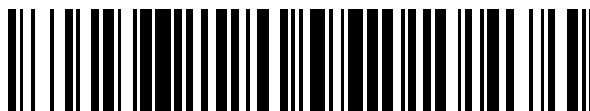


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 759 849**

51 Int. Cl.:

B63B 22/00 (2006.01)
B63B 35/44 (2006.01)
B63B 22/18 (2006.01)
F03D 13/25 (2006.01)
F03D 9/25 (2006.01)
F03D 80/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.10.2015 PCT/US2015/057636**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **06.05.2016 WO16069636**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.10.2015 E 15856048 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2019 EP 3212496**

54 Título: **Sistema de conexión para cables de matriz de dispositivos de energía de alta mar desconectables**

30 Prioridad:

27.10.2014 US 201462069235 P

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

12.05.2020

73 Titular/es:

**PRINCIPLE POWER, INC. (100.0%)
5901 Christie Avenue, Suite 303
Emeryville, CA 94608, US**

72 Inventor/es:

**CERMELLI, CHRISTIAN;
DUARTE, TIAGO y
GODREAU, CYRIL**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 759 849 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

Sistema de conexión para cables de matriz de dispositivos de energía de alta mar desconectables

5 REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

La presente Solicitud reclama el beneficio de la Solicitud de Patente provisional de los EE.UU. No. 62/069.235, titulada "Connection System for Array Cables of Disconnectable Offshore Energy Devices" (Sistema de conexión para cables de matriz de dispositivos de energía de alta mar desconectables), depositada el 27 de octubre de 2014.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a unidades de conversión de energía de alta mar. En particular, la tecnología descrita en esta invención proporciona una forma novedosa de conectar cables de matriz a unidades de conversión de energía de alta mar en una granja de energía de alta mar.

15

El documento de los EE.UU. No. 20101032951 describe un sistema de amarre y/o arnés rígido para hacer flotar una estructura acuática y además describe boyas 102, 114 y un auxiliar de flotabilidad 106. Las boyas 102, 114 se muestran unidas a una línea de recuperación 42 (FIG. 16a, 17a) y líneas de guiñada 11, 14 (FIG. 16g, 16h). La ayuda de flotabilidad 106 se muestra unida a una "línea de recuperación" (párrafo [0111], FIG. 16a) y una caja de empalmes 29 está unida al WEC al final de un yugo 2.

20

El documento WO 20101093259 describe una estación de acoplamiento 22 con cables 32 que pasan a través de un conducto 34 a un miembro de acceso de "registro" 35. (página 2, líneas 20-29.) Las cámaras 30 de la estación de acoplamiento 22 se describen como llenas de aire para la flotabilidad.

25

El documento de Francia No. 2970748 A1 describe una boya 82 (FIG. 6D) que proporciona flotabilidad a un extremo de un cable.

El documento WO 2014/112115 A1 describe una estructura de cuerpo flotante 204 (FIG. 5A, 5B, párrafo [0081]) que proporciona flotabilidad a un extremo de un cable.

30

El documento WO 2011/014075 describe un elemento de flotabilidad 31 que proporciona flotabilidad a una unidad de turbina eólica 3.

35

El documento WO 2012/131116 A1 describe un cuerpo superior 2 que puede servir como flotador, sobre el que se puede montar una torre de turbina eólica. (FIG. 1-6 y 8-9).

El documento de los EE.UU. No. 2008/240864 A1 describe una boya 105 que proporciona flotabilidad a un extremo de un cable 29. (Véanse, por ejemplo, las FIG. 16, 25 a 28 y 65 a 67).

40

El documento de los EE.UU. No. 2003/168864 A1 describe un cable de alimentación 13 que se extiende hasta una boya 25 con un conjunto de anillo deslizante 27 empleado para transferir energía y dejar un grado de libertad de rotación en el conjunto de la correa 11 y el cable de alimentación 13. (FIG. 6 y párrafo [0070])

45

El documento de los EE.UU. No. 2011/006539 A1 describe torres sobre una unidad flotante de un aparato de energía eólica flotante y un cable para transferir energía a la tierra. (Por ejemplo, párrafo [0027])

El documento de los EE.UU. No. 2014/246232 A1 describe un cable 15 con un conector 15 conectado a una boya 16. (párrafo [0086], FIG. 1.)

50

BREVE RESUMEN DE LA INVENCION

La invención se refiere a la conexión de cables de matriz (para la conexión de energía eléctrica y las comunicaciones), entre unidades de conversión de energía de alta mar (OEC) individuales de una granja de energía de alta mar. En particular, la invención permite la rápida desconexión y reconexión de cada unidad OEC individual, al tiempo que mantiene el flujo de energía e información entre las unidades OEC adyacentes.

55

El tema descrito se refiere a un conector flotante de un dispositivo de energía de alta mar. El conector flotante incluye una boya que presenta un flotador tipo spar largo, donde la boya proporciona flotabilidad al conector flotante. El conector flotante incluye además al menos dos cables submarinos para conectarse al dispositivo de energía de alta mar. El conector flotante también incluye una caja de empalmes para acoplar el dispositivo de energía de alta mar y

60

para proporcionar una conexión eléctrica de los cables submarinos a un conmutador del dispositivo de energía de alta mar. Cuando la caja de empalmes está acoplada al dispositivo de energía de alta mar, se completa un circuito eléctrico con los al menos dos cables a través del dispositivo de energía de alta mar y mediante el conmutador.

- 5 El asunto en cuestión que se describe también se refiere a un procedimiento para instalar un sistema de conector flotante de un dispositivo convertidor de energía de alta mar. Dos extremos de cable de una sección previamente colocada de una matriz de cables se recogen de un fondo marino. Los dos extremos del cable se conectan dentro del sistema de conector flotante. El sistema de conector incluye una boya que presenta un flotador tipo spar que proporciona flotabilidad al sistema de conector flotante. El sistema de conector incluye además al menos dos cables
10 para conectar el dispositivo de energía de alta mar a los dispositivos convertidores de energía de alta mar adicionales. El sistema de conector también incluye una caja de empalmes para el acoplamiento al dispositivo de energía de alta mar y para proporcionar una conexión eléctrica de los al menos dos cables submarinos a un conmutador del dispositivo de energía de alta mar. Cuando la caja de empalmes está acoplada al dispositivo de energía de alta mar, se completa un circuito eléctrico con los al menos dos cables submarinos a través del dispositivo de energía de alta mar y mediante
15 el conmutador.

El tema descrito se refiere además a un conector flotante de un dispositivo de energía de alta mar que incluye una boya con un flotador largo tipo spar. La boya proporciona flotabilidad al sistema de conector flotante. El conector flotante incluye además un solo cable para conectar el dispositivo de energía de alta mar a dispositivos convertidores
20 de energía de alta mar adicionales. El conector flotante también incluye una caja de empalmes para acoplarse al dispositivo de energía de alta mar y para proporcionar una conexión eléctrica de los al menos dos cables a un conmutador del dispositivo de energía de alta mar. Cuando la caja de empalmes está acoplada al dispositivo de energía de alta mar, se completa un circuito eléctrico con los al menos dos cables a través del dispositivo de energía de alta mar y mediante el conmutador. El cable único se utiliza para conectar un último dispositivo convertidor de
25 energía de alta mar a una cadena de dispositivos convertidores de energía de alta mar.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

- Las Figuras 1a a 1c representan un diseño de granja de energía de alta mar.
30 La Figura 2 representa un tubo I flotante con cables eléctricos que actúan como un sistema de mantenimiento de estaciones.
- La Figura 3 muestra una granja de energía de alta mar con múltiples dispositivos convertidores de energía de alta mar
35 utilizando el tubo I flotante.
- Las Figuras 4a-y 4b ilustran una desconexión del convertidor de energía de alta mar.
- La Figura 5a muestra una conexión de plataforma de cable de energía eléctrica en estado de producción.
40 La Figura 5b muestra una conexión de plataforma de cable de energía eléctrica en un estado de tubo I desconectado.
- La Figura 6 proporciona una representación de los componentes de un tubo I flotante.
- 45 La Figura 7 representa una caja de empalmes de tubo I flotante y las conexiones eléctricas con la cubierta en una posición abierta.
- Las Figuras 8a y 8b proporcionan representaciones de configuraciones alternativas del tubo I flotante para diferentes ubicaciones y condiciones ambientales.
- 50 La Figura 9 proporciona una ilustración de cables de matriz previamente colocados para una granja de energía de alta mar.
- La Figura 10 muestra el despliegue de un tubo I flotante desde una embarcación de manejo de anclaje en el mar.
55 La Figura 11 representa la instalación de los cables de matriz utilizando un cabezal de tracción y un cable guía.
- La Figura 12 muestra los resultados de la prueba del tubo I flotante en su condición flotante.

60 DESCRIPCIÓN DETALLADA

La descripción detallada que se establece a continuación pretende ser una descripción de varias configuraciones de

la tecnología en cuestión y no busca representar las únicas configuraciones en las que pueda ponerse en práctica dicha tecnología. Los dibujos adjuntos se incorporan en este documento y forman parte de la descripción detallada. La descripción detallada incluye detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión completa de la tecnología de la invención. Sin embargo, resultará claro y evidente para los expertos en la técnica que la tecnología de la invención no se limita a los detalles específicos expuestos a continuación en este documento y puede ponerse en práctica sin estos detalles específicos. En algunos casos, las estructuras y los componentes conocidos se muestran en forma de diagrama de bloques para evitar complicar los conceptos de la tecnología en cuestión.

No se debe suponer que el tema discutido en la sección de antecedentes es una técnica anterior simplemente como resultado de su mención en la sección de antecedentes. Del mismo modo, no debe suponerse que un problema mencionado en la sección de antecedentes o asociado con el tema de la sección de antecedentes haya sido previamente reconocido en la técnica anterior. El tema en la sección de antecedentes simplemente representa diferentes enfoques, que en sí mismos también pueden corresponder a implementaciones de las invenciones reivindicadas.

La siguiente descripción detallada se hace con referencia a la tecnología descrita. Las implementaciones preferidas se describen para ilustrar la tecnología descrita, no para limitar su alcance, el cual se define en las reivindicaciones. Las personas con una habilidad ordinaria en la materia reconocerán una variedad, en la descripción, de variaciones equivalentes.

