

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 819 423**

51 Int. Cl.:

**B63B 35/04** (2006.01)  
**H02G 1/10** (2006.01)  
**G01V 1/38** (2006.01)  
**F03D 9/00** (2006.01)  
**E02F 5/10** (2006.01)  
**B63G 8/00** (2006.01)  
**F03D 80/80** (2006.01)  
**F03D 13/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.06.2016** **E 16382274 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020** **EP 3257738**

54 Título: **Método para instalar un cable submarino**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**16.04.2021**

73 Titular/es:

**FUNDACIÓN TECNALIA RESEARCH &  
INNOVATION (100.0%)  
Parque Científico y Tecnológico de Bizkaia, C/  
Geldo, Edificio 700  
48160 Derio - Bizkaia, ES**

72 Inventor/es:

**BERQUE, JOANNES;  
RICO RUBIO, ANTONIO;  
SELLNER, JAN;  
DEL POZO MARTÍN, ALBERTO y  
VILLATE MARTÍNEZ, JOSÉ LUIS**

**ES 2 819 423 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

Método para instalar un cable submarino

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere al campo de la instalación de cables submarinos. En particular, la invención se refiere a un conjunto y a un método para instalar un cable submarino.

10 **Estado de la técnica**

La excavación de zanjas y/o el tendido de cables pueden convertirse en tareas abrumadoras cuando se realizan bajo el agua. La instalación de cables submarinos es notablemente complicada debido a que requiere que buzos y/o máquinas cavén una zanja, coloquen los cables y los entierren a una profundidad que puede variar desde unos pocos metros hasta varios cientos de metros, o incluso unos pocos kilómetros (por ejemplo, en mar abierto). A estas profundidades, la presión es varias veces mayor que a nivel de superficie, y las condiciones de visibilidad pueden ser bajas o inexistentes, complicando de este modo cualquier operación realizada bajo el agua.

Además, aunque el cable pueda enterrarse en el fondo marino, instalar cables submarinos también requiere que algunas tareas se realicen fuera del agua (a nivel de superficie, por ejemplo), como la conexión del cable a otros cables o conectores. Por lo tanto, los extremos del cable deben llevarse hasta la superficie con el fin de realizar dicha conexión, que puede no ser simple tampoco.

La instalación de un cable submarino puede no limitarse a la primera vez que se despliega el cable cuando se construye una nueva instalación en alta mar. En particular, los cables submarinos son propensos a fallar o romperse debido a las severas condiciones a las que están expuestos, como, por ejemplo, la gran presión mencionada anteriormente, corrientes marinas, erosión, etc. Por lo tanto, puede ser necesario reemplazar los cables con frecuencia. Retrasar el reemplazo de un cable roto puede provocar cortes de alimentación prolongados, pérdida de comunicaciones y pérdida de ingresos económicos.

Se han realizado esfuerzos en la técnica anterior para desarrollar técnicas para la instalación de cables en entornos bastante inaccesibles como el mar.

La publicación internacional número WO 2012/007790 A1 desvela un sistema para la instalación submarina de cables con un vehículo de excavación de zanjas que está conectado a una embarcación de superficie por medio de un umbilical. El vehículo de excavación de zanjas incluye una polea y un recipiente en el que se almacena el cable. El cable almacenado se coloca, a través de la polea, en la zanja excavada por un dispositivo de excavación mientras el vehículo se mueve. La tripulación a bordo de la embarcación opera el vehículo a través del umbilical; el cable umbilical provee de alimentación eléctrica al vehículo y un enlace de telemetría operable por la tripulación.

La patente de Estados Unidos número 3.434.297 A se refiere a una máquina enterradora de cables oceánicos con un sistema para recoger un cable y colocarlo en una zanja. La máquina comprende un brazo que puede detectar la posición del cable en el fondo marino, unos medios de movimiento en forma de dos tractores, y luces y una cámara para monitorizar su funcionamiento. La máquina está acoplada a un barco con un cable que proporciona alimentación eléctrica y telemetría, lo que la hace operativa.

Ambas referencias de la técnica anterior desvelan el uso de una embarcación de superficie que proporciona energía eléctrica (a través de un umbilical) a la máquina o vehículo de manera que pueda realizar las tareas de excavación e introducción del cable en una zanja.

La necesidad de una embarcación de superficie restringe la instalación de cables submarinos a aquellos periodos en los que la embarcación está disponible (un número muy limitado de embarcaciones puede realizar la instalación de cables submarinos), y cuando tanto el clima como el estado del mar son favorables. Cuando los cables submarinos interconectan turbinas de un parque eólico en alta mar o convertidores de energía undimotriz, la fuerza del viento y las olas puede impedir la operación de una embarcación. O incluso si la embarcación puede soportar estas condiciones, las tareas que es necesario realizar conllevan un alto nivel de riesgo para la tripulación, especialmente para los buzos. Por lo tanto, la instalación y/o reemplazo de cables submarinos puede no ser posible durante largos periodos de tiempo.

Además, el uso de embarcaciones y su tripulación es caro, y si bien los costes de las turbinas eólicas o de los convertidores de energía undimotriz disminuyen progresivamente gracias al desarrollo de componentes nuevos y rentables, el coste de toda la instalación del cable no lo hace, debido principalmente a la excavación de zanjas y el tendido de cables, y debido específicamente a la necesidad de embarcaciones.

La patente de Estados Unidos número 6425708 B1 describe un método para tender cables desde una planta de energía eólica en alta mar a otra planta de energía eólica en alta mar en el que las plantas de energía se transportan

a la localización de instalación en alta mar junto con su cable.

La publicación internacional número WO 2016/064280 A1 desvela un método de levantamiento sísmico por medio de nodos sísmicos autónomos en un fondo marino.

5 La publicación internacional número WO 2014/125334 A1 desvela un método para instalar un conjunto de conexión acoplable en húmedo, en particular, conectando una caja estanca con cables a una caja sumergida con cables.

10 La publicación internacional número WO 2015/034368 A1 describe un aparato para desplegar y recuperar nodos sísmicos bajo el agua.

La publicación de la solicitud de patente de Estados Unidos número 2013/0327534 A1 se refiere a sistemas y métodos para líneas umbilicales.

15 La patente de Estados Unidos número 4516880 A1 describe una máquina excavadora de zanjas para cavar una zanja debajo de una tubería que se encuentra en el suelo de una masa de agua.

