

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 557 593**

51 Int. Cl.:

E02D 27/42 (2006.01)

B63B 35/44 (2006.01)

F03D 11/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.07.2011** **E 11749872 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.10.2015** **EP 2596240**

54 Título: **Estructura de soporte para una turbina eólica en mar abierto**

30 Prioridad:

23.07.2010 GB 201012421

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

27.01.2016

73 Titular/es:

PAUL A. FRIEZE&ASSOCIATES LTD. (100.0%)
185 Uxbridge Road
Hampton, Middlesex TW12 1BN, GB

72 Inventor/es:

FYFE, ALEXANDER JOHN

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 557 593 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

Estructura de soporte para una turbina eólica en mar abierto

Técnica antecedente

5 La presente invención versa acerca de estructuras ancladas con patas tensoras y, en particular, aunque no exclusivamente, acerca de estructuras de turbinas eólicas en mar abierto. Se conocen las plataformas petrolíferas ancladas con patas tensoras, y se ha propuesto el uso de estructuras ancladas con patas tensoras para soportar turbinas eólicas. Se dan a conocer ejemplos en los documentos GB2365905, DE10101405, WO2008/122004, WO2009/064737, WO 2010/048560, WO 2009/050547 y WO2004/61302.

10 Tales estructuras comprenden un elemento flotante de superficie anclado al fondo del mar por medio de amarres. Permiten la operación en aguas más profundas (por ejemplo, son utilizadas a una profundidad superior de 200 metros) de lo que sería factible utilizando una plataforma rígida.

15 En particular, surgen graves problemas cuando se busca anclar de forma estable estructuras flotantes verticales altas y estrechas en columna tales como turbinas eólicas. En tales estructuras, según se da a conocer por ejemplo en el documento WO 2009/050547 mencionado anteriormente, el eje vertical de la turbina eólica (que soporta bien una turbina de eje horizontal montada en su extremo superior o bien una turbina eólica de eje vertical en torno al mismo) tiene un cuerpo flotante centrado en torno al mismo, con (normalmente seis u ocho) brazos de estabilización radiales en su extremo inferior, por debajo del nivel del mar. Normalmente, los brazos de estabilización son horizontales. Los extremos externos de los brazos de estabilización radiales están interconectados por medio de un anillo horizontal de tirantes, de forma que se proporcione rigidez a los estabilizadores contra una carga externa al plano. Elevándose diagonalmente hacia arriba y hacia dentro desde los extremos externos de los brazos de estabilización radiales hay largueros diagonales respectivos que se encuentran con el eje vertical central. De esta manera, la estructura de estabilización proporciona una plataforma rígida de conexión superior desde la que discurren descendentemente una pluralidad de amarres (normalmente uno acoplado a cada brazo de estabilización para ocho o más estabilizadores; dos, tres o más por brazo para menos estabilizadores) hasta puntos de anclaje en el fondo del mar. Por lo tanto, cada larguero diagonal se encuentra en la hipotenusa de un triángulo de ángulo recto con una base horizontal proporcionada por el brazo de estabilización y un lado vertical proporcionado por el eje central de la turbina eólica. Los largueros diagonales se mantienen en tensión por medio de la fuerza descendente ejercida por los amarres sobre los brazos de estabilización y la fuerza ascendente ejercida por el empuje hidrostático sobre el cuerpo central.

20 Los amarres se encuentran por debajo del nivel de la superficie. Los puntos de conexión superior de los amarres definen una superficie centralmente dentro de la cual se encuentra el centroide de las fuerzas que actúan sobre los amarres. Cuando están alineados con precisión, el empuje hidrostático del cuerpo flotante tensa todos los amarres por igual. Un cambio en la profundidad de la estructura de superficie varía la tensión en los amarres por igual. Una fuerza horizontal en el plano del centroide de los amarres aumenta la tensión en todos los amarres por igual. Un momento de inversión en torno al centroide de los amarres sobre la estructura de estabilización aumenta la tensión en algunos amarres y la disminuye en otros. Si se reduce a cero la tensión en un amarre, se afloja y tiende a ser sometido a cargas dinámicas elevadas de arrastre cuando se vuelve a tensar.

Problemas de la técnica anterior

25 La presente invención se pretende que aumente la estabilidad y la fiabilidad de la estructura de patas con ataduras de amarre. Los presentes inventores han estudiado los problemas que surgen del uso de una plataforma con patas tensoras para turbinas eólicas, en particular en profundidades de 60-70 metros. Se descubrió que la estructura tradicional descrita anteriormente dada a conocer en el documento WO 2009/050547 es muy sensible a pequeños cambios en la configuración y a los parámetros del viento, de las olas y de las corrientes. Para tales estructuras flotantes relativamente altas y estrechas, hay cuatro aportaciones importantes a la carga total:

- 30 1. Carga debida al viento sobre las palas. Dado que esto actúa sobre el cubo de la turbina (para una turbina eólica de eje horizontal), por encima del nivel del mar (y, por lo tanto, el centroide de los amarres) en al menos la altura de las palas, crea un gran momento de rotación en torno al eje horizontal;
- 35 2. Cargas debidas a las olas sobre la torre central. De nuevo, estas fuerzas actúan por encima del centroide de los amarres y, por lo tanto, provocan un momento de inversión, normalmente en una dirección similar a la carga debida al viento.
- 40 3. Cargas estáticas. Según empujan las olas el casco hacia atrás y hacia delante, genera cargas estáticas que actúan en torno al centro combinado de masa y de "masa añadida" (es decir, la masa del agua circundante que se mueve con el casco), que normalmente se encuentra por encima del centroide de los amarres y, por lo tanto, crea otro momento de rotación, que actúa a menudo en la misma dirección que las dos primeras.
- 45 4. Cargas debidas a las corrientes. Estas también actuarán normalmente por encima del centroide de los amarres y, por lo tanto, crearán un momento que, para olas y corrientes codireccionales, es aditivo al creado por las olas.