El sistema emplea una boya, designada en esta invención como un "tubo I flotante", que consiste en un flotador largo tipo spar, que actúa como un tubo I para proteger dos cables de matriz. En la producción normal, el tubo I flotante se conecta al dispositivo de energía renovable, y dos o más cables de matriz se conectan al conmutador a bordo, utilizando conectores desconectables. El concepto permite que la unidad OEC se retire de la ubicación (por ejemplo, para efectuar operaciones y por requerimientos de mantenimiento) sin perder la conexión a otras unidades OEC conectadas en serie, minimizando así la pérdida de producción en la granja. Sin el dispositivo de energía presente, el tubo I flotante puede flotar en una ubicación con dos o más cables de matriz conectados y actuar como el sistema de mantenimiento de la estación. La invención también reduce significativamente el tiempo de conexión y desconexión, permitiendo así que la OEC se desconecte fácilmente y se remolque a la costa para las operaciones de mantenimiento. Hacer que se realice el mantenimiento en tierra ayuda a evitar la necesidad de utilizar embarcaciones especializadas para realizar los trabajos en el mar. La invención también proporciona un fácil acceso a los extremos del cable eléctrico al nivel de la plataforma de la OEC.

Existen diferentes procedimientos para conectar cables de matriz en granjas de OEC. En el documento WO2013050755, titulado "Offshore Electrical Plant Installation Method and System" (Procedimiento y sistema de instalación de una planta eléctrica de alta mar), se describe un procedimiento para instalar cables eléctricos submarinos en el mar, utilizando conectores acoplables en seco. Sin embargo, en la invención que se citó, los conectores deben bajarse al fondo marino tras su conexión, y ser traídos de regreso en caso de requerirse su desconexión.

Un generador de energía eólica de alta mar desconectable se describe en la Patente de los EE.UU. No. 8.729.723 B2, titulada "Removable Offshore Wind Turbines with Pre-Installed Mooring System" (Turbinas eólicas de alta mar extraíbles con sistema de amarre preinstalado), el cual que consiste en una plataforma flotante con dos o más turbinas eólicas, donde la plataforma flotante está conectada a un segundo flotador al que están conectadas las líneas de amarre y el cable de matriz. La plataforma que soporta los generadores eólicos es libre de rotar alrededor de la plataforma de amarre, según la dirección del viento, al igual que las torretas utilizadas en unidades de almacenamiento y descarga de producción flotante (FPSO) utilizadas en la industria del petróleo y el gas.

El concepto de Pelamis descrito en el documento EP 2110307 B1, titulado "Mooring System" (Sistema de amarre), también presenta una boya sumergida desconectable para facilitar la conexión y la desconexión de la OEC. Sin embargo, esta invención requiere conectores de acoplamiento húmedo, que pueden no adaptarse a la alta tensión de los cables de alimentación de las OEC de varios megavatios.

Varios convertidores de energía de alta mar de OEC se han desarrollado en los últimos años, con el objetivo de explotar las fuentes de energía naturales y renovables ubicadas en el mar (el viento, las olas, la corriente y otras). Dependiendo de la profundidad del sitio, muchos de estos dispositivos emplean estructuras de soporte flotantes, como el WindFloat descrito en la Patente de los EE. UU. 8.471.396 B2, titulada "Column-stabilized offshore platform with water-entrapment plates and asymmetric mooring system for support of offshore wind turbines" (Plataforma de alta mar estabilizada por columna con placas de retención de agua y sistema de amarre asimétrico para el soporte de turbinas eólicas costa afuera), o el concepto de Pelamis citado anteriormente. Una ventaja de estas OEC flotantes es la capacidad de ser remolcadas a la costa para operaciones de mantenimiento, evitando así el uso de costosas grúas o embarcaciones de construcción de alta mar. Sin embargo, al hacerlo, todas las líneas de amarre y los cables de

matriz conectados a la OEC deben desconectarse. Además, la mayoría de las granjas de energía de alta mar dependen de cables de matriz, que conectan varias unidades en serie.

Las Figuras 1a a 1c representan un diseño de granja de energía de alta mar, que incluye el sistema de mantenimiento de estaciones, el cable eléctrico de red 110, el cable de tierra 112 y los dispositivos de las OEC 102-108. En el caso de una granja de alta mar con múltiples dispositivos de OEC 102-108 (ver Figura 1a), quitar el dispositivo de la OEC 106 significaría la pérdida de conexión con los dispositivos de OEC 102-104, que se conectaron después del que se ha desconectado (es decir, la OEC 106), como se muestra en la Figura 1b. La presente invención permitiría eliminar un dispositivo de OEC mientras se mantiene el flujo de energía dentro de la granja renovable de alta mar, como se muestra en la Figura 1c, mediante el uso de una boya flotante 114 para conectar ambos cables de matriz.

Como se muestra en la Figura 2, la invención emplea un tubo I flotante 202, capaz de soportar dos o más cables eléctricos 204 conectados a cada dispositivo de energía renovable. Cuando el dispositivo de energía necesita ser retirado debido a una operación y actividad de mantenimiento, el flotador puede simplemente desconectarse de la plataforma y bajarse al nivel del mar. Los cables eléctricos pueden actuar como el sistema de mantenimiento de la estación para este flotador, cuando la OEC se desconecta y se remolca en tierra para su reparación. Una vez que la OEC ha sido reparada, remolcada de vuelta al mar y reconectada al sistema de amarre, el tubo I puede ser arrastrado de regreso a la plataforma y conectado rígidamente al mismo para actuar como un tubo I permanente. Este sistema garantiza que, incluso si se retira la plataforma, la energía seguirá fluyendo hacia las turbinas adyacentes.

En algunas realizaciones, la invención también se puede aplicar al último dispositivo de energía renovable en una serie de dispositivos.

Procedimiento de conexión y desconexión

Como se muestra en la Figura 3, durante el funcionamiento normal, el tubo I flotante 202 está rígidamente unido a la OEC 302. Para desconectar el tubo I 202 de la plataforma 304, el tubo I flotante 202 se bajaría a su calado de flotación, como se muestra en las Figuras 4a y 4b, y luego se alejaría de la OEC con una pequeña embarcación de apoyo. Esto solo sería necesario mientras se desconecta el sistema de mantenimiento de la estación de la OEC. El flotador está diseñado para soportar dos o más cables eléctricos mientras la OEC está en tierra para operaciones y actividades de mantenimiento. Antes del despliegue, una bahía cerrada del tubo I flotante podría presurizarse para garantizar la flotabilidad requerida.

Después de las principales operaciones y actividades de mantenimiento, la plataforma se puede llevar a la ubicación y conectar a su sistema de amarre. Entonces, se invierte el proceso de desconexión y el flotador de tubo I se puede empujar de regreso a la plataforma con una embarcación pequeña. Los guardabarros ubicados en la parte inferior de la OEC guiarían la boya a su lugar, restringiendo el movimiento del tubo I flotante. Se puede usar un cabrestante a bordo de la OEC para levantar el flotador, lo que requeriría una tensión inferior a 15 toneladas para las ubicaciones de aguas poco profundas. Sin embargo, los requisitos de tensión pueden variar según la profundidad del agua.

Conexión del cable eléctrico

Para permitir la rápida conexión y reconexión del conductor eléctrico del cable de matriz en caso de una operación grande y una actividad de mantenimiento, se pueden usar conectores T de alta tensión separables típicos (por ejemplo, como se describe en los catálogos de Nexans o NKT). Para conectar los cables de matriz con la unidad OEC, se emplea una caja de empalmes. Al menos una caja de empalmes se ubicará en el tubo I flotante. Durante la producción normal, los dos o más cables submarinos 502 están conectados al cable de la OEC precableado 504, conectado al conmutador de la OEC en la caja de empalmes 506, en la parte superior del tubo I, como se muestra en la Figura 5a. La caja de empalmes 506 permitiría la rápida desconexión y reconexión de los conductores mediante el uso de conectores eléctricos separables estándares de la industria. Cuando la OEC está produciendo energía, los dos cables submarinos 502 que atraviesan el tubo I están conectados al cable 504 que proviene del conmutador a bordo de la unidad OEC. Si es necesario extraer la OEC, el cable 504 que proviene del equipo de conmutación OEC se desconecta de la caja de uniones 506 a bordo del tubo I flotante. En esta condición, la potencia puede fluir entre las dos OEC adyacentes, y el tubo I está listo para desplegarse, como se muestra en la Figura 5b.

Componentes del tubo I flotante

La Figura 6 presenta los componentes del tubo I flotante 202 de esta invención. El tubo I flotante 202 incluye el pasacabo de elevación 602, la bahía cerrada 604, el tubo I 606 y las bocas acampanadas 608. El pasacabo de elevación 602 proporciona un medio para manipular el tubo I 202 durante la conexión y la desconexión de la OEC (por ejemplo, levantando el tubo I a la OEC). También facilita la extracción de la cubierta de la bahía cerrada 604 para el acceso de mantenimiento a los conectores eléctricos. Esta bahía cerrada 604 proporciona la protección requerida a

los conectores eléctricos del cable durante la producción normal y la flotación.

Dependiendo del tipo de unidad OEC y la profundidad del agua, las dimensiones relativas del tubo I flotante pueden variar. Como se ve en la Figura 7, que representa las cajas de empalmes del tubo I flotante y las conexiones eléctricas, el tamaño de los conectores, así como también el radio de curvatura mínimo de los conectores, dará origen al tamaño general de la disposición.

El tubo I 606 en la Figura 6 protege los cables eléctricos contra los desenganches en la salida de la boca acampanada 608. El tubo I 606 y la bahía cerrada 604 pueden fabricarse a partir de tubos de acero estándares, utilizando bridas selladas al aire para garantizar el hermetismo del tubo I flotante. Las dimensiones típicas pueden variar entre 0,6 y 1,5 m de diámetro, con una longitud que depende del diseño de la OEC. La bahía cerrada 604 y el tubo I 606 se pueden presurizar para bajar el nivel del agua por debajo del nivel de flotación medio del tubo I flotante. El nivel de agua restante dentro del tubo I contribuirá a estabilizar el tubo I en modo de flotación. Los tubos de boca acampanada proporcionan el punto de conexión para los rigidizadores de flexión 610 en los puntos de salida del cable.

El cable que viene de la turbina se conectará a la caja de empalmes 506 en el tubo I flotante. La Figura 7 muestra el tubo I flotante 202, la caja de empalmes 506 y los conectores eléctricos 702 cuando están conectados a la OEC. Como se muestra adicionalmente en la Figura 7, la cubierta 704 de la bahía cerrada se puede levantar para proporcionar acceso a los conectores eléctricos 702, permitiendo así operaciones y actividades de mantenimiento. La cubierta 704 de la bahía cerrada se puede almacenar en la plataforma 708 mientras duren las operaciones. Después de finalizar los trabajos, la bahía cerrada se cubre nuevamente para proteger las conexiones eléctricas. La estructura A 706 en la parte superior del tubo I se utiliza para conectarlo a la plataforma, abrir la bahía cerrada y pasar los cables eléctricos a través del tubo I durante la instalación.

