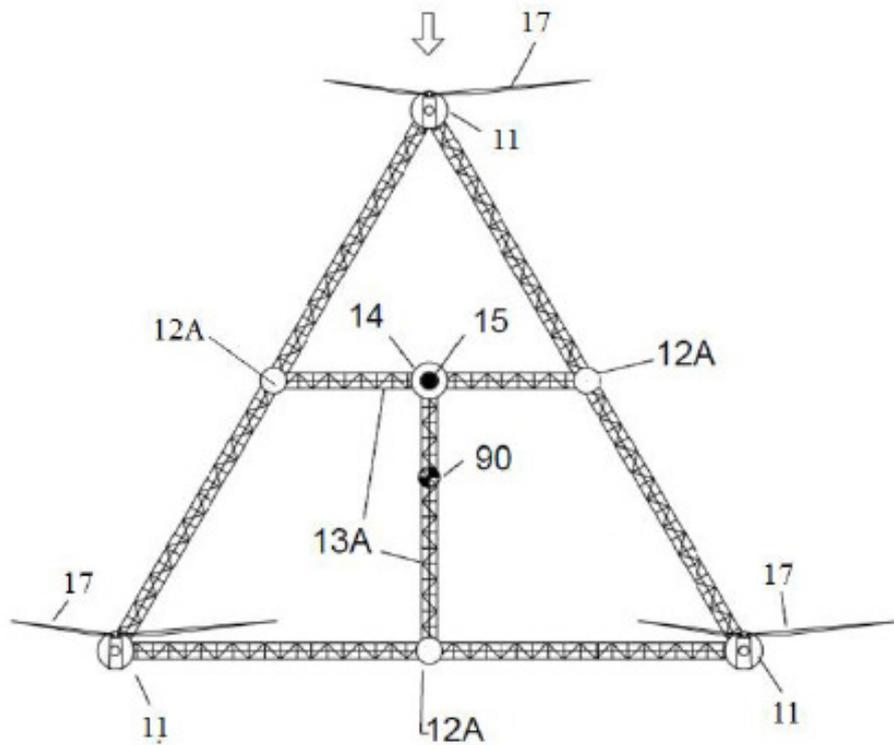


FIG. 17

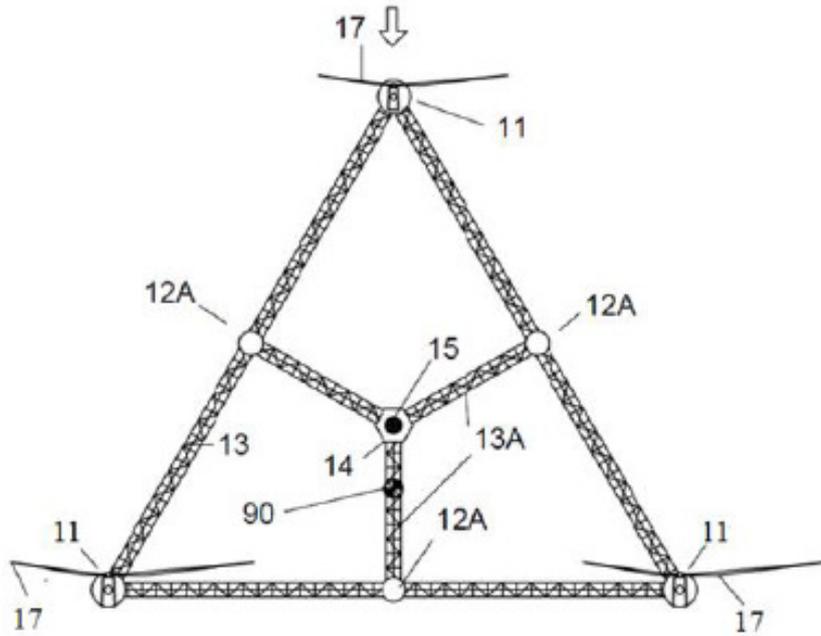


FIG. 18