Los presentes inventores han comprobado que es difícil seleccionar una altura satisfactoria de las partes superiores de los amarres (es decir, el centroide de los amarres) mientras se garantiza una fijación superior satisfactoria de los brazos de estabilización a la columna central que se encuentra por debajo de la zona de las olas. En general, el incremento del tamaño del desplazamiento de la estructura de superficie aumenta su empuje hidrostático y, por lo tanto, la tensión estática en todos los amarres y, por lo tanto, reduce la probabilidad de que uno de ellos se afloje, pero da lugar a una mayor carga debida a las olas sobre el mayor cuerpo flotante y, por lo tanto, aumenta los componentes dinámicos de carga de las fuerzas sobre el amarre. El montaje de brazos de estabilización más bajo en el cuerpo flotante reduce la longitud del amarre y, por lo tanto, en aguas menos profundas, los amarres absorben un mayor intervalo de cargas dinámicas, dado que cada ola pasa por encima de una menor longitud de amarre, aumentando el intervalo de esfuerzo de tracción en los amarres. En general, es deseable hacer que las longitudes de los amarres sean suficientemente largas como para permitir que la estructura se mueva con componentes cíclicos de la carga debida a las olas, y no resista simplemente a las cargas debidas a las olas pasando estas cargas elevadas a los amarres.

Sumario de la invención

La invención supera algunos de estos problemas, o todos ellos, y proporciona un diseño más estable y fiable de plataforma con patas amarradas, preferentemente para una turbina eólica en mar abierto, proporcionando una estructura según la reivindicación 1. La invención también versa acerca de un procedimiento para operar una turbina eólica según la reivindicación 6 que incluye una estructura amarrada de soporte. Esto eleva el centroide de los amarres (es decir, el nivel de los puntos de fijación superior de amarres) hasta un punto muy por encima de la base del cuerpo central. Se siguen pudiendo posicionar el centroide de los amarres y la estructura de estabilización muy por debajo de la parte más baja del valle de la mayor de las olas esperadas. Al aumentar el plano de las terminaciones de los amarres, se reducen todos los momentos de inversión anteriores, y algunos pueden ser incluso invertidos. A continuación se dan a conocer estos y otros efectos y ventajas de la invención con más detalle.

Breve descripción de los dibujos

Se describirán ahora realizaciones de la invención únicamente a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es una vista lateral en alzado de una turbina eólica en mar abierto de diseño convencional, soportada por una estructura con patas tensoras de la técnica anterior;

la Figura 2 es una vista lateral en alzado de una primera realización;

la Figura 3 es una vista en planta de una estructura de soporte con patas tensoras de una segunda realización;

la Figura 4 es un alzado lateral correspondiente de la segunda realización; y

la Figura 5 se corresponde con la Figura 4 con la estructura en un desplazamiento máximo.

Descripción de la técnica anterior

La estructura de la técnica anterior mostrada en la Figura 1 consiste en un cuerpo 2 que comprende una boya troncocónica sustancialmente hueca 4 de hormigón con una sección superior tubular cilíndrica 6 en columna de acero con un diámetro de 4 metros conectada a la misma. Hay montada encima de la sección superior 6 una turbina eólica 8 de eje horizontal que comprende una góndola 10 que tiene una pluralidad de palas 12a, 12b, ... junto con un tren de engranajes, un generador eléctrico y otros componentes convencionales (no mostrados) asociados; tales turbinas están disponibles comercialmente de forma inmediata y no requieren más descripción. La altura del cubo de la góndola de la turbina eólica por encima del nivel normal del mar (el nivel mostrado en la Figura) es aproximadamente 93 metros, de los cuales 87 metros son de la sección superior 6 de acero; el cubo se encuentra aproximadamente 6 m por encima de un alojamiento 9 del dispositivo de guiñada encima de la columna. La parte inferior de la boya 4 se encuentra 22,5 metros por debajo del nivel del mar, y la boya tiene un diámetro de 20 metros en su base, estrechándose hasta el mismo diámetro que la sección superior en la unión del hormigón/acero entre las dos. Doce metros por encima del nivel del mar hay un suelo de trabajo proporcionado por una plataforma 22 de acero al que pueden amarrarse barcos o barcasas, y desde la que se abre una puerta 24 al interior del cuerpo 2 que permite un acceso de mantenimiento.

Ocho brazos 14a-14h de estabilización de acero discurren radialmente en una cruz desde conexiones en la base de la boya de hormigón hacia el exterior hasta una longitud de 15 metros. Sus extremos externos (distales) están unidos por ocho riostras circunferenciales horizontales 16a-16h de acero que forman un octágono horizontal con un diámetro diagonal de 50 metros. Discurriendo diagonalmente hacia arriba y hacia dentro desde sus extremos externos hay ocho tirantes diagonales respectivos 18a-18h de acero. Los tirantes 18 se conectan en sus extremos superiores a la boya de hormigón, 15 metros por encima del nivel de los brazos 14 de estabilización. Por lo tanto, cada uno de los estabilizadores constituye una viga en voladizo apoyada, siendo los brazos las vigas en voladizo y los tirantes los apoyos.