En algunas realizaciones, el tubo I 202 puede no proporcionar suficiente flotabilidad y, por consiguiente, puede ser necesaria una sección de flotador adicional 802, como se muestra en la Figura 8a. Para algunos lugares, con altas velocidades de corriente o grandes profundidades de agua, se podría emplear un diseño sumergido, como se ve en la Figura 8b. En este caso, los cables eléctricos 204 están conectados directamente al nivel de la plataforma. Cuando se despliega el tubo I 202, la boya 804 puede estar completamente sumergida y flotar en una posición de equilibrio intermedio en la columna de agua.

Procedimiento de instalación

La invención permite un posible procedimiento de instalación, según el cual los cables de matriz se colocan previamente antes de instalar las unidades OEC.

Colocación previa de los cables de matriz

Como la boya de tubo I flotante tiene la capacidad de mantener la ubicación utilizando los cables de matriz como su sistema de mantenimiento de estación, se puede desplegar antes de que la unidad OEC se instale en la ubicación. La red de cables de matriz se instalaría, entonces, antes de que las unidades OEC reales se transporten a la ubicación. La Figura 9 muestra cables de matriz previamente colocados 902 para granjas de energía de alta mar.

Este procedimiento de instalación comenzaría por colocar previamente todas las secciones del cable de matriz en el fondo marino. Se desplegarían dos extremos de cable cerca de la ubicación de cada OEC. Usando una embarcación de manejo de anclaje para transportar el tubo I flotante 202, los dos extremos del cable se levantarían del fondo marino y se conectarían dentro del tubo I flotante 202. La Figura 10 muestra el despliegue del tubo I flotante 202 desde una embarcación de manejo de ancla en el mar 1002, durante las operaciones de colocación previa de los cables del conjunto 902 de una granja de energía de alta mar. La embarcación de manejo de ancla, entonces, desplegaría el tubo I flotante 202 en la ubicación de la primera OEC de la granja de energía de alta mar, y luego se movería a la siguiente ubicación de la OEC para repetir el proceso e instalar un nuevo tubo I flotante.

La unidad OEC podría ser transportada entonces a la ubicación. Una vez asegurado a su sistema de mantenimiento de estación, el tubo I flotante se acoplaría a la unidad OEC mediante los medios descritos anteriormente.

Capacidad de supervivencia del tubo I flotante

El tubo I flotante, cuando se desconecta de la unidad OEC, está diseñado para sobrevivir a una variedad de condiciones ambientales en su sitio. El diseño se estudió para una ubicación específica durante un evento de tormenta de 1 año en su condición flotante (como se representa en la Figura 2). El código numérico, OrcaFlex, se utilizó para analizar el tubo I flotante, teniendo en cuenta las cargas hidrodinámicas debidas a la onda y la corriente en la estructura. Se consideraron olas irregulares con un espectro del Proyecto Conjunto de Observación de las Olas del Mar del Norte

(JONSWAP), con alturas de olas significativas que variaban de 3 a 7,65 metros, con un período de olas de 13,6 segundos. En la Figura 12, se muestra un resumen de los resultados. El desplazamiento horizontal en sobretensión y balanceo, respectivamente "xx" e "yy", muestra un movimiento de restricción sin consecuencias para las unidades OEC adyacentes. Se garantiza un espacio de aire mínimo, asegurando así que el tubo I no esté completamente sumergido.

Las métricas descritas anteriormente no son representativas de una lista exhaustiva de características que pueden analizarse, ya que es posible incorporar otras métricas. Además, las métricas pueden usarse individualmente o en combinación entre sí. Por consiguiente, el ejemplo que ilustra la utilización de la tecnología descrita en esta invención no debe tomarse como limitante o preferido. Los ejemplos antes proporcionados se utilizan simplemente a fin de ilustrar la tecnología descrita sin demasiada complicación. No se tiene la intención de ilustrar todas las tecnologías descritas.

Una persona con una habilidad ordinaria en la materia apreciará que hay muchas aplicaciones potenciales para una o más implementaciones de esta descripción y, por tanto, las implementaciones descritas en esta invención no pretenden limitar esta descripción de ninguna manera.

El tema descrito se refiere además a un conector flotante de un dispositivo de energía de alta mar. El conector flotante incluye una boya que presenta un flotador tipo spar largo, donde la boya proporciona flotabilidad al conector flotante. El conector flotante incluye además al menos dos cables submarinos para conectarse al dispositivo de energía de alta mar. El conector flotante también incluye una caja de empalmes para acoplar el dispositivo de energía de alta mar y para proporcionar una conexión eléctrica de los cables submarinos a un conmutador del dispositivo de energía de alta mar. Cuando la caja de empalmes está acoplada al dispositivo de energía de alta mar, se completa un circuito eléctrico con los al menos dos cables a través del dispositivo de energía de alta mar y mediante el conmutador.

En algunas realizaciones, el conector flotante puede incluir un pasacabo de elevación dispuesto en la parte superior del flotador tipo spar, donde el pasacabo de elevación proporciona un punto de unión al que puede unirse un cabrestante para levantar el sistema de conector flotante. La boya y la caja de empalmes pueden estar dispuestas en una bahía cerrada que aloja la caja de empalmes y los al menos dos cables. La bahía cerrada puede contener aire presurizado para controlar la flotabilidad del sistema de conector flotante, y el aire puede presurizarse a un nivel tal que el sistema de conector flotante esté completamente sumergido y flotando en una posición de equilibrio intermedio en una columna de agua.

En algunas realizaciones, el sistema de conector flotante puede incluir una o más bocas acampanadas dispuestas en la parte inferior del flotador tipo spar. La boca acampanada proporciona un punto de unión para un rigidizador de flexión. El rigidizador de flexión se extiende desde una o más bocas acampanadas en la parte inferior de flotador tipo spar y proporciona rigidez a una sección de cada uno de los al menos dos cables cubiertos por los rigidizadores de flexión.

Cuando los al menos dos cables están conectados eléctricamente al conmutador del dispositivo de energía de alta mar, la energía generada por el dispositivo convertidor de energía de alta mar puede transmitirse desde el dispositivo convertidor de energía de alta mar a los al menos dos cables. Al menos uno de los al menos dos cables puede estar conectado eléctricamente a un cable de tierra, donde el cable de tierra transmite la energía generada por el dispositivo convertidor de energía de alta mar a la tierra.

En algunas realizaciones, la boya puede incluir un flotador adicional para proporcionar flotabilidad adicional. En algunas realizaciones, cuando la caja de empalmes se desacopla del dispositivo de energía de alta mar y los al menos dos cables se desconectan del conmutador, un circuito eléctrico se puede completar conectando cualquier par de los al menos dos cables entre sí. El dispositivo convertidor de energía de alta mar, al que está acoplado el sistema de conector flotante, también puede conectarse a una o más líneas de amarre para garantizar el mantenimiento de la estación.

También se describe un procedimiento para instalar un sistema de conector flotante de un dispositivo convertidor de energía de alta mar. Dos extremos de cable de una sección previamente colocada de una matriz de cables se recogen de un fondo marino. Los dos extremos del cable se conectan dentro del sistema de conector flotante. El sistema de conector incluye una boya que presenta un flotador tipo spar que proporciona flotabilidad al sistema de conector flotante. El sistema de conector incluye además al menos dos cables para conectar el dispositivo de energía de alta mar a los dispositivos convertidores de energía de alta mar adicionales. El sistema de conector también incluye una caja de empalmes para el acoplamiento al dispositivo de energía de alta mar y para proporcionar una conexión eléctrica de los al menos dos cables submarinos a un conmutador del dispositivo de energía de alta mar. Cuando la caja de empalmes está acoplada al dispositivo de energía de alta mar, se completa un circuito eléctrico con los al menos dos cables submarinos a través del dispositivo de energía de alta mar y mediante el conmutador.