20 Por lo tanto, se considera necesaria una innovación en el campo de la instalación de cables submarinos. En este sentido, sería ventajoso reducir la necesidad de buzos y embarcaciones de superficie cuya presencia depende en gran medida de las condiciones ambientales, es decir, el estado del mar, el viento, etc.

### Descripción de la invención

25 El aparato y el método para instalar un cable submarino desvelados en la presente invención pretenden resolver los problemas y deficiencias de las máquinas o vehículos de la técnica anterior para instalar cables bajo el agua.

Un primer aspecto de la invención no reivindicado se refiere a un conjunto para instalar un cable submarino, comprendiendo el conjunto:

30 un aparato sumergible que comprende una cubierta, al menos un conector y unos medios de movimiento; y un portacables sumergible que comprende un cable submarino a instalar, pudiendo el cable submarino conectarse al aparato sumergible a través del al menos un conector para la transmisión de alimentación eléctrica y/o datos al aparato sumergible, y estando el portacables sumergible configurado para cargarse en y descargarse de la cubierta;

35 estando el conjunto configurado para instalar el cable submarino mientras que el aparato sumergible se alimenta eléctricamente a través del cable submarino.

40 El conjunto puede instalar cables submarinos que, por ejemplo, se usen para transportar energía eléctrica y/o datos. Los cables pueden, por ejemplo, interconectar turbinas eólicas de un parque eólico, conectar turbinas eólicas a una subestación de un parque eólico, conectar convertidores de energía undimotriz a una subestación, etc., y especialmente en (pero sin limitarse a) localizaciones en alta mar, es decir, localizaciones en las que los cables van a colocarse en el mar (por ejemplo, en el lecho marino o en una zanja en el lecho marino).

45 En este sentido, en el contexto de la presente invención, instalar un cable submarino hace referencia a colocar un cable en el lecho marino o en una zanja en el lecho marino. Además, en algunas realizaciones, instalar un cable submarino hace referencia a tender dicho cable y conectar uno o cada uno de los dos extremos del cable submarino a conectores o enchufes de otros cables o instalaciones como, por ejemplo, cualquiera de los enumerados anteriormente. Un cable submarino se considera un cable que puede transportar alimentación eléctrica y/o datos y que es adecuado para entornos bajo el agua, es decir, el cable puede colocarse parcial o completamente bajo el agua;

50 dichos cables pueden diferir de los cables que, en general, se usan fuera del agua en que pueden soportar altas presiones y tensiones, erosión y otros fenómenos adversos que se producen a menudo en el mar.

55 En aquellos casos en los que el conjunto instala un cable submarino para transportar energía eléctrica o alimentación eléctrica, el aparato sumergible del conjunto puede alimentarse ventajosamente por sí mismo a través del cable durante su instalación. Esto significa que el aparato sumergible obtiene alimentación eléctrica a través del cable mientras está tendiendo dicho cable en el mar, especialmente en el lecho marino o en una zanja. Con este fin, el aparato sumergible comprende un conector conectable a dicho cable de manera que el aparato pueda alimentarse a través del cable. En algunas realizaciones, el aparato también puede monitorizarse y/o controlarse a través de dicho cable submarino. Preferentemente, el conector es un conector de acoplamiento en húmedo.

60 Por lo tanto, no es necesario un suministro externo adicional de alimentación para energizar el aparato sumergible, tal como, por ejemplo, a través de un cable umbilical separado conectado a una embarcación de superficie que requiere una tripulación y condiciones meteorológicas adecuadas para el funcionamiento seguro y correcto de la embarcación que proporciona las mismas. Por lo tanto, en las realizaciones preferidas, el primer extremo del cable submarino está

65 conectado a una fuente de alimentación de una instalación de manera que la alimentación eléctrica y/o los datos puedan suministrarse al aparato sumergible tras la conexión de un segundo extremo del cable submarino al conector

del aparato sumergible.

Como la longitud total de los cables usados para el cableado de una agrupación de turbinas eólicas puede ser del orden de varios kilómetros, pueden colocarse varios carretes de cables en el mar, en toda la agrupación, de manera que el aparato sumergible pueda instalar el cable de cada uno de estos carretes con el fin de interconectar las turbinas eólicas. Con este fin, el aparato sumergible comprende una cubierta configurada para soportar la carga de un portacables sumergible que, a su vez, puede cargarse con un carrete de cable. Cuando el portacables sumergible (que comprende el cable) del conjunto está montado en la cubierta, el aparato sumergible puede instalar el cable sujeto en el mismo.

El aparato sumergible puede, progresivamente, cargar un portacables sumergible en la cubierta, tender el cable submarino correspondiente y, en algunas realizaciones, incluso conectarlo a otros cables o instalaciones, y descargar el portacables una vez que se ha tendido el cable. A continuación, el aparato sumergible podría repetir el proceso tantas veces como sea necesario para instalar todos los cables.

El conjunto puede moverse en el mar debido a los medios de movimiento del aparato sumergible. Los medios de movimiento comprenden una pluralidad de orugas que proporcionan suficiente agarre y maniobrabilidad al aparato sumergible de manera que pueda adaptarse a la superficie (por ejemplo, lecho marino, terreno, etc.) sobre la que se tenderá el cable independientemente de las irregularidades de la superficie.

En algunas realizaciones, el aparato sumergible comprende además un medio de propulsión para moverse cuando el aparato (y el conjunto) flota en la columna de agua, y también en la superficie del mar. Por lo tanto, tanto el aparato como el conjunto pueden moverse de manera controlada incluso cuando no están en contacto con una superficie.

El aparato sumergible también comprende unos medios de flotación que pueden contrarrestar el peso del portacables y el cable retenido en el mismo. En las realizaciones preferidas, la capacidad de flotación de dichos medios puede ajustarse, lo que permite variar la posición vertical del aparato y el conjunto y cambiar el peso del aparato y el conjunto en el lecho marino.

Los medios de flotación pueden operarse con instrucciones transmitidas por operarios que pueden corresponder a aumentar o disminuir la capacidad de flotación (es decir, la flotabilidad) con el fin de variar la profundidad del aparato sumergible y, de esta manera, moverlo verticalmente hasta que toque el suelo marino o hasta que salga a la superficie. Además, ajustando la flotabilidad de los medios de flotación, puede ajustarse y/o estabilizarse la posición y/o la orientación del aparato.