Los extremos superiores de los amarres 20a-20h están conectados en uso (por ejemplo, mediante gatos hidráulicos) a los extremos distales de los brazos de estabilización que componen las ocho esquinas de la estructura octagonal de soporte de acero. Los extremos inferiores de los amarres 20a-20h están conectados, a una profundidad de, por

ejemplo, 60-70 metros, a una estructura 30 de anclaje en el fondo del mar. Normalmente, la estructura 30 de anclaje comprende un contrapeso hueco hundido que permite la entrada de agua o lastrado con grava o arena densa.

5 Como se ha hecho notar anteriormente, la estructura tiene los puntos de fijación a los amarres (que definen el centroide de los amarres) relativamente bajos, justo por encima de la base de la boya 4. Los amarres 20 se encuentran normalmente bajo tensión por el empuje hidrostático de la boya 4 y, por lo tanto, aplican una fuerza de tracción a los tirantes diagonales 18, y una fuerza de compresión a los brazos 14 de estabilización. Según se mueve la estructura por las corrientes, las olas y el viento, las tensiones sobre los amarres varían en un amplio intervalo dinámico.

Primera realización

10 Con referencia a la Figura 2, en una primera realización un cuerpo central 102 de construcción hueca de acero comprende una boya tubular cilíndrica axial inferior 104 encima de la cual hay montado un grupo de secciones tubulares cilíndricas coaxiales superiores 105, encima de las cuales hay una torre tubular cilíndrica coaxial 106 de menor corte transversal (encima de la cual hay un alojamiento 109 del dispositivo de guiñada que soporta una turbina eólica convencional) que tiene un suelo de trabajo con una puerta (correspondiente a la de la Figura 1 y, por
15 lo tanto, omitida por razones de espacio) de acceso.

Conectados al cuerpo central 102 de boya, y separados de forma radialmente uniforme en torno al mismo, hay ocho brazos horizontales 114a-114h de estabilización de acero, cuyos extremos distales están conectados entre sí por un anillo de riostras horizontales 116a-116h de acero. Cada uno tiene una conexión con el extremo superior de un amarre flexible respectivo 120a-120h de acero que discurre descendiendo hasta un contrapeso en el fondo del mar
20 (no mostrado). Discurriendo hacia abajo y hacia adentro desde cada uno de los extremos distales de los brazos de estabilización hay tirantes respectivos 118a-118h de arriostamiento. Estos elementos difieren de sus homólogos de la Figura 1 porque los amarres actúan para traccionar los tirantes 118 de arriostamiento hacia abajo y, por lo tanto, mantenerlos en compresión, y los brazos 114 de estabilización en tensión. Por lo tanto, los tirantes diagonales de arriostamiento son más anchos y están conformados para resistir una deformación.

25 Los puntos de conexión de los amarres se encuentran ahora considerablemente más altos en el agua que en la Figura 1, y el centro de gravedad de toda la estructura y de la turbina eólica se encuentra más cerca del plano definido por los extremos superiores de los amarres. Por lo tanto, como se expone con más detalle a continuación, los momentos que actúan sobre la estructura son menores. Además, los amarres son más largos y permiten que la estructura se desvíe adicionalmente por la acción cíclica de las olas y reducen la porción de la carga debida a las
30 olas que es absorbida directamente por los amarres. Las extensiones sobre los amarres son absorbidas a lo largo de una mayor longitud, de forma que, para el mismo diámetro y desplazamiento lateral del amarre, las deformaciones son menores.

Segunda realización

35 Con referencia ahora a las Figuras 3 y 4, se muestra en una vista en planta una estructura según una realización preferente. Se proporciona a los elementos similares a los de la primera realización números de referencia similares. Una sección troncocónica 107 conecta el cuerpo 104 de boya y la columna superior 106 entre sí. El borde inferior de la sección troncocónica 107 se encuentra a una profundidad de 6 metros en la marea astronómica más baja o "LAT". El cuerpo 104 de boya se encuentra relativamente profundo, para proporcionar un mayor empuje hidrostático. Para aumentar la resistencia a la presión hidrostática debida a la mayor longitud del cuerpo de boya, el lado inferior de la cámara, es decir, su base, puede estar redondeado o abovedado convexamente. Tiene un diámetro de 13,1 metros y se extiende, en uso normal, hasta una profundidad de 37,5 metros por debajo del agua en su eje central (pero en la pleamar y en olas altas la profundidad puede ser de hasta 45-50 m).

45 La longitud de los brazos horizontales 114 de estabilización desde el cuerpo central hasta los puntos de fijación de los amarres en sus extremos distales es de poco menos de 16 metros. Los tirantes diagonales 118 discurren hacia abajo y hacia dentro con un ángulo de 34 grados y se unen al cuerpo 104 de boya en su base. Se mantienen toda la estructura de estabilización y las terminaciones superiores de los amarres muy por debajo del valle de la ola más alta esperada (una profundidad de aproximadamente 12 m en la LAT). Las cargas principales de los amarres son devueltas al cuerpo central por los tirantes diagonales 118.

50 La Figura 5 muestra la realización preferente de la invención en un desplazamiento extremo debido al viento, a las olas y a la corriente alineados. En este punto, el borde inferior de la sección troncocónica 107 se encuentra a una profundidad de 11,6 metros en la LAT. Se puede ver que la estructura puede desplazarse hasta que los amarres alcancen un ángulo de aproximadamente 26 grados con respecto a la vertical, sin que haya riesgo de que los amarres causen daños en la estructura o en el lado inferior del cuerpo de boya.