- En algunas realizaciones, el procedimiento incluye además desplegar el sistema de conector flotante cuando los dos extremos del cable están conectados dentro del sistema de conector flotante. En algunas realizaciones, el sistema de conector flotante incluye además un pasacabo de elevación dispuesto en la parte superior del flotador tipo spar, donde
- 5 el pasacabo de elevación proporciona un punto de unión al que puede unirse un cabrestante para levantar el sistema de conector flotante. Además, la boya y la caja de empalmes del sistema de conector flotante pueden disponerse en una bahía cerrada que aloja la caja de empalmes y los al menos dos cables.
- En algunas realizaciones, la bahía cerrada contiene aire a presión para controlar la flotabilidad del sistema de conector
- 10 flotante. La bahía cerrada puede contener aire presurizado a un nivel tal que el sistema de conector flotante, cuando se despliega, esté completamente sumergido y flotando en una posición de equilibrio intermedio en una columna de agua.
- En algunas realizaciones, cuando los al menos dos cables están conectados eléctricamente al conmutador del
- 15 dispositivo de energía de alta mar, la energía generada por el dispositivo convertidor de energía de alta mar es transmisible desde el dispositivo convertidor de energía de alta mar a los al menos dos cables. Al menos uno de los al menos dos cables puede estar conectado eléctricamente a un cable de tierra, donde el cable de tierra transmite la energía generada por el dispositivo convertidor de energía de alta mar a la tierra.
- 20 En algunas realizaciones, el sistema de conector flotante está asegurado al dispositivo convertidor de energía de alta mar cuando los dos extremos del cable están conectados dentro del sistema de conector flotante. En algunas realizaciones, el sistema de conector flotante está a bordo de una embarcación de manejo de anclaje cuando los dos extremos del cable están conectados dentro del sistema de conector flotante.
- 25 El tema descrito se refiere además a un conector flotante de un dispositivo de energía de alta mar que incluye una boya con un flotador largo topo spar. La boya proporciona flotabilidad al sistema de conector flotante. El conector flotante incluye además un solo cable para conectar el dispositivo de energía de alta mar a dispositivos convertidores de energía de alta mar adicionales. El conector flotante también incluye una caja de empalmes para acoplarse al dispositivo de energía de alta mar y para proporcionar una conexión eléctrica de los al menos dos cables a un
- 30 conmutador del dispositivo de energía de alta mar. Cuando la caja de empalmes está acoplada al dispositivo de energía de alta mar, se completa un circuito eléctrico con los al menos dos cables a través del dispositivo de energía de alta mar y mediante el conmutador. El cable único se utiliza para conectar un último dispositivo convertidor de energía de alta mar a una cadena de dispositivos convertidores de energía de alta mar.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de conector flotante de un dispositivo convertidor de energía de alta mar, siendo que el sistema comprende:
 - 5 una boya (202) que presenta un tubo I flotante (202) que proporciona flotabilidad al sistema de conector flotante; al menos dos cables (704) para conectar el dispositivo de energía de alta mar a dispositivos adicionales de conversión de energía de alta mar, con los al menos dos cables (704) entrando al interior del tubo I flotante (202) desde un extremo inferior y extendiéndose hasta el extremo superior; y
 - una caja de empalmes (506) para acoplar al dispositivo de energía de alta mar y para proporcionar una conexión
 10 eléctrica de los al menos dos cables (704) a un conmutador del conmutador del dispositivo de energía de alta mar, donde la boya (202) presenta una primera configuración en la que el tubo I flotante (202) es hermético en un extremo superior que proporciona la flotabilidad y una segunda configuración en la que se puede acceder al interior del tubo I flotante (202) en el extremo superior y el tubo I flotante (202) no es hermético en dicho extremo superior,
 la caja de empalmes está dispuesta en el extremo superior del tubo I flotante (202) y solo es accesible en la
 15 segunda configuración,
 - cuando la caja de empalmes está acoplada al dispositivo de energía de alta mar y la boya (202) está en la segunda configuración, se puede completar un circuito eléctrico con al menos dos cables (704) a través del dispositivo de energía de alta mar y mediante del conmutador, y
 cuando la caja de empalmes se desconecta del dispositivo de energía de alta mar y la boya (202) está en la primera
 20 configuración y se despliega desde el dispositivo de energía de alta mar, el aire retenido en el extremo superior del tubo I flotante (202) proporciona la fuente primaria de flotabilidad al sistema de conector flotante.
2. El sistema de conector flotante de la reivindicación 1, que comprende además un pasacabo de elevación (602) dispuesto en la parte superior del tubo I flotante (202), el pasacabo de elevación (202) proporciona un punto de
 25 unión al que puede unirse un cabrestante a fin de levantar el sistema de conector flotante.
3. El sistema de conector flotante de la reivindicación 1, donde, cuando está en la primera configuración, la caja de empalmes (506) está dispuesta en una bahía cerrada (604), con esta última (604) alojando la caja de empalmes (506) y los al menos dos cables (704), y sellando el extremo superior del tubo I flotante (202).
 30
4. El sistema de conector flotante de la reivindicación 3, donde, cuando la caja de empalmes (506) se desconecta del dispositivo de energía de alta mar y la boya (202) se despliega desde el dispositivo de energía de alta mar, la bahía cerrada (604) contiene aire presurizado que proporciona flotabilidad al sistema de conector flotante.
- 35 5. El sistema de conector flotante de la reivindicación 4, donde la bahía cerrada (604) contiene aire presurizado a un nivel tal que el sistema de conector flotante está completamente sumergido y flotando en una posición de equilibrio intermedio en una columna de agua.
6. El sistema de conector flotante de la reivindicación 1, que comprende además una o más bocas
 40 acampanadas (608) dispuestas en el fondo del tubo (606), la boca acampanada proporciona un punto de unión para un rigidizador de flexión (610).
7. El sistema de conector flotante de la reivindicación 6, donde el rigidizador de flexión (610) se extiende desde una o más bocas acampanadas (608) en la parte inferior del tubo (606) y proporciona rigidez a una sección de
 45 cada uno de los al menos dos cables (704) cubierta por los rigidizadores de flexión (610).
8. El sistema de conector flotante de la reivindicación 1, donde cuando los al menos dos cables (704) están conectados eléctricamente al conmutador del dispositivo de energía de alta mar, la energía generada por el dispositivo convertidor de energía de alta mar es transmisible desde el dispositivo convertidor de energía de alta mar a los al
 50 menos dos cables (704).
9. El sistema de conector flotante de la reivindicación 1, donde al menos uno de los al menos dos cables (704) está conectado eléctricamente a un cable de tierra, donde el cable de tierra transmite energía generada por el dispositivo convertidor de energía de alta mar a la tierra.
 55
10. El sistema de conector flotante de la reivindicación 1, donde la boya (202) incluye un flotador adicional (802) para proporcionar flotabilidad adicional.
11. El sistema de conector flotante de la reivindicación 1, donde cuando la caja de empalmes (506) se
 60 desacopla del dispositivo de energía de alta mar y los al menos dos cables (704) se desconectan del conmutador, se puede completar un circuito eléctrico conectando entre sí cualquier par de los al menos dos cables (704).

12. El sistema de conector flotante de la reivindicación 1, donde el dispositivo convertidor de energía de alta mar, al que está acoplado el sistema de conector flotante, está conectado a una o más líneas de amarre para garantizar el mantenimiento de la estación.

5 13. Un procedimiento para instalar un sistema de conector flotante según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, siendo que el procedimiento comprende:
recoger los dos extremos de cable de una sección previamente colocada de una serie de cables (704) de un fondo marino;
y conectar los dos extremos del cable (704) dentro del sistema de conector flotante.