En las realizaciones preferidas de la invención, el aparato sumergible está configurado además para transmitir y recibir datos a través del cable submarino.

Los operarios pueden incluir instrucciones de funcionamiento en los datos que se transmitirán a través del cable con el fin de controlar de forma remota el aparato sumergible. El aparato comprende una unidad de procesamiento que, tras recibir las instrucciones de funcionamiento, podrá actuar sobre los componentes correspondientes de manera que realicen las instrucciones de funcionamiento.

Por lo tanto, en estas realizaciones, cuando el cable está conectado al conector, puede tanto suministrar alimentación eléctrica como comunicar datos a y desde el aparato sumergible. En este sentido, el aparato puede transmitir información sobre su funcionamiento de manera que pueda monitorizarse, por ejemplo, puede informar del estado de sus componentes, datos de sensor recopilados por los sensores del aparato, etc.

Un cable para el transporte de energía eléctrica también incluye normalmente fibras ópticas para la transmisión de datos, pudiendo el mismo cable, por lo tanto, usarse también para transmitir y recibir datos.

En algunas realizaciones, el aparato sumergible comprende además unos medios para cavar una zanja. En estas realizaciones, el aparato sumergible está configurado para cavar una zanja en el lecho marino y tender el cable en la zanja.

En las realizaciones preferidas de la invención, el aparato sumergible comprende además al menos una batería. En estas realizaciones, el aparato sumergible está configurado además para obtener alimentación eléctrica de la al menos una batería.

La autonomía energética del aparato sumergible se hace posible con la adición de una o más baterías, de manera que el aparato pueda obtener selectivamente alimentación eléctrica a través del cable que está instalando o de la batería o baterías. En general, el aparato sumergible obtiene alimentación a través del cable durante su instalación, y cambia a la al menos una batería cuando no está instalando ningún cable, por ejemplo, cuando vuelve a la subestación con el fin de recogerse, o cuando está listo para cargar otro portacables. El aparato sumergible puede cambiar a la al menos una batería para recibir alimentación eléctrica cuando el conjunto debe conectar el cable a instalar a otro cable o instalación.

- Aunque la capacidad de la al menos una batería pueda ser limitada para las tareas que deberá realizar el conjunto, las acciones que demandan más alimentación se realizan cuando la alimentación se obtiene a través del cable que se tiende sobre el lecho marino. Además, mientras el aparato sumergible se alimenta a través del cable, la alimentación eléctrica también puede recargar la al menos una batería de manera que pueda durar lo suficiente como para permitir que el aparato sumergible descargue un portacables sumergible, moverse hacia otro portacables sumergible, cargarlo y, por lo tanto, tender varios cables. La al menos una batería puede incluirse dentro de un compartimento estanco del aparato de manera que el agua no lo dañe.
- 5
- 10 Antes y después del tendido de cables, la tripulación de una embarcación puede remolcar el conjunto o el aparato sumergible y, además, bajarlo, elevarlo y/o cargar/descargar un portacables en/desde el aparato de manera que pueda instalar el cable submarino mientras se alimenta a través del cable.
- 15 En las realizaciones preferidas, el aparato sumergible comprende además unos medios para la transmisión y recepción inalámbrica de datos; el aparato sumergible está configurado además para transmitir y recibir datos a través de dichos medios. En algunas de estas realizaciones preferidas, los medios para la transmisión inalámbrica de datos comprenden una antena flotante y/o un hidrófono submarino.
- 20 La antena está sujeta a una boya de manera que, cuando el aparato sumergible está bajo el agua, la antena permanece fuera del agua debido a la capacidad de flotación de la boya. La antena, a continuación, puede capturar ondas electromagnéticas con el fin de recibir datos y/o irradiar ondas electromagnéticas sobre el agua con el fin de transmitir datos. Un elemento conductor alargado (por ejemplo, alambre, cable, etc.) conecta la antena al aparato. Es decir, dicho elemento conductor tiene un primer extremo conectado a la antena (en general, a través de un circuito tal como una red de adaptación) y un segundo extremo conectado al aparato.
- 25 El aparato sumergible puede comprender un sistema de transmisión y recepción inalámbrica submarina de datos, tal como un hidrófono (además o en lugar de la antena) configurado para detectar ondas de presión acústicas que se transmiten a través del agua. La unidad de procesamiento del aparato sumergible puede demodular la información en las ondas acústicas con el fin de recuperar datos tales como instrucciones de funcionamiento. Además, el aparato también puede emitir señales acústicas a través del hidrófono u otra fuente acústica, para transmitir datos relacionados con su funcionamiento y/o entorno. El sistema de transmisión y recepción inalámbrica submarina de datos puede usarse por el aparato sumergible para comunicarse con otros aparatos sumergibles.
- 30 El aparato sumergible del conjunto comprende además unos medios para manipular al menos uno de: el cable a instalar, otros cables, un conector de cable, accesorios de cables (tales como limitadores o reforzadores de curvatura) u obstáculos submarinos (tales como rocas o plantas). Los mismos medios también pueden usarse para eliminar obstáculos en la trayectoria del conjunto. Dichos medios comprenden un brazo con un primer extremo sujeto al aparato sumergible, y un segundo extremo que está provisto de un anillo, un agarre, mordazas, pinzas u otra herramienta que permita la manipulación de cables; la herramienta en dicho segundo extremo también puede permitir la manipulación de obstáculos tales como rocas en el lecho marino que pueden interferir con los movimientos del conjunto durante la instalación del cable. Los medios están configurados para sujetar, desenrollar y colocar el cable sujeto en un portacables sumergible de tal manera que pueda tenderse en el lecho marino o, en aquellas realizaciones en las que el aparato sumergible incluye medios para cavar una zanja, ponerlo en la zanja cavada.
- 35 Los medios para manipular el cable también pueden comprender componentes para controlar la tensión en el cable que se está instalando.
- 40 Además, en algunas realizaciones, los medios para manipular el cable pueden configurarse para conectar un extremo del cable a un conector, por ejemplo, el conector del aparato sumergible (es decir, mientras el aparato se alimenta por la al menos una batería). En estos casos, dicho extremo del cable está provisto de un enchufe que encaja en el conector.
- 45 En algunos casos, los medios para manipular el cable también pueden realizar la conexión entre el cable y un alambre de alimentación o portante de una turbina eólica o una subestación, por ejemplo. Una vez que los cables están conectados, y con la ayuda del alambre portante, operarios en la plataforma de trabajo de la turbina eólica, por ejemplo, pueden introducir el cable a instalar (por ejemplo, un cable entre agrupaciones) en un tubo (por ejemplo, un tubo en J, un tubo en I, etc.) de la turbina eólica y, por lo tanto, llegar a la parte de la turbina eólica que está localizada a una altura sobre la superficie del agua.
- 50 En algunos casos, los medios para manipular el cable también podrán estar equipados con herramientas específicas para la instalación de accesorios en el cable, tales como limitadores de curvatura, reforzadores de curvatura, etc. Además, los medios para manipular el cable pueden configurarse adicionalmente para realizar también la conexión entre cualquier cable y cualquiera del al menos un conector o enchufe del aparato sumergible. Puede conectarse un cable a uno del conector o enchufe del aparato, por ejemplo, para transmitir datos o alimentación a otros dispositivos mientras el aparato sumergible recibe alimentación y datos a través de otro cable. Los medios para manipular el cable pueden operar de manera autónoma, es decir, los medios manipulan el cable a instalar en función de la información
- 55
- 60
- 65