Sumario de dimensiones y de calado de realizaciones preferentes

55 El calado de las realizaciones es de aproximadamente 35 metros (en condiciones de bajamar) con el centro general de gravedad de la cámara de flotación + torre + góndola + palas entre 25 y 30 m más alto —es decir, por debajo del

nivel medio de agua—, lo que permite una posible diferencia en el nivel medio del mar debido a la marea de aproximadamente 7 m. La góndola se encuentra a 87 m por encima del nivel medio del mar en la bajamar y las puntas de las palas se encuentran a 27 m por encima del nivel del mar en los puntos más bajos de su rotación. La envergadura de las palas es de 120 m. La envergadura a través de las fijaciones de los amarres varía entre 42 m - 45 m para un cuerpo central de acero.

Ventajas de las realizaciones

Con esta nueva configuración, son evidentes varias cosas:

1. Se reduce el momento en torno al centroide de los amarres debido a la carga debida al viento en el cubo.
2. Se compensan los momentos en torno al centroide de los amarres inducidos por las cargas debidas a las olas sobre la torre inmediatamente por encima del centroide de los amarres por medio de cargas similares en la base de la torre y en la estructura de los estabilizadores, lo que tiene como resultado una reducción neta o incluso una inversión (dependiendo de las dimensiones del cuerpo flotante y de los estabilizadores).
3. El centro de gravedad de la masa de la estructura (junto con la masa añadida del agua que se mueve con ella) estará más cerca del centroide de los amarres y, por lo tanto, se reducirán sustancialmente los momentos en torno al centroide de los amarres debidos a los efectos de inercia.
4. De forma similar, las cargas debidas a las corrientes tendrán un centro de presión cercano al centroide de los amarres, reduciendo los momentos debidos a las corrientes.
5. Los amarres son significativamente más largos que antes (dado que sus partes superiores se encuentran más cerca de la parte superior del cuerpo flotante) y, por lo tanto, permiten que el cuerpo flotante se mueva en respuesta a las olas.
6. Como resultado de todo lo anterior,
 - a. se reduce el momento neto en torno al centroide de los amarres,
 - b. se comparte más uniformemente entre los amarres la carga neta a la que reaccionan los amarres
 - c. también se reduce la tensión previa aplicada a los amarres requerida para evitar que se aflojen, y
 - d. las cargas de amarre extremas son sustancialmente menores en comparación con aquellas mostradas para las configuraciones originales de los estabilizadores.
7. Dado que se reducen los momentos netos en torno al centroide de los amarres, también se pueden reducir los momentos de fuerza de los amarres, lo que hace que toda la estructura sea más compacta.
8. Cuando las fuerzas de amarre son absorbidas por un contrapeso en el fondo del mar, se puede reducir sustancialmente el tamaño de este contrapeso en comparación con el requerido por el diseño de la técnica anterior.
9. Dado que el centro de los amarres sigue estando por debajo del valle de la ola máxima, ni ellos ni los brazos de estabilización serán vulnerables a daños causados por el atraque de barcos o barcasas; no obstante, son más fácilmente accesibles para buzos con fines de reparación que en la técnica anterior.

Se ha demostrado que la realización preferente, con o sin la torre superior, la góndola y las palas es estable cuando se encuentra lastrada para flotar con la parte superior de los estabilizadores al nivel medio del agua. Se prevé que toda la estructura también sea hidrostáticamente estable cuando sea lastrada para flotar por debajo del calado instalado final (para permitir que se implemente una fijación por medio de amarres). Entre estos límites, se puede requerir un empuje hidrostático temporal para garantizar una estabilidad hidrostática.

Otras variaciones y realizaciones

Serán evidentes diversas modificaciones y sustituciones para el lector experto. Preferentemente, los amarres 20 están fijados cerca de los extremos distales de los brazos 14 de estabilización, pero es posible, aunque menos preferible, fijarlos a las riostras 16 o a alguna otra estructura hacia los extremos distales de los estabilizadores. Pueden estar fabricados de acero o de otros materiales tales como Kevlar™ (suministrado con el nombre comercial Parafil™). Los brazos 14 de estabilización no necesitan discurrir horizontalmente en uso, sino que podrían estar algo inclinados, aunque si discurren hacia arriba y hacia dentro aumenta el riesgo de daños causados por las embarcaciones, mientras que si discurren hacia abajo y hacia dentro se reduce la resistencia de la estructura.

El número de brazos de estabilización podría ser de 6, 8 o algún otro número conveniente según se determine experimentalmente. También sería posible utilizar números inferiores de brazos (tales como 3 o 4 brazos), en cuyo caso puede ser conveniente proporcionar un arriostamiento adicional para cada brazo (por ejemplo, formando los brazos en una estructura “chapada”, como se utiliza de forma generalizada en plataformas y puentes).

Se podrían proporcionar riostras adicionales para reducir la probabilidad de deformación de los tirantes diagonales 18. En vez de comprender brazos, los tirantes inclinados 18 podrían ser aletas. Sería incluso posible proporcionar toda la estructura como un cono con forma de “maceta” maciza o hueca, ensanchándose hacia arriba desde la base del cuerpo flotante.

5 Se podría fijar un amarre a cada brazo, como se ha dado a conocer anteriormente, o se podrían fijar n ($n > 1$), anclados en distintos puntos en la estructura 30 de anclaje, a cada uno. En este caso, se puede proporcionar un par de amarres para cada brazo para permitir una redundancia en el caso de que se rompa uno del par, o se pueden utilizar mayores números de amarres por brazo para compartir las cargas de tracción en varios amarres y, por lo tanto, permitir la reducción del diámetro de cada amarre (por ejemplo, con tres amarres, cada uno puede estar diseñado para absorber un 50% de la carga a la vez que se sigue proporcionando redundancia).