10

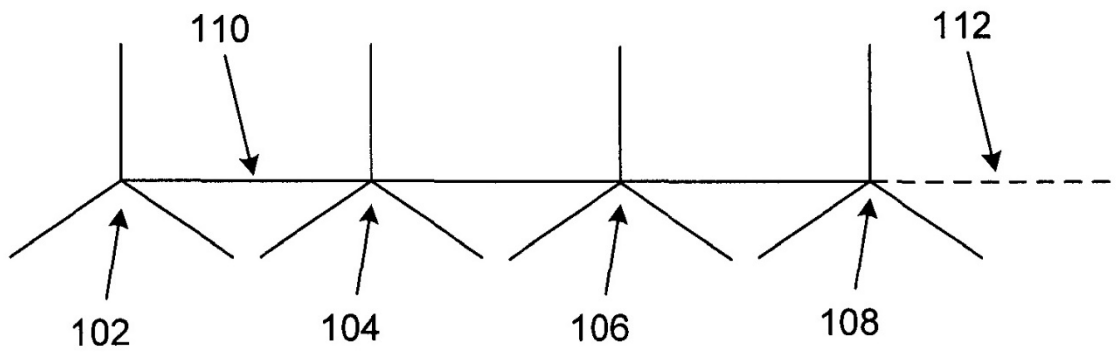


Fig. 1a

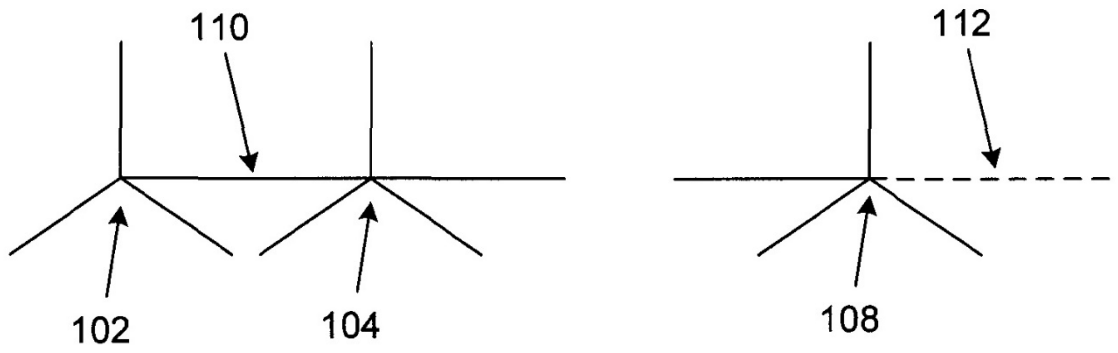


Fig. 1b

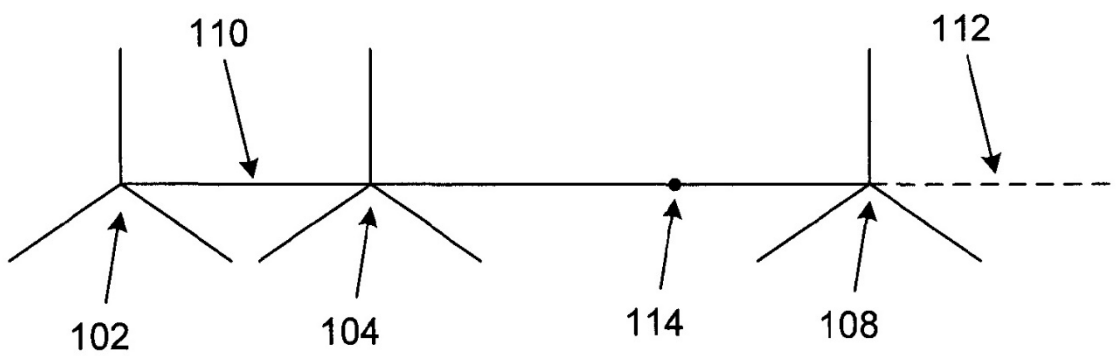


Fig. 1c

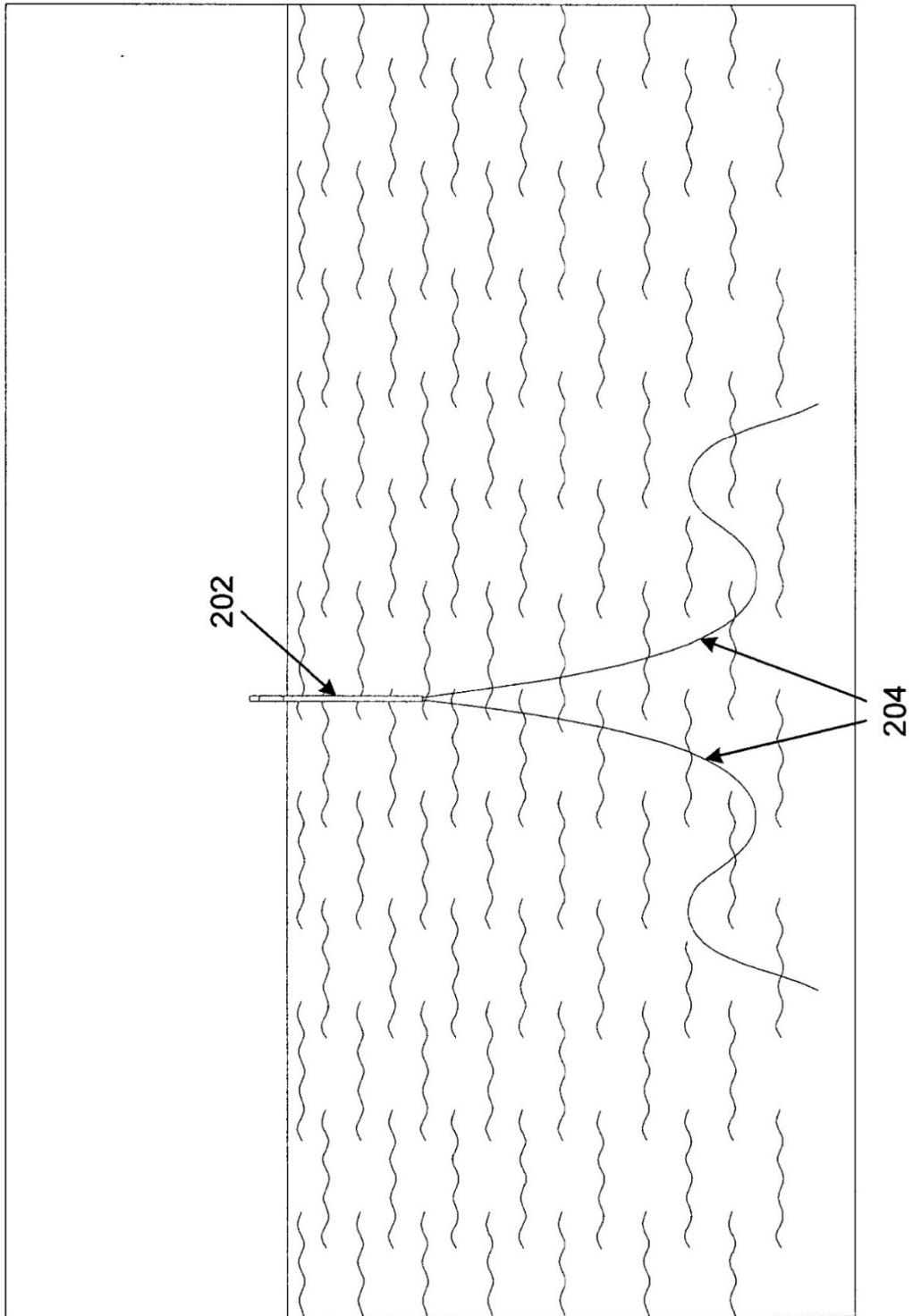


Fig. 2

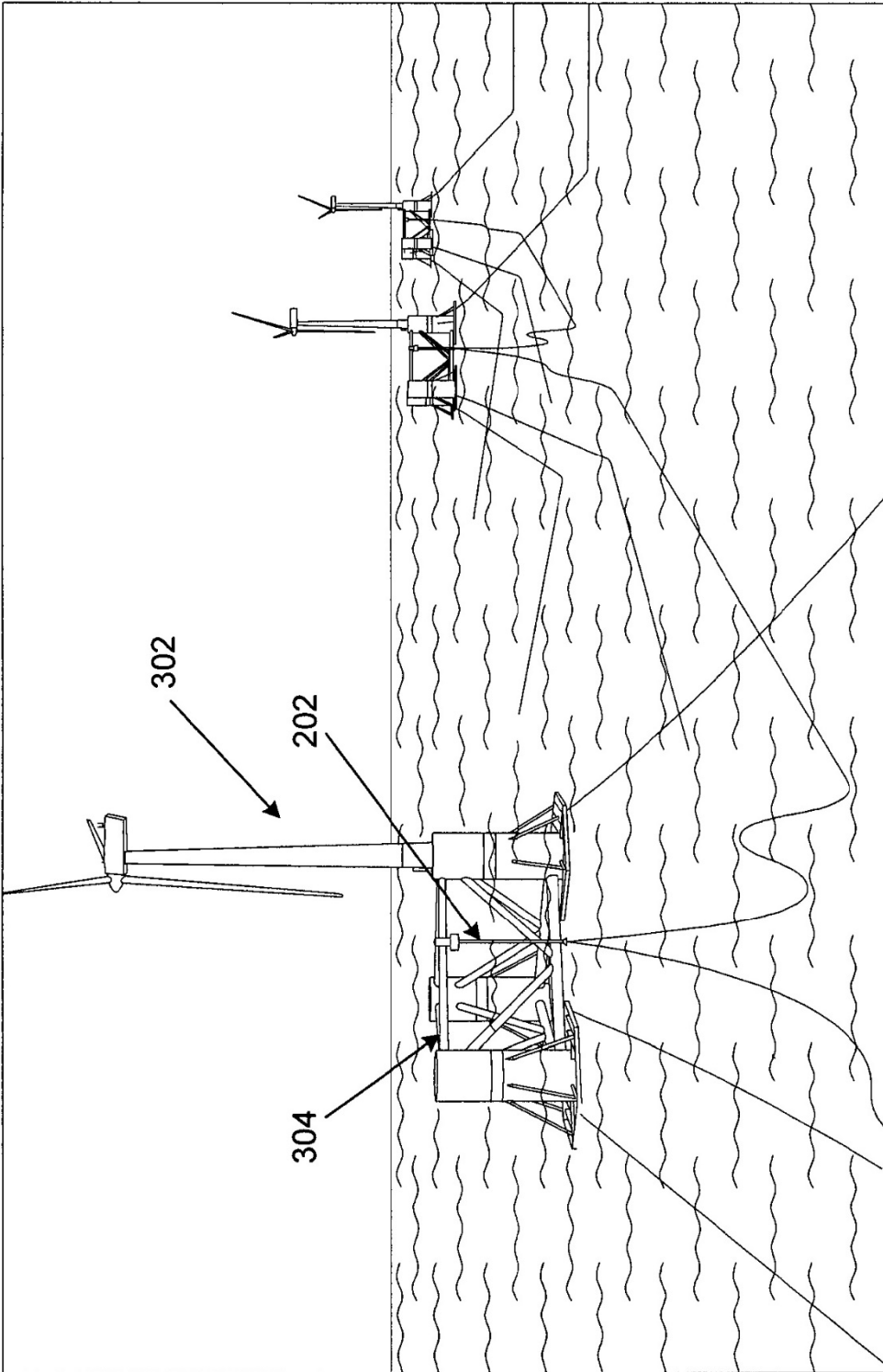


Fig. 3

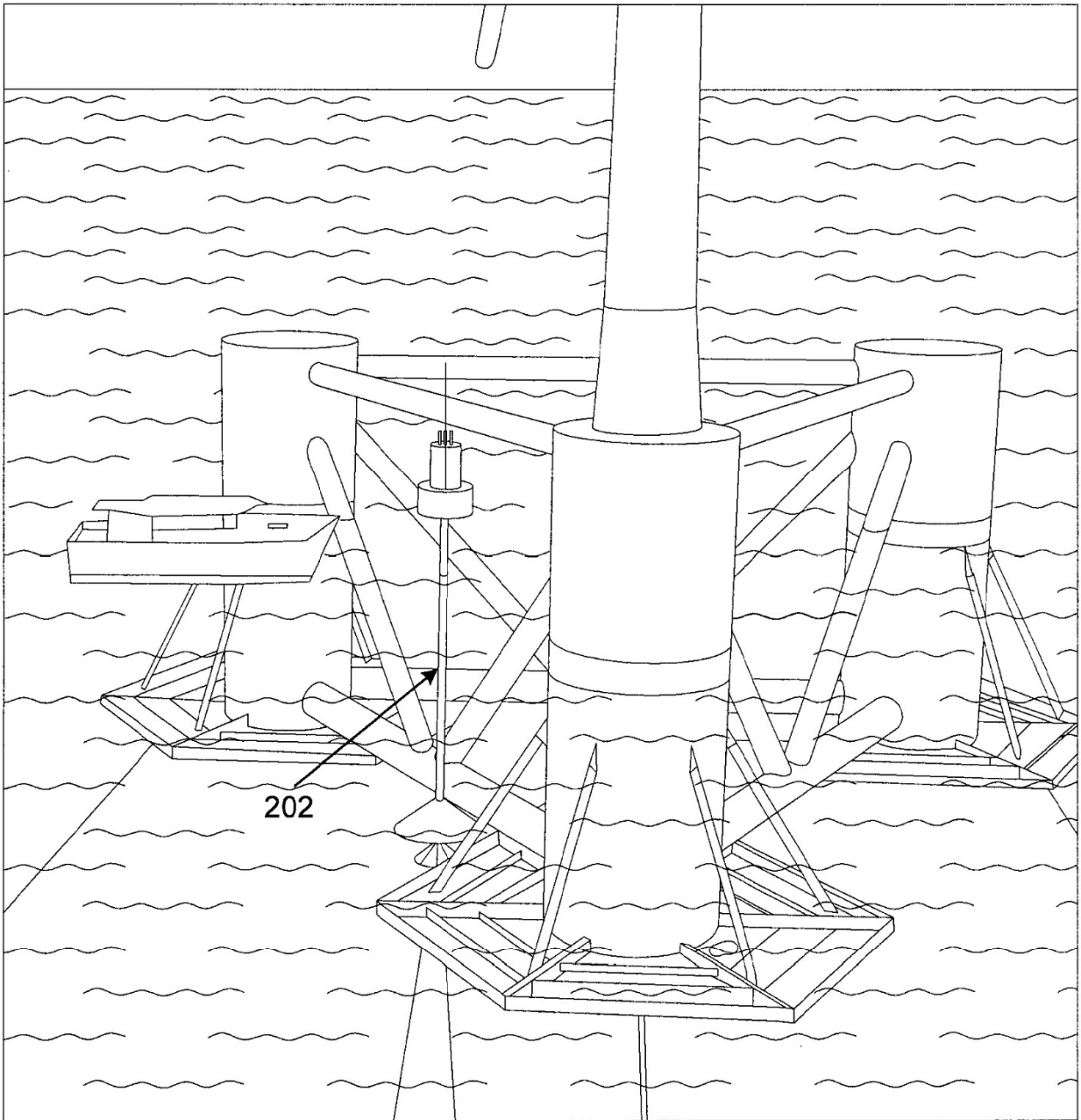