recibida desde los sensores proporcionados en el aparato sumergible. Los medios también pueden accionarse con instrucciones de funcionamiento transmitidas por los operarios; la unidad de procesamiento puede de este modo ajustar el funcionamiento de los medios para manipular el cable tras la recepción de instrucciones a través del cable, o el sistema de transmisión y recepción inalámbrica de datos (por ejemplo, antena, hidrófono, etc.).

5 En algunas realizaciones, el aparato sumergible no comprende medios de flotación. En estos casos, el conjunto se apoya en los medios de flotación incluidos dentro del tanque de flotación del portacables sumergible (cuando dicho portacables se carga en el aparato sumergible) con el fin de regular la profundidad y el peso en el agua. Además, cuando el portacables sumergible se carga en la cubierta del aparato sumergible, los medios de flotación del tanque  
10 de flotación pueden ajustarse para contrarrestar parte del peso del portacables y, de este modo, aliviar el peso total que debe soportar el aparato.

La capacidad de flotación de los medios de flotación puede ajustarse accionando sus bombas. Con este fin, las instrucciones de funcionamiento que en algunas realizaciones pueden transmitirse al aparato sumergible a través del cable que se instala, o a través de su sistema de transmisión y recepción inalámbrica de datos, pueden incluir ajustar la capacidad de flotación de los medios de flotación. El portacables sumergible incluye además al menos una batería para operar las bombas, una unidad de procesamiento, tal como un microcontrolador o un procesador, que ordena a las bombas que aumenten o disminuyan la capacidad de flotación tras la recepción de las instrucciones de funcionamiento a través del sistema de transmisión y recepción inalámbrica de datos y, en algunos casos, un sistema  
15 de transmisión y recepción inalámbrica de datos (por ejemplo, una antena flotante sobre el nivel del mar, un hidrófono submarino o cualquier otro sistema de transmisión inalámbrica submarina de datos). Además, el portacables puede comprender unos medios para conectar la al menos una batería a una fuente de alimentación con el fin de recargarla; en algunas realizaciones, el aparato sumergible comprende un enchufe para proporcionar alimentación eléctrica, por ejemplo, al portacables. Además, dichos medios para conectarse a una fuente de alimentación también pueden incluir capacidades de transmisión de datos, que pueden complementar o reemplazar el sistema de transmisión y recepción  
20 inalámbrica de datos.

Los medios de flotación pueden ajustar el nivel de inmersión del portacables sumergible de tal manera que todo el portacables pueda bajarse hasta que entre en contacto con el fondo marino o elevarse hasta que salga a la superficie. Cuando el portacables se monta en un aparato sumergible, los medios de flotación del portacables también pueden bajar y/o elevar el conjunto.  
30

El portacables sumergible, que puede cargarse en el aparato sumergible, comprende el cable a instalar. Dicho cable puede enrollarse en el tambor de tal manera que reduzca (o preferentemente anule) las vueltas, devanados y/o torceduras de torsión que puedan producirse durante el desenrollado y tendido del cable.  
35

Cuando un portacables está cerca de una instalación, tal como una turbina eólica o una subestación, puede bajarse desde la superficie del mar hasta que entre en contacto con el fondo marino o elevarse desde el fondo marino hasta que salga a la superficie por medio de un mecanismo de elevación, tal como un polipasto, un cabestrante o similar; pudiendo el mecanismo de elevación localizarse en la instalación (en la parte fuera del agua) y operarse por una persona.  
40

Preferentemente, antes de bajar el portacables sumergible hasta que llegue al fondo marino, el primer extremo del cable se conecta a la fuente de alimentación de la instalación de manera que pueda suministrarse alimentación eléctrica al aparato sumergible tras la conexión del segundo extremo al conector del aparato.  
45

En algunas realizaciones, el aparato sumergible comprende además un sistema de posicionamiento acústico para detectar balizas acústicas submarinas. El aparato sumergible puede detectar balizas acústicas submarinas colocadas previamente en el mar, por ejemplo, en toda la agrupación, de manera que pueda estimar su posición con mayor precisión (por ejemplo, usando varias balizas, el sistema de posicionamiento acústico puede calcular un área donde puede localizarse el aparato y, por lo tanto, establecer o ajustar los puntos de referencia) y actuar sobre sus medios de movimiento (por ejemplo, una pluralidad de pistas, medios de propulsión) con el fin de instalar el cable submarino.  
50

En algunas realizaciones, el aparato sumergible puede comprender más de un conector, preferentemente conectores de acoplamiento en húmedo, para permitir la transmisión de datos y alimentación con más de un cable.  
55

Además, en las realizaciones preferidas, el aparato sumergible puede comprender instrumentos para medir o monitorizar su entorno y sus condiciones de funcionamiento. Algunos ejemplos no limitantes de instrumentos son cámaras de video, sistemas acústicos pasivos y activos, sensores de presión, sensores de temperatura o sensores de campo eléctrico o magnético.  
60

La invención se refiere a un método para instalar un cable submarino con un aparato sumergible, comprendiendo el método:

65 suministrar alimentación eléctrica y/o transmitir datos a través del cable submarino al aparato sumergible; y tender el cable submarino en el mar con el aparato sumergible.