10 En vez de un cuerpo flotante de acero, se podría utilizar un híbrido de hormigón y acero (como se conoce en la técnica anterior y como se muestra en la Figura 1), u otro material, como en la primera realización. En este caso, se puede mantener la separación entre otros amarres en 45 m (aunque podría ser mayor si se desea) pero el diámetro de la cámara central de flotación puede aumentar hasta entre 14 m y 15 m.

Puede ser conveniente, para fines prácticos, proporcionar una superficie inferior plana en vez de una convexa.

15 Aunque se ha propuesto la estructura descrita anteriormente para ser utilizada como una turbina eólica, se podría desplegar con otros equipos en mar abierto, aunque puede ser menos útil para estructuras más anchas y bajas. Todas las dimensiones, con independencia del grado de precisión con que hayan sido citadas, son aproximaciones que podrían variar, y variarían, en uso, dependiendo de los materiales y de otros parámetros utilizados en las realizaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una estructura flotante amarrada de turbina eólica en mar abierto que incluye un cuerpo central flotante (102) que se extiende verticalmente, que comprende una torre tubular cilíndrica (106) coaxial con, y soportada por, una cámara de flotación tubular hueca (104) en columna, que proporciona una pluralidad de puntos de fijación separados radialmente hacia el exterior de dicho cuerpo para ataduras de amarre tensadas (120), que comprende, además:

10 una estructura (114, 116) de estabilización que comprende una pluralidad de brazos (114a-114h) de estabilización que se extienden radialmente desde dicho cuerpo, cuyos extremos distales están conectados entre sí por medio de un anillo de riostras horizontales (116a-116h), y

15 una estructura de arriostamiento inclinada (118) que comprende una pluralidad de miembros de riostra inclinados (118) que discurren desde la parte distal de la estructura (114, 116) de estabilización para conectarse con dicho cuerpo flotante, **caracterizada porque:** dichos miembros de riostra inclinados (118) discurren diagonalmente hacia abajo y hacia dentro desde el plano de dichos puntos de fijación, y

los extremos proximales de dichos miembros de riostra inclinados (118) se unen a dicho cuerpo flotante (102) en torno a su extremo inferior.
2. Una estructura según cualquier reivindicación precedente, en la que dicha estructura (114) de estabilización discurre, en uso, de forma sustancialmente horizontal.
- 20 3. Una estructura según cualquier reivindicación precedente, en la que el lado inferior de dicha cámara (104) está abovedado de forma convexa.
4. Una estructura según cualquier reivindicación precedente, en la que dicha cámara (104) es de metal.
5. Una estructura según cualquier reivindicación precedente, en la que la parte proximal de dicha estructura (114) de estabilización se une, en uso, a dicho cuerpo flotante (102) por debajo del nivel normal del valle de las olas.
- 25 6. Un procedimiento de operación de una turbina eólica (8, 10, 12) que comprende montar dicha turbina eólica encima de un cuerpo flotante (102) que comprende una torre tubular cilíndrica (106) coaxial con, y soportada por, una cámara de flotación tubular hueca (104) en columna, amarrada al fondo de un cuerpo de agua por medio de una pluralidad de amarres (120), cada uno fijado a un punto respectivo de fijación separado radialmente en torno a dicho cuerpo flotante y proporcionado por una estructura de estabilización que comprende una pluralidad de brazos (114a-114h) de estabilización que se extienden de forma sustancialmente

30 horizontal, cuyos extremos distales están conectados entre sí por medio de un anillo de riostras horizontales (116a-116h), y arriostrados por una estructura de arriostamiento que comprende una pluralidad de miembros de riostra inclinados (118), **caracterizado porque** dichos miembros de riostra inclinados discurren diagonalmente hacia el exterior y hacia arriba y están cargados normalmente en compresión por medio de dichos amarres (120), y dichos brazos (114a-114h) de estabilización están cargados normalmente en tensión

35 por medio de dichos amarres (120).