Fig. 4a

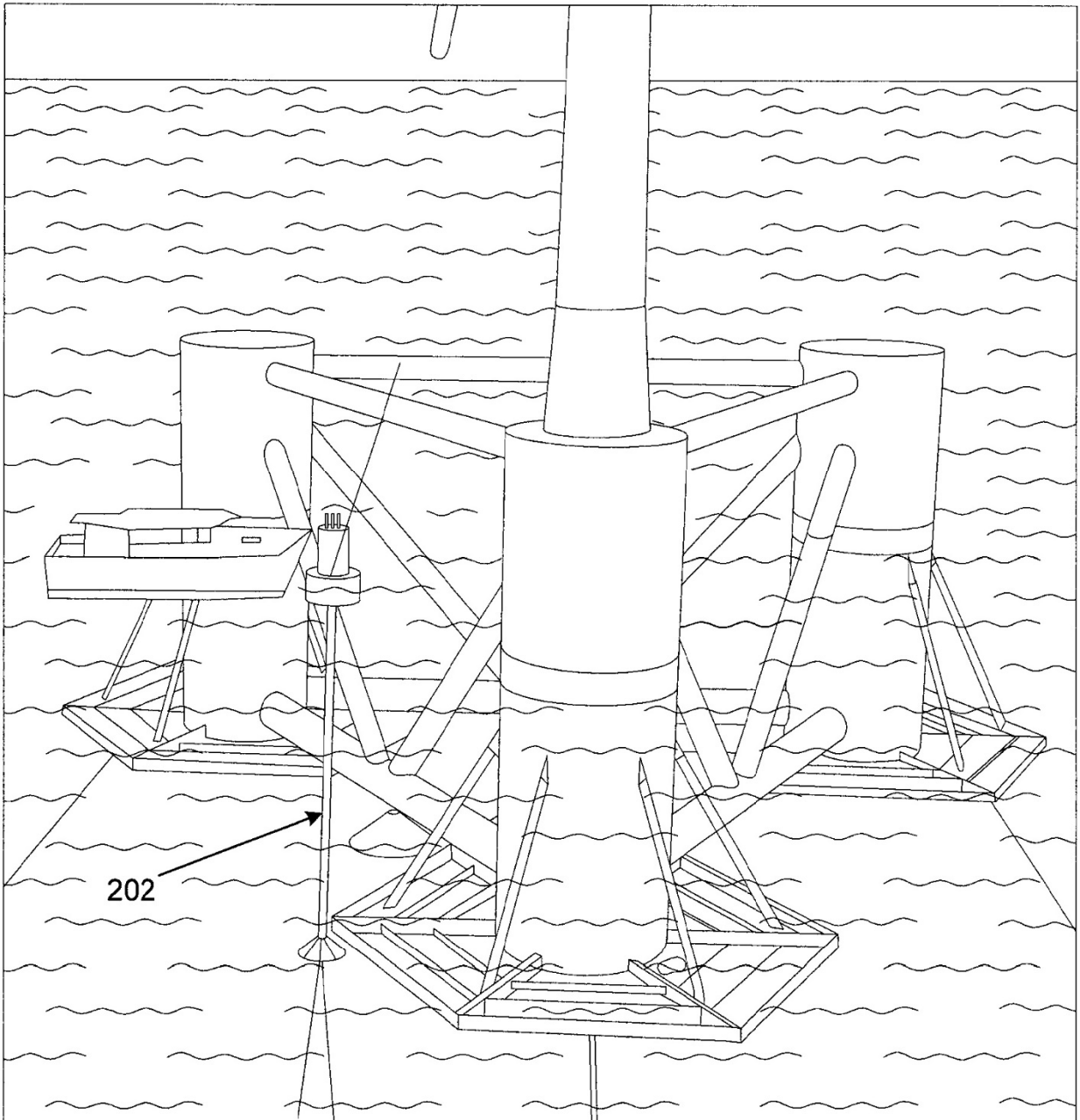


Fig. 4b

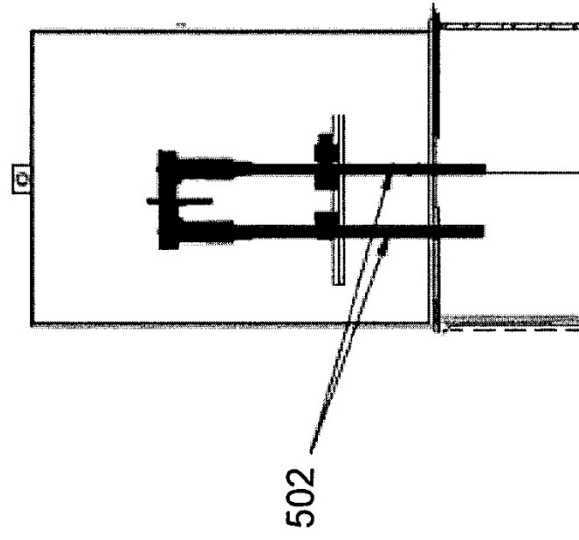


Fig. 5b

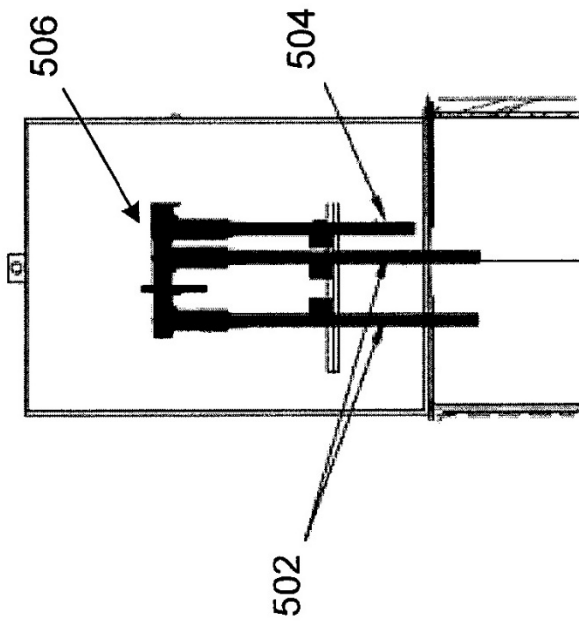


Fig. 5a

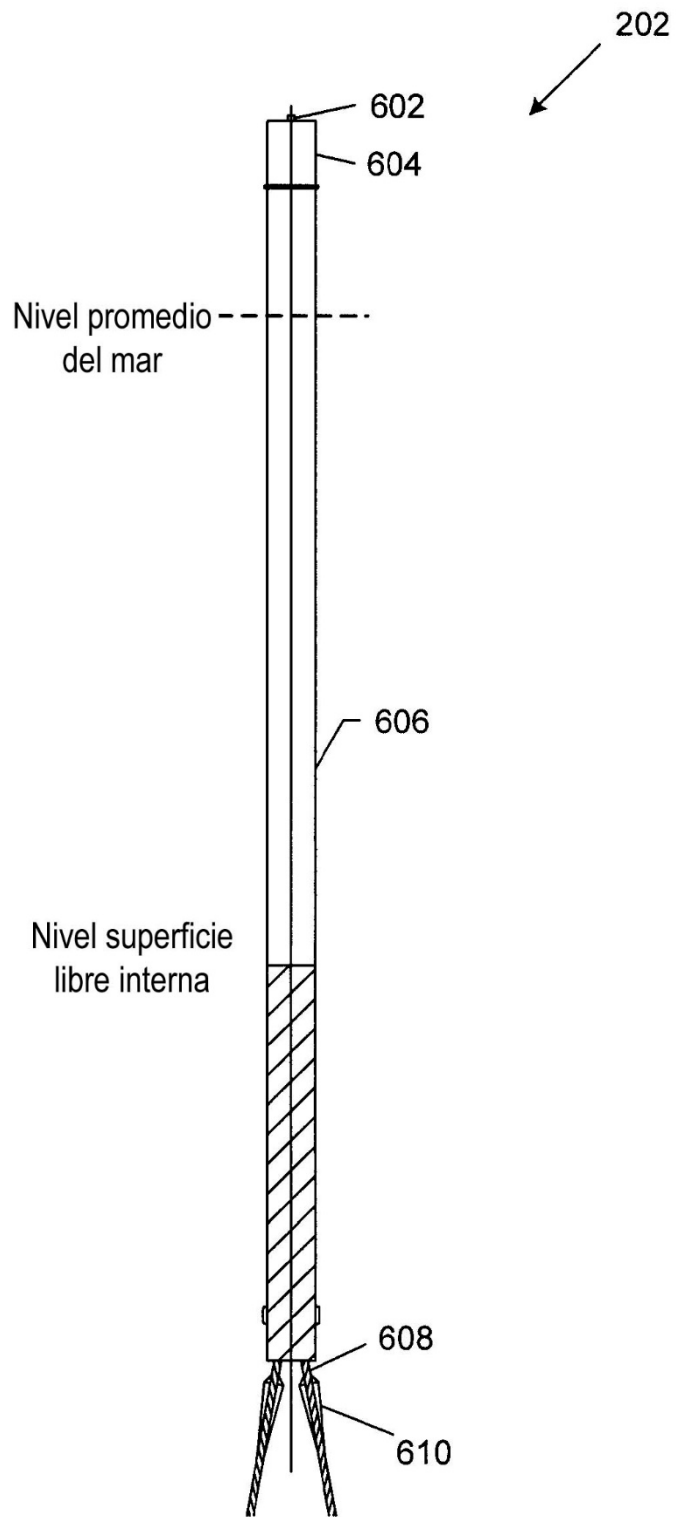


Fig. 6

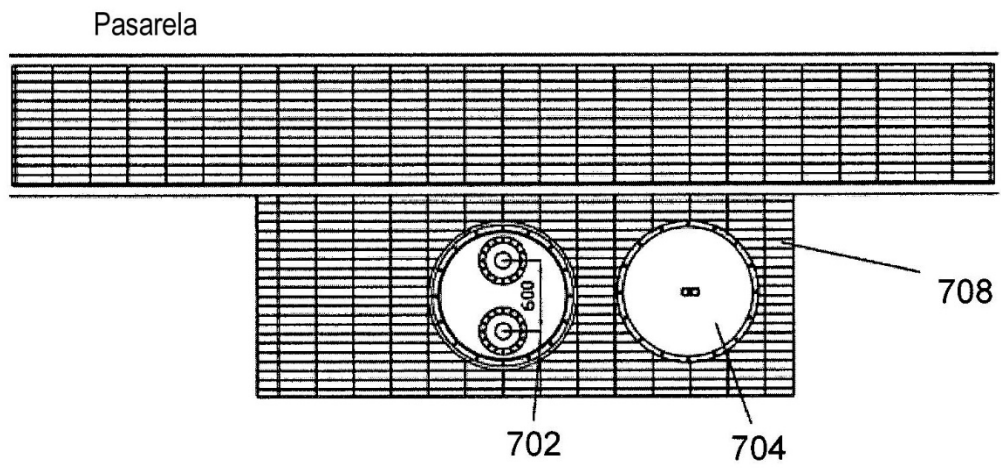
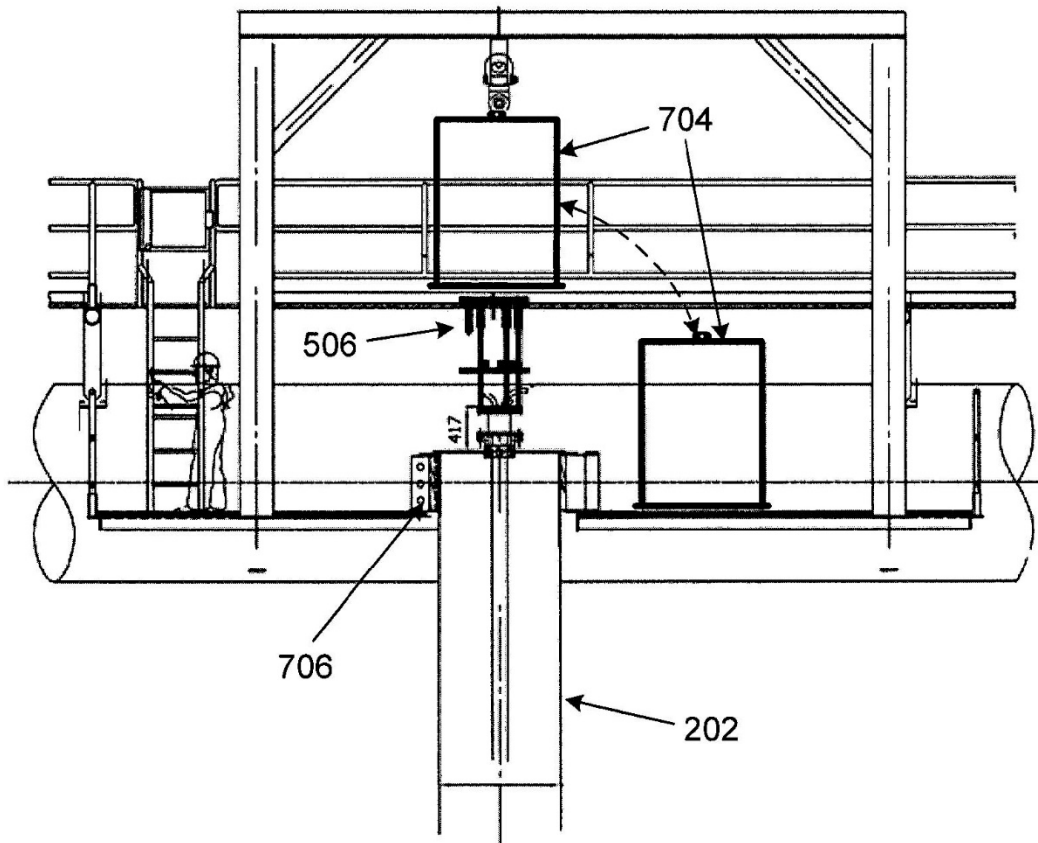