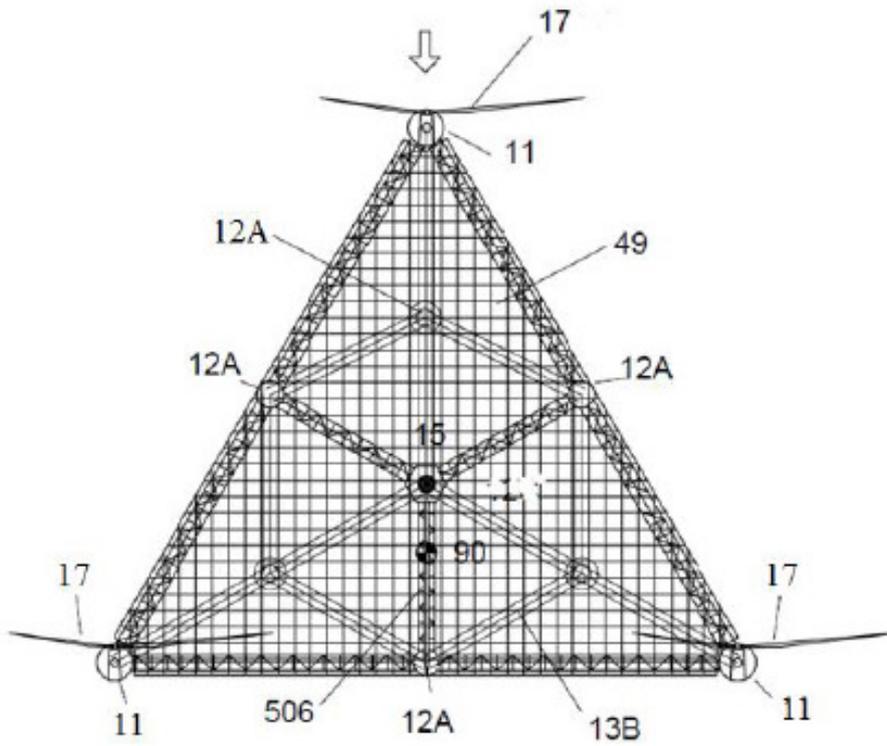


FIG. 19

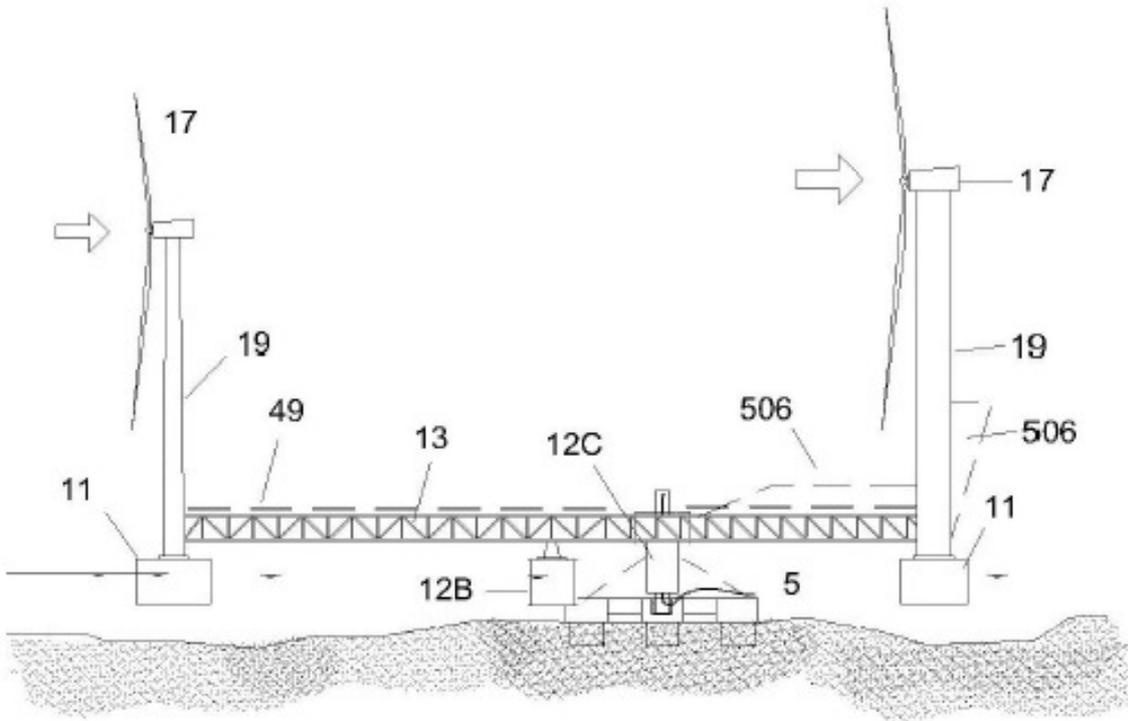


FIG. 20