5 Con este método, instalar un cable submarino, es decir, tender un cable en el mar (por ejemplo, en el lecho marino o en una zanja en el lecho marino), puede realizarse con un aparato sumergible mientras está, al mismo tiempo, alimentándose eléctricamente y/u operándose a través del mismo cable. En este sentido, conectando el cable al conector del aparato sumergible, el aparato puede energizarse y/o controlarse por operarios a través de dicho cable durante la instalación del mismo.

10 En las realizaciones preferidas de la invención, el primer extremo del cable submarino se conecta a una fuente de alimentación de una instalación (por ejemplo, un generador o una red auxiliar de una subestación, una turbina eólica, etc.). En algunas de estas realizaciones, el método comprende conectar dicho primer extremo del cable submarino a la fuente de alimentación de la instalación.

15 En este sentido, puede ser ventajoso que, en la localización donde tendrá lugar la instalación del cable, una plataforma o instalación fija que comprende una fuente de alimentación (por ejemplo, una subestación en alta mar) tenga tubos en I y/o tubos en J a través de los que pasen los alambres portantes, teniendo dichos alambres portantes un extremo que flota hasta la superficie. Como es una práctica común en la técnica de instalar cables en el mar, tales alambres portantes, que son más ligeros y mucho más fáciles de manejar que los cables de alimentación, pueden usarse para guiar y tirar de los cables de alimentación, por ejemplo, en un tubo en I o un tubo en J.

20 La tripulación de un remolcador o los operarios pueden agarrar los extremos flotantes de dichos alambres portantes y conectarlos al primer extremo del cable a instalar.

25 A continuación, los alambres portantes pueden usarse para tirar hacia arriba del primer extremo del cable a instalar en el mar sobre la cubierta de la plataforma o instalación fija donde puede tener lugar la conexión de dicho primer extremo del cable a la fuente de alimentación de la instalación. Una serie de portacables sumergibles que transportan otros cables para tenderlos en el mar pueden tener unos primeros extremos respectivos conectados a la fuente de alimentación de esta manera.

30 Puesto que el primer extremo ahora está conectado a una instalación, tras la conexión del segundo extremo del cable al conector de un aparato sumergible, podrá transferirse alimentación eléctrica y/o datos a través de dicho cable que, a continuación, se instalará por el conjunto.

35 En algunas realizaciones, el tendido del cable submarino en el mar con el aparato sumergible comprende tender el cable sobre el lecho marino.

En algunas otras realizaciones, el método comprende además cavar una zanja en el lecho marino con el aparato sumergible, y la etapa de tender el cable submarino en el mar con el aparato sumergible comprende tender el cable en la zanja del lecho marino. Con este fin, el aparato sumergible comprende unos medios para cavar una zanja.

40 Además, el aparato sumergible puede incluir unos medios para manipular el cable que pueden tender dicho cable sobre el lecho marino o introducirlo en la zanja. El aparato también puede comprender unos medios de canalización y unos medios para controlar la tensión en el cable con el fin de realizar la instalación del cable.

45 En algunas realizaciones, el método comprende además suministrar alimentación eléctrica desde al menos una batería al aparato sumergible, en el que el aparato sumergible comprende la al menos una batería.

50 Cuando la alimentación eléctrica se obtiene de la al menos una batería, el método puede comprender además conectar el cable a una instalación, por ejemplo, a un conector de una instalación para completar una conexión del cable entre dos puntos (por ejemplo, una primera turbina eólica y una segunda turbina eólica, una subestación y una turbina eólica, una subestación y un convertidor de energía undimotriz, etc.).

55 Después de tender un cable en el mar y, posiblemente, hacer la conexión entre dos puntos finales, tales como unos dispositivos de generación de energía, el aparato puede usar la al menos una batería para regresar a la subestación en alta mar más cercana; en este caso, el portacables sumergible puede descargarse del aparato sumergible de manera que se cargue otro portacables sumergible en la cubierta del aparato, formando de este modo un conjunto, comprendiendo los portacables, preferentemente, un cable con un primer extremo conectado a una fuente de alimentación o transmisión de datos. El conjunto puede hacer uso de un sistema de transmisión inalámbrica submarina de datos o una antena flotante comprendida en el aparato para su control y monitorización.

60 En algunas realizaciones de la invención, el método comprende además cargar un portacables sumergible en el aparato sumergible, comprendiendo el portacables sumergible el cable submarino, preferentemente en forma enrollada.

65 Cuando el portacables sumergible se carga en el aparato sumergible en el puerto, el conjunto puede remolcarse desde el puerto hasta la localización donde se tenderá el cable. Un remolcador también puede remolcar uno o más conjuntos y/o portacables sumergibles que transporten más cables a tender y/o instalar.

5 En algunas realizaciones, el método comprende además bajar al fondo marino un aparato sumergible, un portacables sumergible con un cable cargado en el mismo, y/o un conjunto, con un mecanismo de elevación, tal como un polipasto, un cabestrante o similar, estando el mecanismo de elevación localizado en una embarcación, una plataforma o una instalación, tal como una subestación o una turbina eólica de un parque eólico en alta mar.

10 En algunas realizaciones de la invención, el método comprende además transmitir datos a y/o recibir datos desde el aparato sumergible a través del cable submarino. En algunas de estas realizaciones, transmitir datos al aparato sumergible comprende proporcionar instrucciones de funcionamiento a través del cable submarino al aparato sumergible.

En algunas realizaciones, el método comprende además introducir parte del cable submarino en unos medios de transporte, estando los medios de transporte configurados para izarse desde una instalación.

15 Los medios de transporte están sujetos a un elemento flexible alargado (por ejemplo, un tendón, cuerda, cadena, cable, etc.) conectado a un mecanismo de elevación (por ejemplo, un polipasto, un cabrestante, etc.) de una instalación (por ejemplo, una turbina eólica, subestación, etc.).