Fig. 7

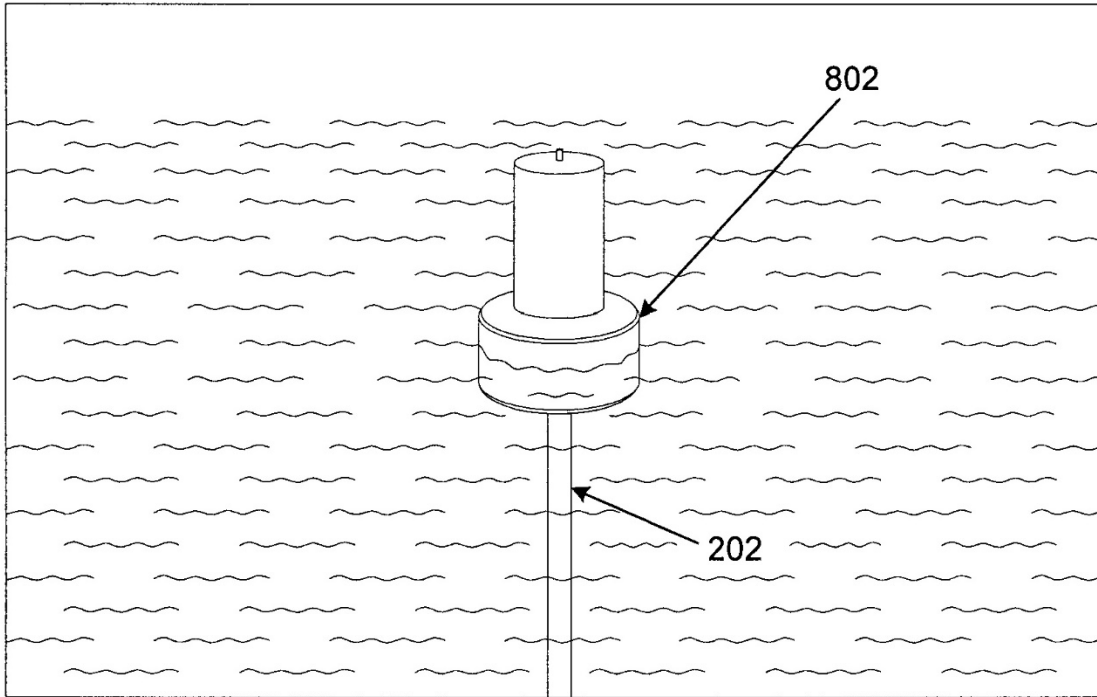


Fig. 8a

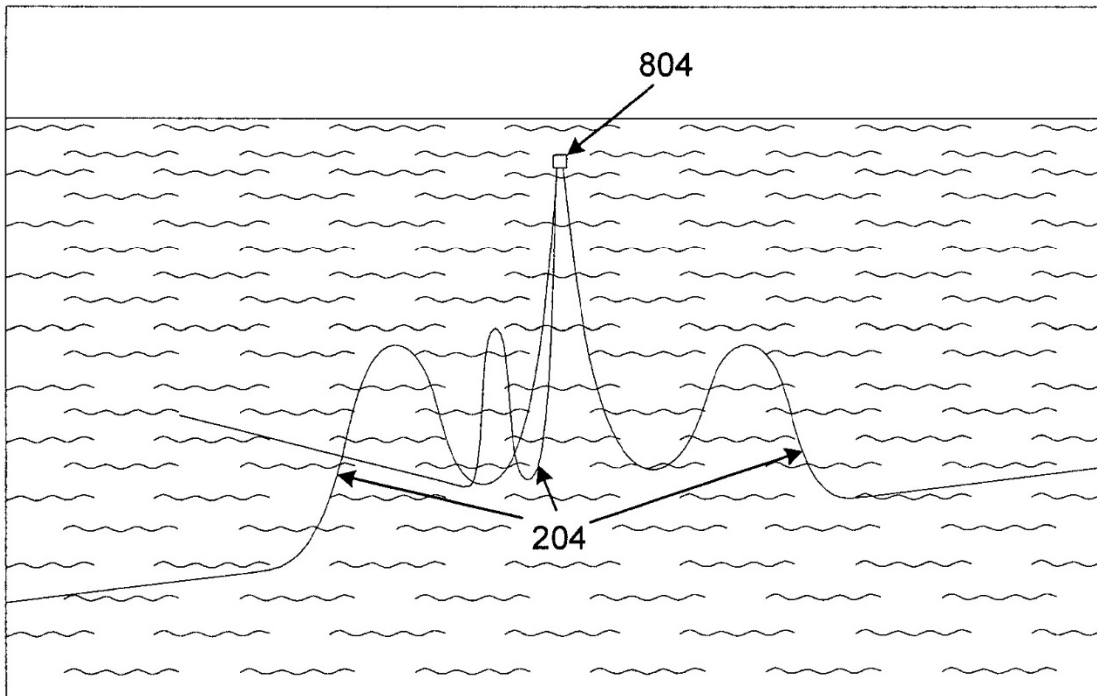


Fig. 8b

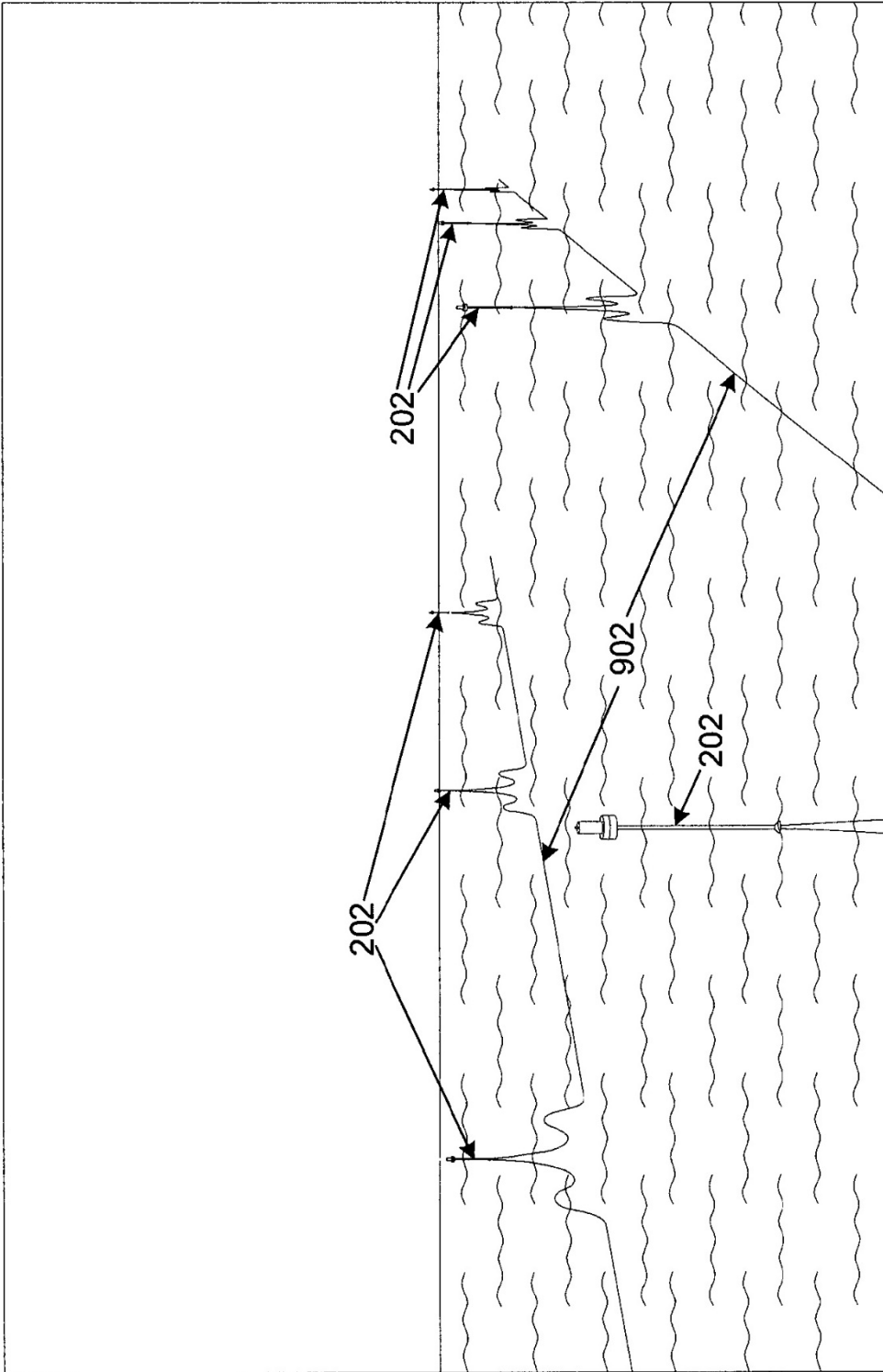


Fig. 9