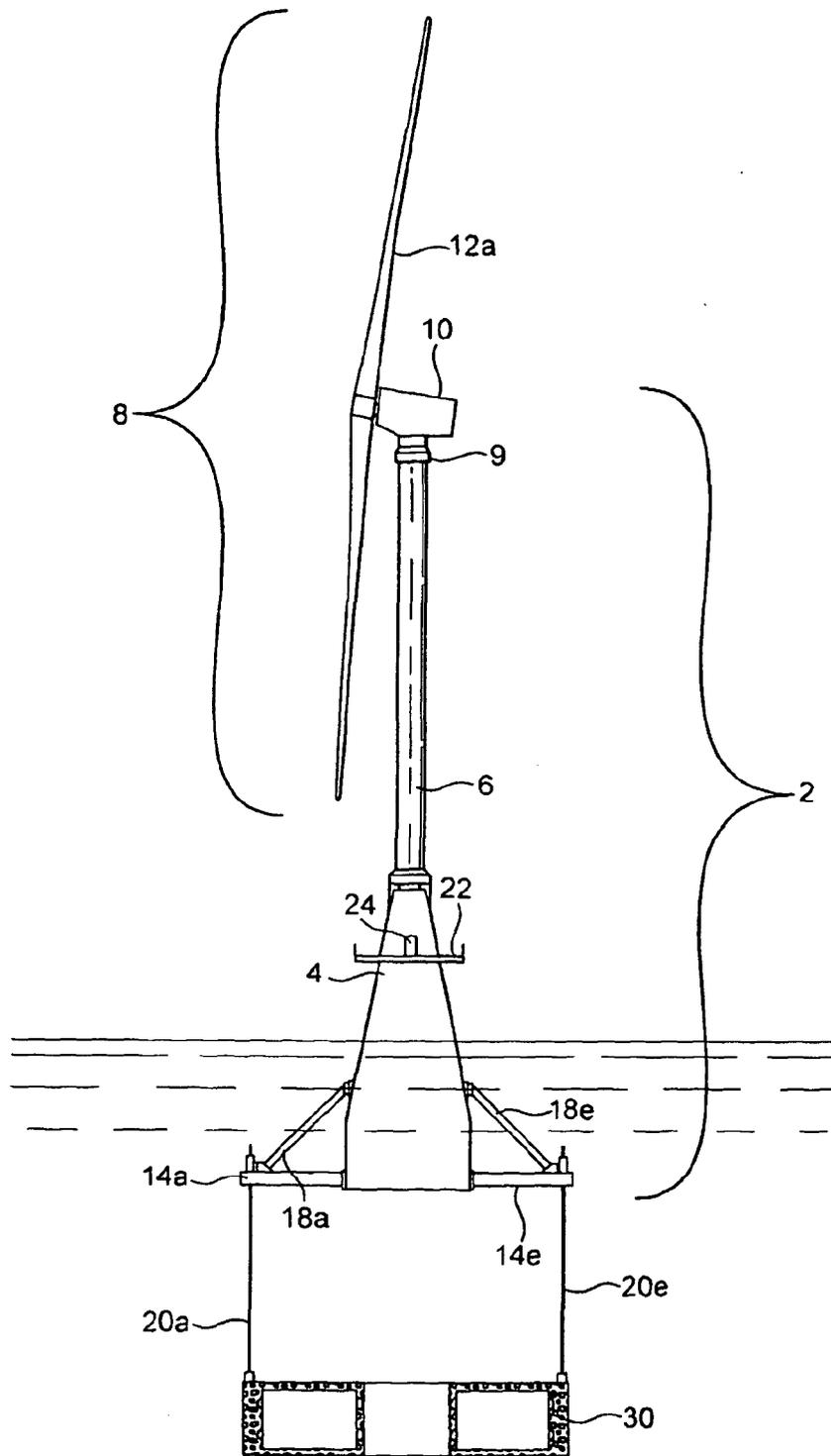


FIG. 1

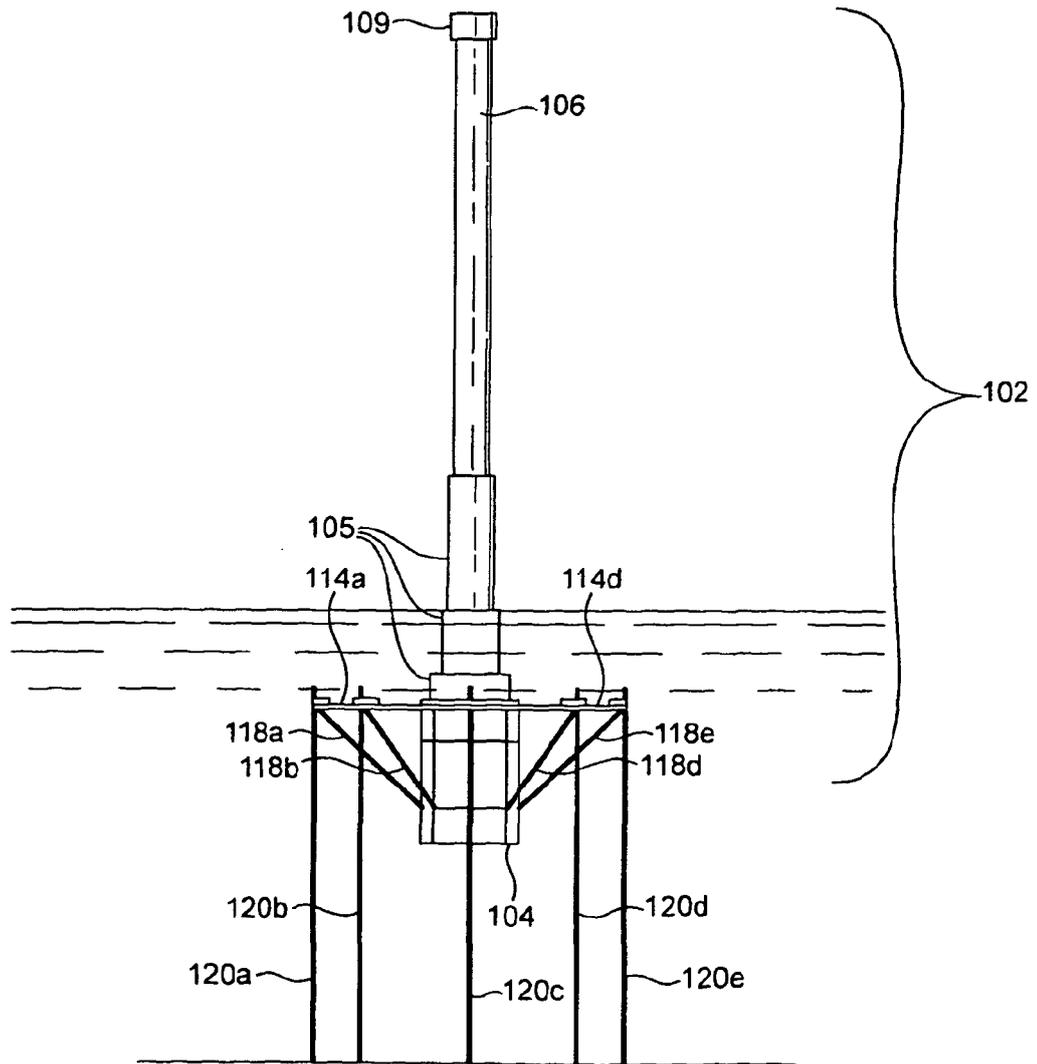