20 En algunas de estas realizaciones, el medio de transporte comprende un dispositivo hueco que puede ser, por ejemplo, semicircular. El dispositivo hueco se baja con el mecanismo de elevación hasta que toca el fondo marino, donde permanece hasta que parte del cable se introduce en el dispositivo. Preferentemente, el mecanismo de elevación se localiza en la parte de la instalación fuera del agua (por ejemplo, una plataforma intermedia, plataforma de trabajo, etc.) de manera que pueda operarse manualmente por una persona, aunque también puede controlarse de forma remota. A continuación, el dispositivo hueco, junto con la parte del cable, se izan con el mecanismo de elevación hasta  
25 llegar a una parte de la instalación donde un operador puede extraer la parte del cable del dispositivo hueco, permitiendo de este modo la manipulación del cable con el fin de completar su instalación.

30 En algunas otras realizaciones, el medio de transporte comprende al menos un tubo o elemento alargado sin ensamblar y, preferentemente, dos tubos o elementos alargados sin ensamblar. El o los tubos o elementos alargados sin ensamblar pueden tener forma de I, forma de J, o tener curvaturas variables y varios puntos de inflexión para permitir el tendido fácil de un cable y la protección de dicho cable de una curvatura o torsión excesiva.

35 Cada tubo o elemento alargado puede dividirse o abrirse en dos partes, preferentemente a lo largo. Una de dichas partes puede tenderse horizontalmente sobre el fondo marino, mientras que la otra parte permanece vertical y firmemente unida a, por ejemplo, la cimentación de una turbina eólica fija en alta mar. Además, una o ambas partes pueden estar conformadas para permitir el tendido fácil de un cable. Por ejemplo, puede tener una abertura suficientemente ancha a lo largo de su eje longitudinal. También puede tener una sección transversal conformada de tal manera que cuando la parte del elemento alargado esté horizontal sobre el fondo marino y se tienda un cable sobre el mismo, la fuerza de gravedad guiará el cable hacia abajo, hacia su posición adecuada en dicha parte.  
40

Además, las dos partes de cada tubo o elemento alargado pueden conectarse mediante una bisagra. Uno o más amarres pueden unirse a la parte que se tenderá horizontal en el fondo marino, para permitir su descenso e izado seguro mediante una polea o cabrestante.

45 Parte del cable se introduce en el al menos un tubo sin ensamblar, y cuando el medio de transporte comprende dos tubos sin ensamblar, el cable se introduce en los dos tubos sin ensamblar de tal manera que el cable forme una U entre los tubos. A continuación, los operarios de la instalación izan el al menos uno o los dos tubos sin ensamblar y los unen a un armazón proporcionado en la cimentación de la instalación y, por lo tanto, bloquean la parte abierta de la sección transversal. Por lo tanto, como la geometría de el o los tubos coincide con la geometría del armazón, cuando  
50 el o los tubos sin ensamblar se unen al armazón, el cable se sujeta en el mismo y va desde el fondo marino hasta la plataforma de la instalación, y, a continuación, de regreso al fondo marino (si el medio de transporte comprende dos tubos sin ensamblar).

55 En algunas realizaciones de la invención, el método comprende además llevar a la superficie un primer o segundo extremo del cable, y conectar el primer o segundo extremo del cable a un extremo de otro amarre (es decir, alambres portantes).

60 Cuando el cable a instalar corresponde a un cable de exportación, es decir, un cable que conecta una subestación en alta mar a la red eléctrica en tierra, por ejemplo, puede tener una longitud del orden de decenas o incluso cientos de kilómetros. Por lo tanto, puede ser ventajoso dividir el cable en segmentos, que, a continuación, pueden conectarse o empalmarse entre sí, con el fin de mantener el peso de cada segmento de cable dentro de unos límites que faciliten el tendido e instalación del cable de exportación.

65 Por lo tanto, después de tender un cable (de un primer portacables sumergible) en el lecho marino o en una zanja, una posibilidad es elevar la parte del cable que comprende un primer o un segundo extremo, llevando de este modo dicha parte a la superficie. A continuación, la conexión del cable a un segundo cable puede realizarse en la superficie,

por ejemplo, en una plataforma, en la cubierta de un barco, o similares. La conexión de los cables puede hacerse usando enchufes y conectores proporcionados en los cables, o empalmado los cables entre sí, por ejemplo. Un segundo portacables sumergible que comprende el segundo cable enrollado en su tambor puede colocarse cerca de la plataforma, barco, o similar, de tal manera que, después de conectar los cables, un aparato sumergible puede descargar el primer portacables, cargar el segundo portacables y continuar instalando el cable de exportación.

Como alternativa, la unión de segmentos consecutivos del cable de exportación se realiza usando conectores submarinos, en cuyo caso la operación de conectar dos segmentos del cable de exportación se realiza bajo el agua.

Además, ventajas similares a las descritas para el primer aspecto de la invención también pueden aplicarse a este aspecto de la invención. Además, el aparato sumergible, el portacables sumergible, y el conjunto descrito en este aspecto de la invención son, preferentemente, pero sin limitarse a, tal como se han descrito en el primer aspecto de la invención.

### 15 Breve descripción de los dibujos

Para completar la descripción y con el fin de proporcionar una mejor comprensión de la invención, se proporciona un conjunto de dibujos. Dichos dibujos forman una parte integral de la descripción e ilustran una realización de la invención, lo que no debería interpretarse como una restricción del alcance de la invención, sino solo como un ejemplo de cómo puede realizarse la invención. Los dibujos comprenden las siguientes figuras:

La figura 1 es una representación de un parque eólico en alta mar.

La figura 2 es un aparato sumergible de un conjunto para instalar un cable submarino de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 3 es un portacables sumergible de un conjunto para instalar un cable submarino de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 4 es un conjunto para instalar un cable submarino de acuerdo con una realización de la invención. La figura 5 es una representación de varias embarcaciones que remolcan portacables y un conjunto.

Las figuras 6A-6D son representaciones de la instalación de un cable submarino de acuerdo con realizaciones de la invención.

La figura 7 es una representación de la instalación de un cable de exportación submarino de acuerdo con una realización de la invención.

### 35 Descripción de un modo de realizar la invención

La figura 1 muestra, en una vista en perspectiva, un parque eólico en alta mar localizado en el mar. Una subestación 101 recoge la alimentación eléctrica de cada turbina eólica 102 a través de los cables 104a-104c (que conectan la subestación 101 a la primera turbina eólica de cada ramal) y 105 (que conecta dos turbinas eólicas 102 consecutivas de un mismo ramal) y transfiere la alimentación eléctrica combinada a una instalación en tierra, por ejemplo, a través del cable de exportación 103; es decir, el o los cables 103 pueden interconectar la subestación 101 con la red eléctrica que puede estar en tierra. Los cables 103, 104a-104c y 105 pueden tenderse en el fondo marino o introducirse en zanjas.