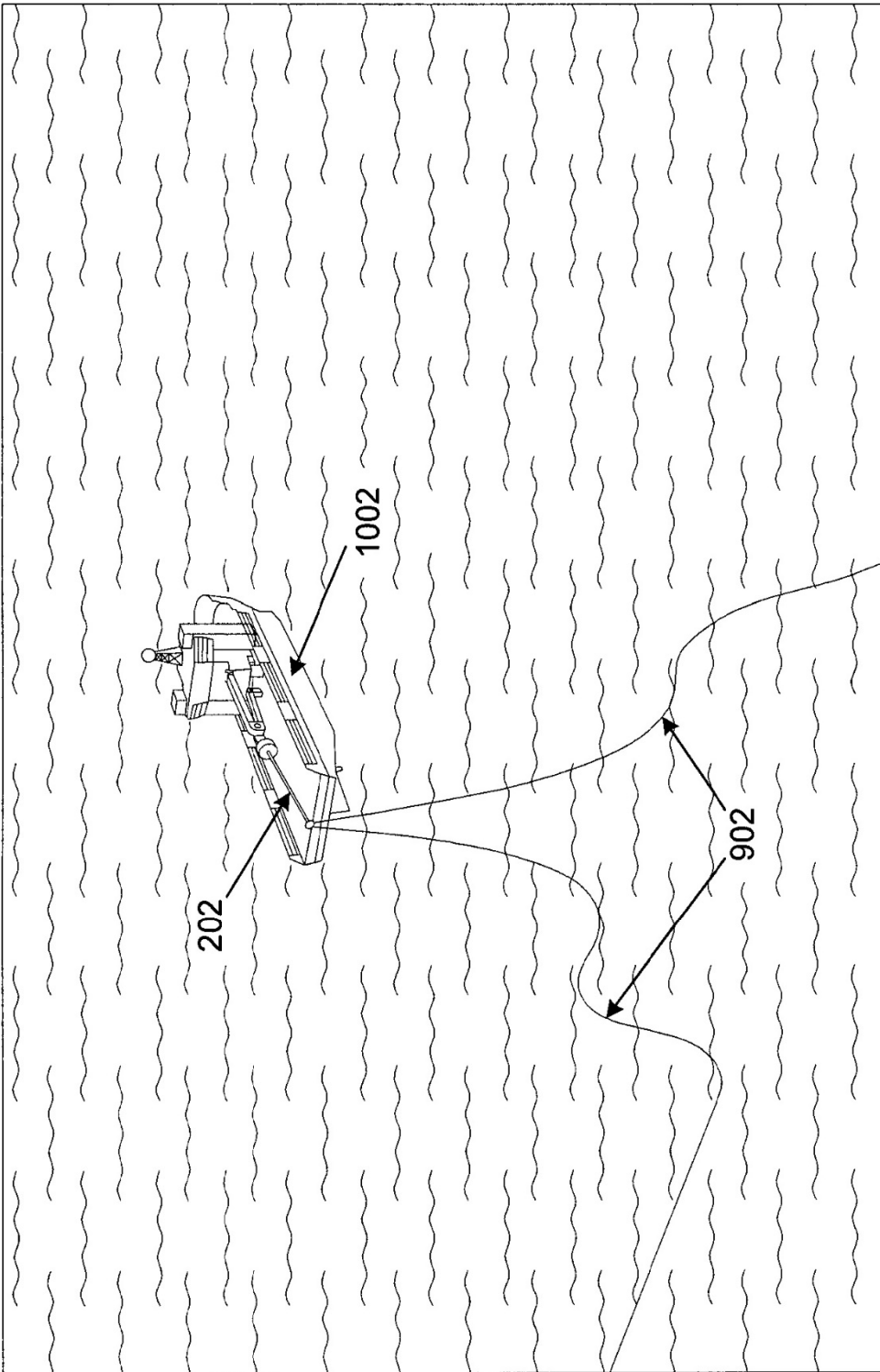


Fig. 10

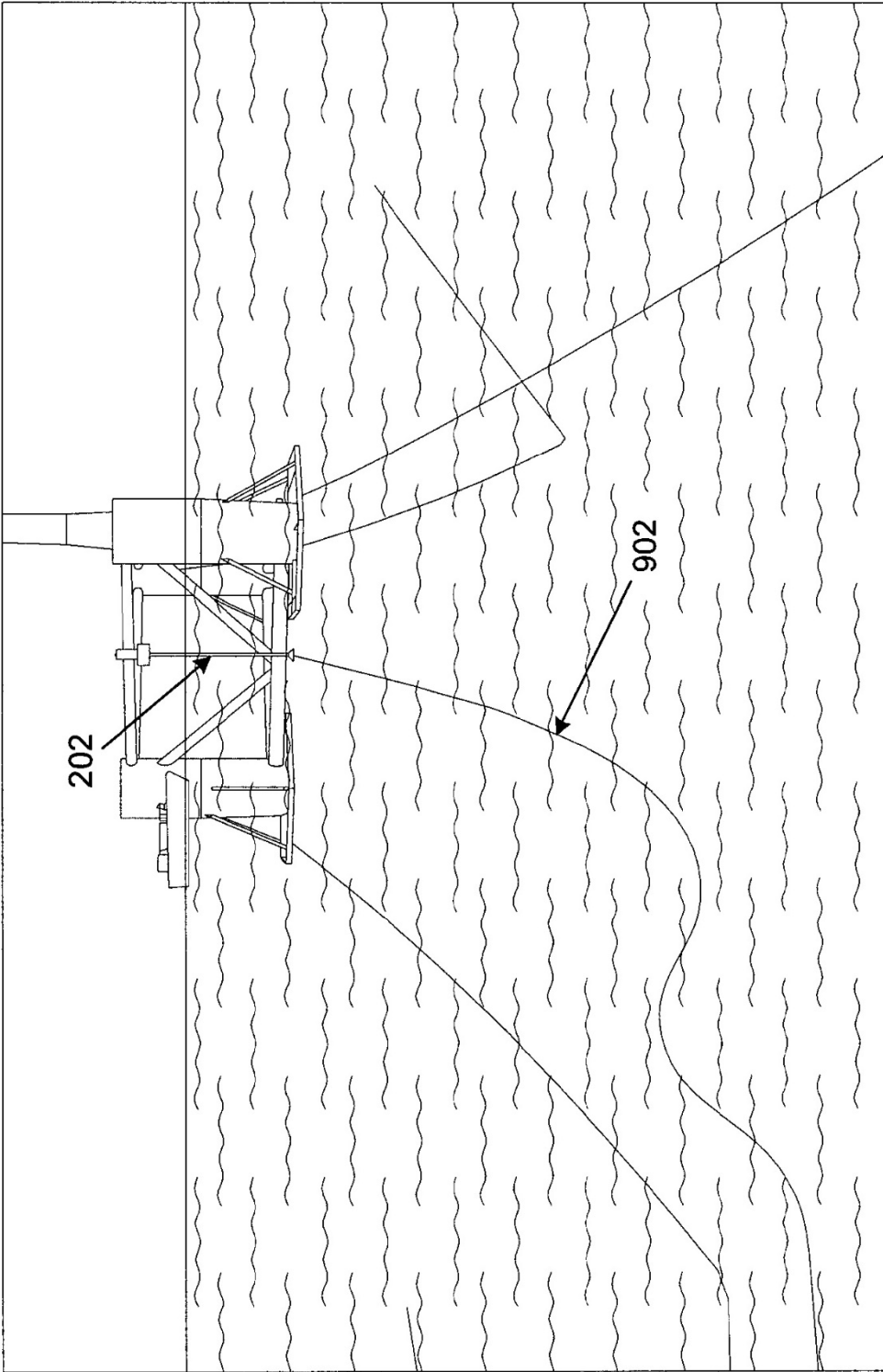


Fig. 11

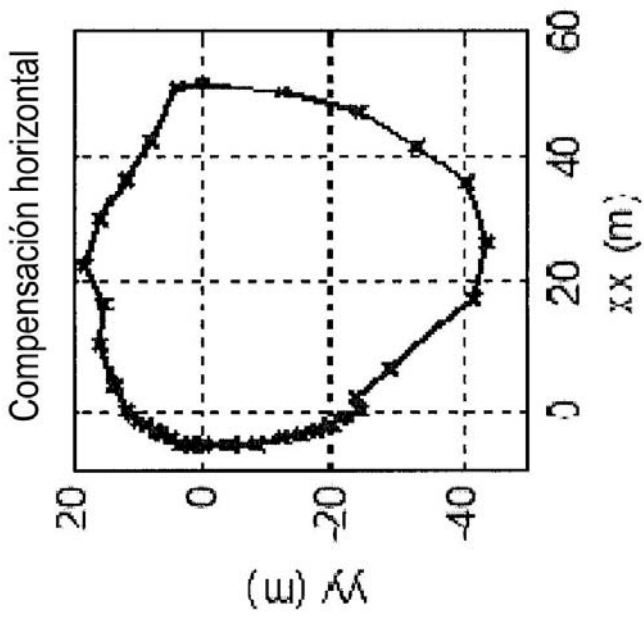
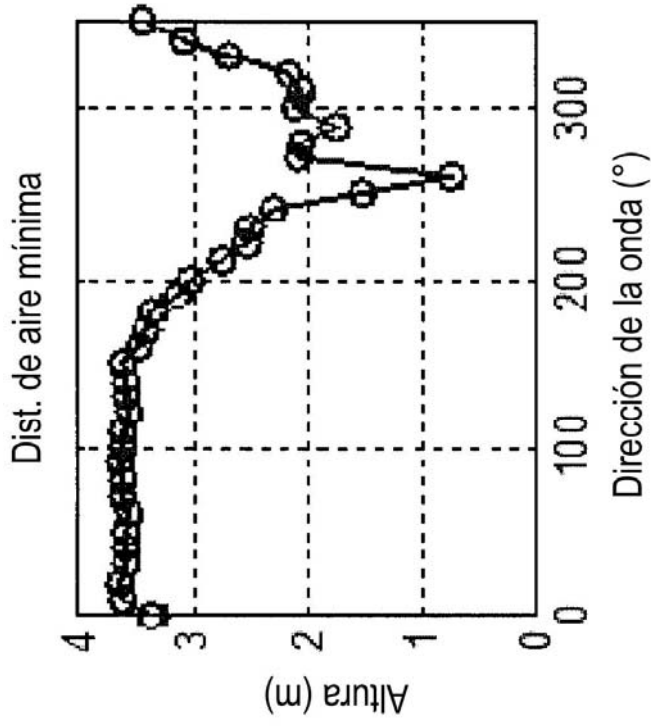


Fig. 12