FIG. 2

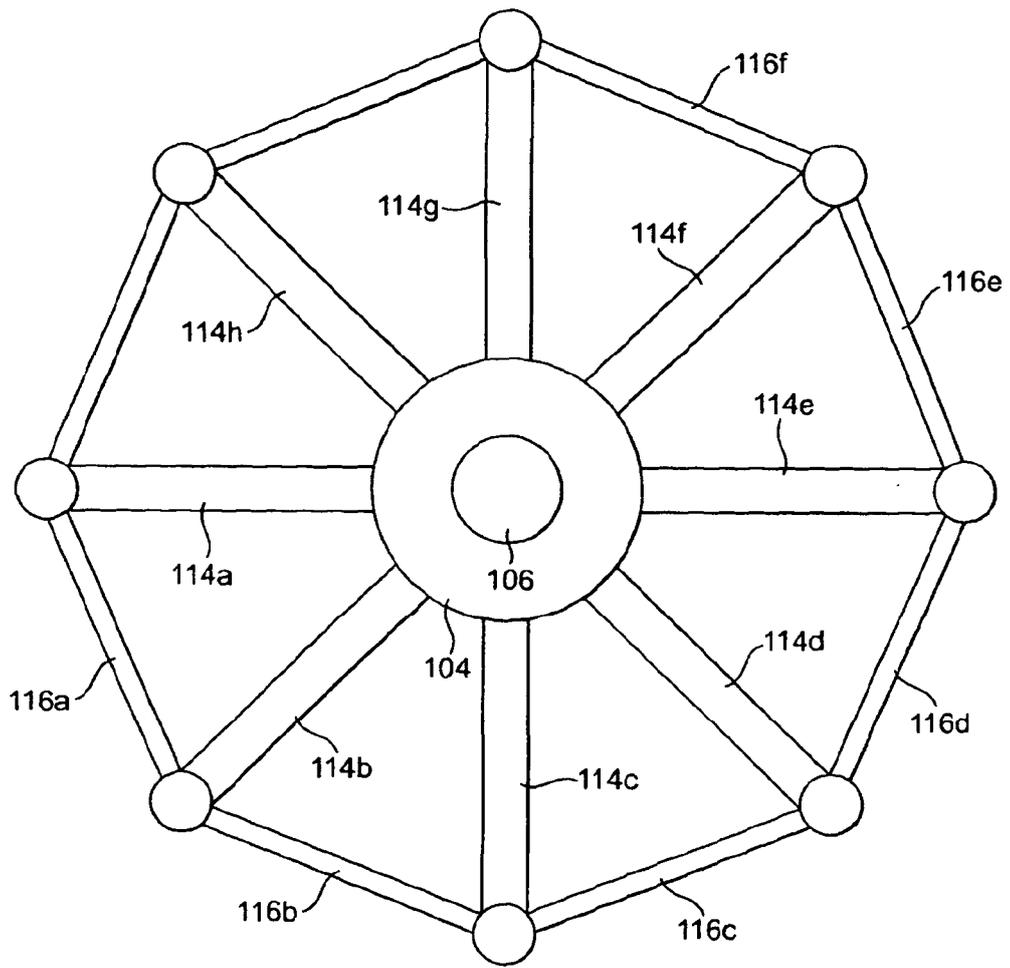


FIG. 3