La figura 2 muestra el aparato sumergible 200 para tender un cable en una zanja de acuerdo con una realización de la invención. El aparato sumergible 200 comprende una cubierta 201, un conector 202, unos medios 203 para manipular un cable, unos accesorios de cable o unos obstáculos submarinos (por ejemplo, rocas o plantas), unos medios de canalización 205, unos medios 206 para cavar una zanja (por ejemplo, una o más de las herramientas de excavación de zanjas previas al tendido, tales como dragas y arados en forma de V, herramientas de chorro de agua, tales como una o más cuchillas de chorro, un trineo a reacción, un arado hidráulico, un inyector vertical o herramientas de excavación de flujo másico, herramientas de arado, tales como arados de cable y arados vibratorios, herramientas de corte mecánicas, tales como cortadoras de cadena o cortadoras de rueda de roca, sistemas Venturi u otras herramientas usadas habitualmente en la técnica de instalar cables submarinos), unos compartimentos estancos 207, unos medios de movimiento 208, una pluralidad de cilindros hidráulicos 209, un soporte 210 para el tambor de un portacables sumergible, unos medios 211 para controlar la tensión en el cable a instalar, y un sistema de transmisión y recepción inalámbrica de datos.

El aparato sumergible 200 puede alimentarse ventajosamente a través del cable 304, que se instala mediante un conjunto (como el de la figura 4) que comprende el aparato sumergible 200 y un portacables sumergible 300, cuando el cable se conecta al conector 202.

El cable que va a tenderse y conectarse al conector 202 se sujeta en un portacables sumergible 300, tal como el representado en la figura 3, cargable en el aparato 200, es decir, que puede cargarse en el aparato. En particular, la cubierta 201 del aparato sumergible 200 está configurada para soportar la carga del portacables sumergible 300. La pluralidad de cilindros hidráulicos 209 puede levantar un portacables sumergible 300 que está tendido, por ejemplo, en el fondo marino y cargarlo en la cubierta 201.

Los medios 203 para manipular el cable comprenden un brazo que, en algunas realizaciones, es extensible. Dicho brazo comprende un primer extremo sujeto de manera segura a la estructura del aparato 200, y un segundo extremo que incluye una herramienta para manipular el cable, tal como la herramienta en forma de anillo 204.

5 Los medios de movimiento 208 incluyen una pluralidad de pistas que proporcionan el suficiente agarre en superficies irregulares, tales como el lecho marino, con el fin de permitir el movimiento del aparato y, por lo tanto, comprendiendo el conjunto el aparato sumergible 200.

10 Cabe señalar que, aunque no se muestra en la figura 2, en algunas realizaciones de la invención, el aparato sumergible 200 puede incluir medios de movimiento adicionales, tales como medios de propulsión para moverse bajo el agua o sobre la superficie del agua.

15 El aparato sumergible 200 también puede estar provisto de unos medios de flotación (no mostrados) conocidos en la técnica que permiten ajustar su flotabilidad y, de este modo, aumentar/disminuir la profundidad del aparato con el fin de llegar al lecho marino o la superficie. Los medios de flotación pueden incluirse dentro del compartimento estanco 207 que, además, puede almacenar al menos una batería, por ejemplo. El aparato sumergible 200 también comprende unos medios para cambiar la capacidad de flotación de los medios de flotación, por ejemplo, tras recibir instrucciones a través del cable a instalar o del sistema de transmisión y recepción inalámbrica de datos.

20 La figura 3 es un portacables sumergible 300 de acuerdo con una realización de la invención. El portacables sumergible 300 puede proporcionar el cable 304 a instalar a un aparato sumergible 200 como el mostrado en la figura 2. El portacables 300 comprende una plataforma de soporte 301, un tanque de flotación 302 que incluye unos medios de flotación, un tambor 303 que comprende el cable 304 en forma enrollada, una pluralidad de patas 306 y un sistema de transmisión y recepción inalámbrica de datos. La plataforma de soporte 301 evita que todo el portacables 300 se hunda debajo del fondo marino cuando dicho fondo marino es blando, y facilita aún más la carga del portacables 300 en el aparato sumergible 200. La plataforma de soporte 301 puede separarse del tanque de flotación 302 cuando se carga en la cubierta 201 del aparato sumergible 200.

30 Antes de cargar el portacables 300 en el aparato sumergible 200, el cable 304 se enrolla en el tambor 303 y, preferentemente, un primer extremo (no mostrado) del cable 304 se conecta a una fuente de alimentación que puede ser, por ejemplo, una subestación 101 de un parque eólico en alta mar. El cable 304 puede enrollarse en el tambor 303 después de la conexión del cable a la fuente de alimentación, o antes de hacer dicha conexión.

35 Un segundo extremo del cable 304 puede estar provisto del enchufe 305 que encaja en el conector 202, haciendo posible de este modo la conexión entre el cable 304 y el aparato sumergible 200, y, por lo tanto, suministrando alimentación eléctrica (transmitida desde la fuente de alimentación) y/o transmitiendo datos al aparato sumergible a través de dicho cable 304.

40 El portacables sumergible 200 también comprende unos medios para cambiar la capacidad de flotación del tanque de flotación 302, por ejemplo, tras recibir instrucciones del aparato sumergible 200 cuando forman un conjunto, o a través del sistema de transmisión y recepción inalámbrica de datos.

45 La figura 4 es un conjunto 400 para instalar un cable en el lecho marino o en una zanja de acuerdo con una realización de la invención. El conjunto 400 también puede hacer la conexión entre el cable submarino tendido y unos puntos finales, tales como las fuentes de alimentación de las instalaciones o plataformas fijas, interconectando de este modo ambas instalaciones o plataformas.

50 El conjunto 400 comprende un aparato sumergible 200 y un portacables sumergible 300 montado en la plataforma 201 del aparato sumergible 200; el portacables 300 se separa de su plataforma de soporte 301 mientras que el portacables 300 se carga en el aparato 200. Cuando el aparato sumergible 200 no está provisto de los medios 206 para cavar una zanja o no se usan dichos medios, el conjunto 400 puede tender el cable directamente sobre el lecho marino sin realizar ninguna excavación de zanjas.