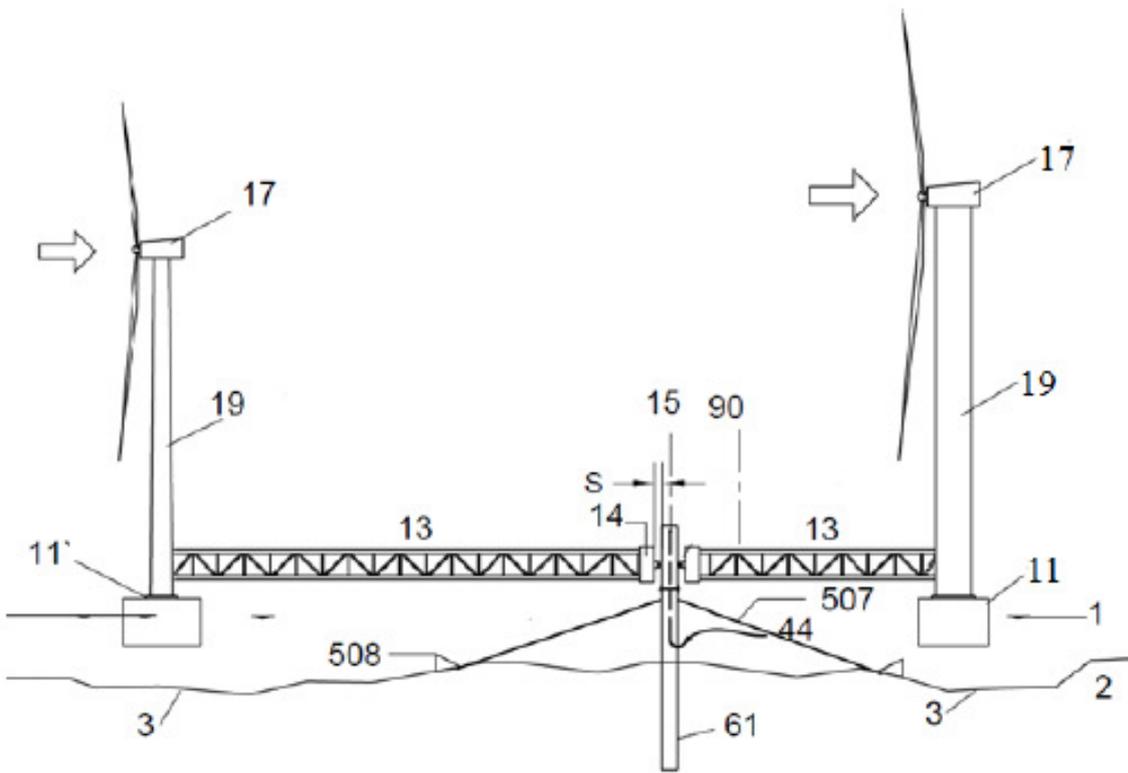


FIG. 21

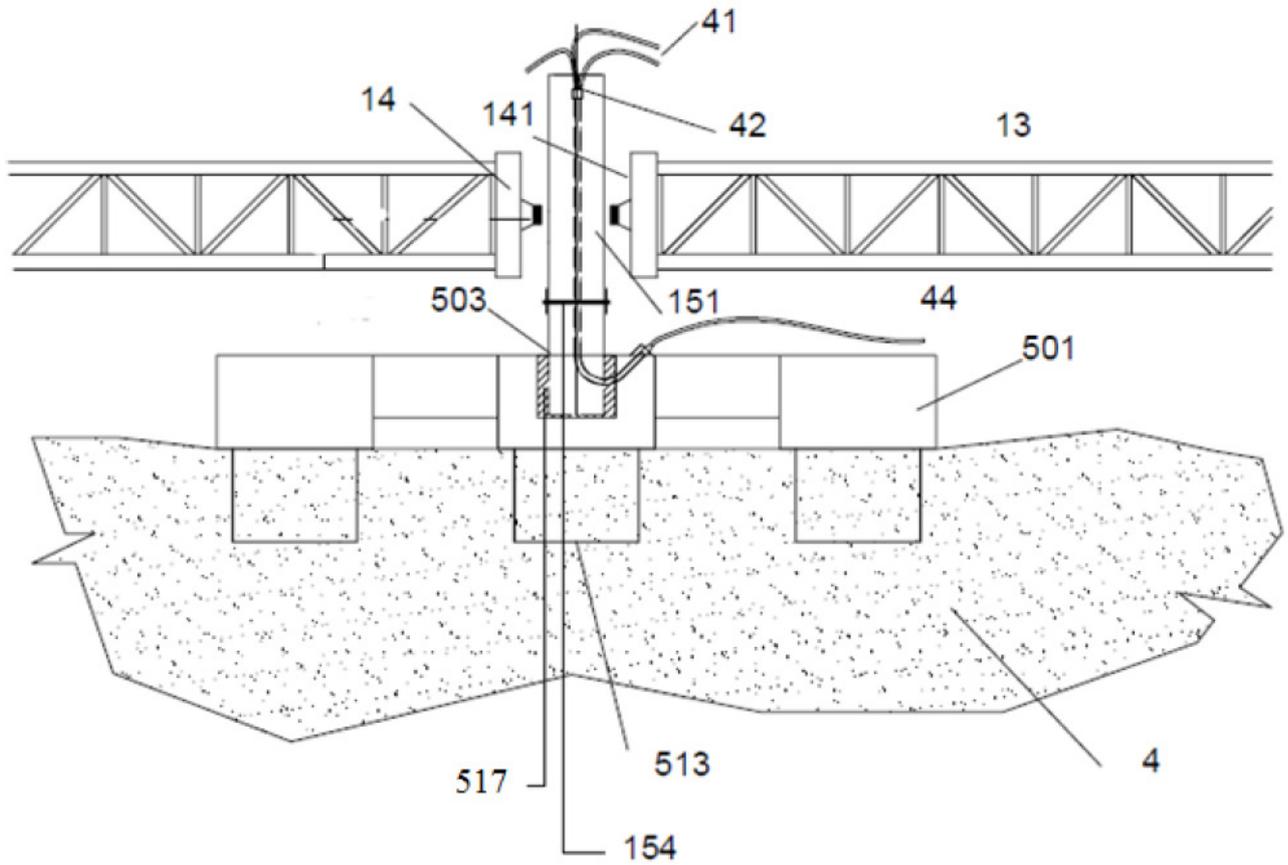


FIG. 22