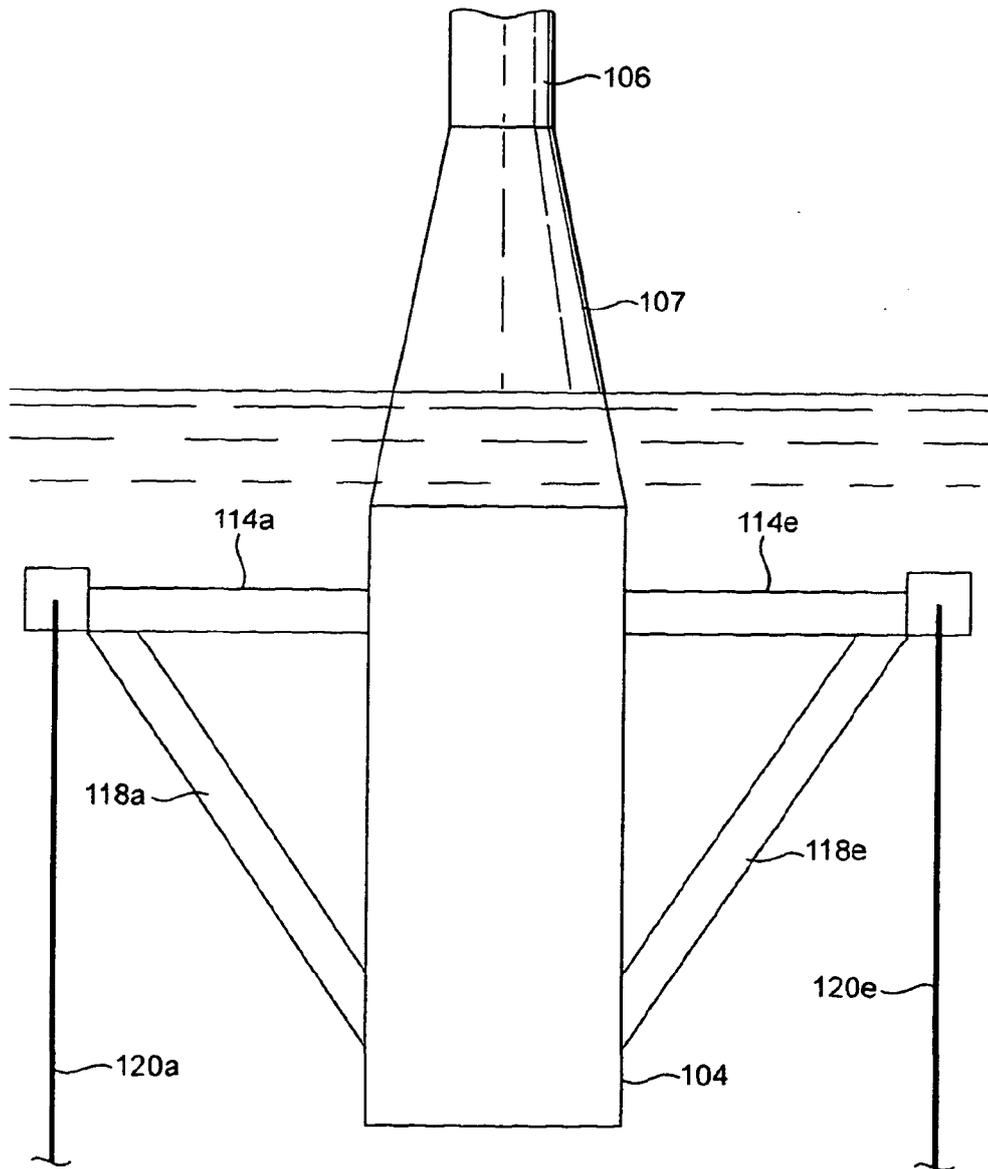


FIG. 4

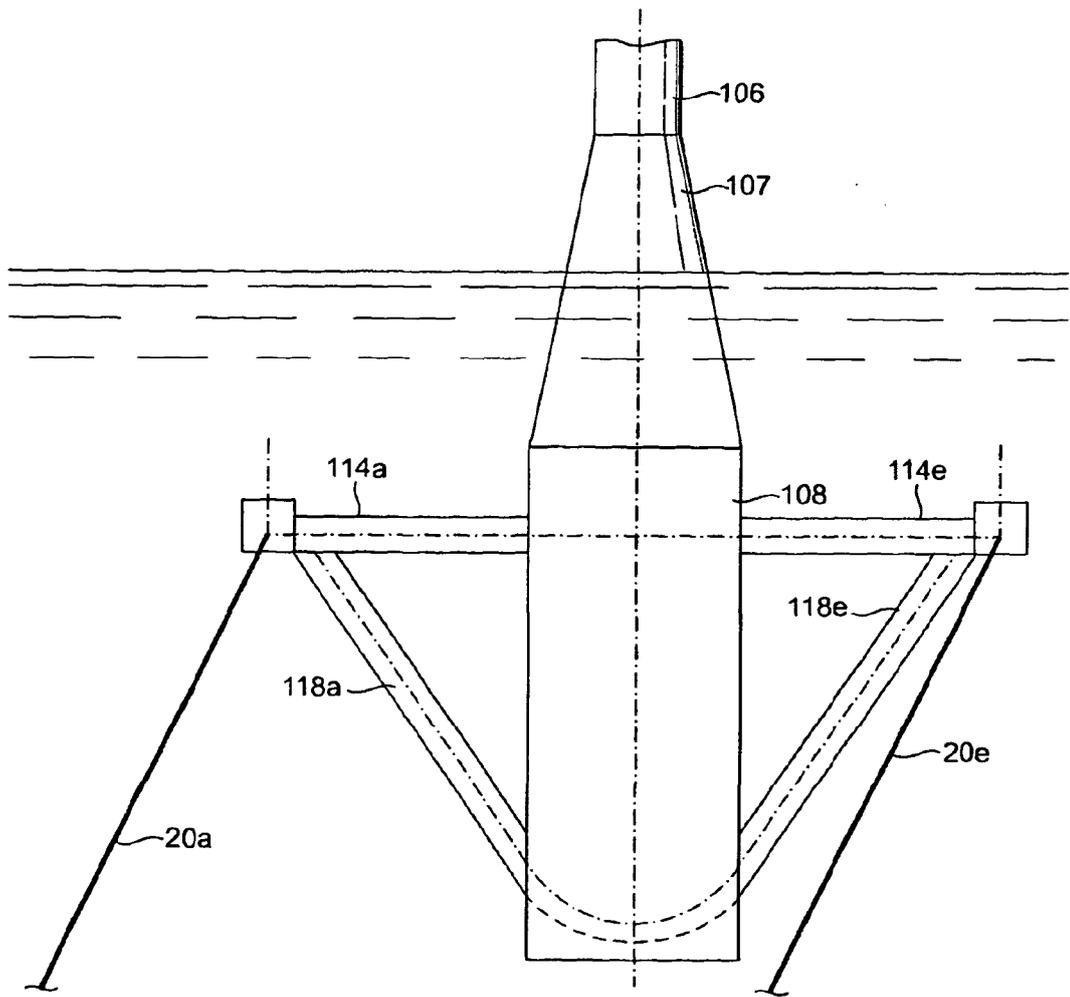


FIG. 5