55 Los medios 203 para manipular el cable desenrollan el cable 304 sujeto en el tambor del portacables 300 y lo orientan hacia los medios de canalización 205; los medios de canalización 205, a su vez, orientan el cable hacia los medios 211 para controlar la tensión, después de lo cual el cable 304 se introduce en la zanja o se tiende en el lecho marino si no se cava ninguna zanja (por ejemplo, cuando el aparato sumergible del conjunto no incluye medios para cavar una zanja).

60 Mientras el enchufe 305 del cable 304 está enchufado en el conector 202 (no ilustrado en la figura 4), el cable 304 puede suministrar alimentación eléctrica al conjunto 400, siempre que el otro extremo del cable 304 esté conectado a una fuente de alimentación. De manera similar, el cable 304 puede transmitir datos a y/o recibir datos desde el aparato sumergible 200 a través del cable, ya que, en muchos casos, el mismo cable incluye fibras ópticas para la transmisión y recepción de datos.

65 Además, el aparato sumergible 200 del conjunto 400 puede tener un conector adicional 215 que puede tener la forma

de un casquillo o un enchufe. El conector 215 puede recibir un conector de acoplamiento en húmedo 216, por ejemplo, con el fin de transmitir y/o recibir alimentación y/o datos a/desde otro aparato.

5 El conjunto 400 puede instalar los cables submarinos 104a-104c comenzando desde la posición de la subestación 101 y terminando en la posición de la turbina eólica del ramal que está más alejado de la subestación 101. Por ejemplo, para instalar el cable 104c, el aparato sumergible 200 carga un portacables 300 cerca de la subestación 101. El cable 304 sujeto en el tambor 303 del portacables 300, que tiene un primer extremo conectado a una fuente de alimentación de la subestación 101 (por ejemplo, una red eléctrica auxiliar), tiene el segundo extremo conectado al conector 202 del aparato submarino 200, de manera que suministre alimentación eléctrica al mismo. Por lo tanto, el aparato 200  
10 tiende el cable 304 desde la subestación 101 hasta la turbina eólica 102a (como se ve en la figura 1) mientras se energiza a través del mismo cable 304.

Además, el conjunto 400 puede instalar los cables 105 (cables entre agrupaciones) partiendo de la última turbina eólica de un ramal que ya está conectado (directa o indirectamente) a la subestación 101. Por ejemplo, con referencia a la figura 1, cuando va a instalarse el ramal del cable 104a, el conjunto 400 instala en primer lugar el cable 104a con el fin de interconectar la subestación 101 con la primera turbina eólica; a continuación, el conjunto 400 instala el cable 105a, a continuación, el cable 105b, y finalmente el cable 105c. En esta secuencia, el conjunto 400 puede alimentarse con el cable que instala mientras tiende los cables 104a, 105a-105c.

20 En otro ejemplo, cuando la turbina eólica 102a ya está conectada a la subestación 101, el conjunto 400 instala el cable 304 entre las turbinas eólicas 102a-102b, a continuación, el cable entre las turbinas 102b-102c, y finalmente el cable entre las turbinas eólicas 102c-102d; esta secuencia también permite que se energice el conjunto 400, durante la mayor parte del tiempo, a través de los cables que instala.

25 En ambos casos, el conjunto 400 puede recibir la alimentación suministrada por la subestación 101 o una turbina eólica 102 (que tiene alimentación eléctrica) con el fin de realizar la mayoría de las tareas de instalación. El conjunto 400 puede mantener el uso de la al menos una batería 207 al mínimo, ya que puede depender de la energía almacenada en el mismo cuando no se está instalando ningún cable (por ejemplo, mientras se regresa a una subestación 101, mientras se desmonta un portacables 300 y/o se monta otro portacables 300, etc.), y, además, la al menos una batería 207 puede recargarse mientras se suministra alimentación eléctrica al conjunto 400 a través del cable 304.  
30

La figura 5 es una representación esquemática de unas embarcaciones 500 que remolcan un conjunto 400 y unos portacables sumergibles 300.

35 Las embarcaciones 500 remolcan (con medios de remolque conocidos en la técnica) desde el puerto hasta, por ejemplo, una subestación 101 de un parque eólico en alta mar uno o más conjuntos 400, portacables 300 y/o aparatos sumergibles 200. Preferentemente, los dispositivos remolcados comprenden unos medios de flotación. Cada uno de los portacables 300 puede comprender un cable sujeto en su tambor antes de remolcarse con el fin de facilitar la instalación de los cables submarinos.  
40

En algunos casos, cualquiera de los conjuntos 400, los portacables sumergibles 300 y/o los aparatos sumergibles 200, puede remolcar otros conjuntos, portacables sumergibles y/o aparatos sumergibles.

45 La figura 6A muestra la instalación de un cable submarino 304. El aparato sumergible del conjunto 400 carga un portacables sumergible cerca de la instalación 601 (por ejemplo, una subestación, una turbina eólica, etc.) que está parcialmente bajo el agua (es decir, una parte por debajo de la superficie del mar y una parte por encima de la superficie del mar). El portacables ya comprende un cable 304 que incluye un primer extremo conectado a una fuente de alimentación de la instalación 601. En este sentido, se hace pasar el primer extremo del cable por un tubo en J 603 (en un tubo en I 602) con la ayuda de un alambre portante (no ilustrado). Por lo tanto, en el momento en que el portacables 300 va a cargarse en el aparato sumergible, parte del cable 304 ya está desenrollado e introducido en el tubo en J 603 de manera que pueda conectarse a la fuente de alimentación de la instalación 601; la parte restante del cable 304 se mantiene en el tambor del portacables 300 y puede tenderse sobre el fondo marino 600 hasta que el aparato lo cargue en su cubierta. A continuación, el conjunto 400 puede instalar el cable 304.  
50

55 Por lo tanto, la instalación 601 energiza el conjunto 400 a través del cable 304. El conjunto 400 cava una zanja 604 en el fondo marino e introduce el cable 304 en el mismo mientras el conjunto se mueve hacia delante. Los medios para manipular el cable desenrollan el cable 304 del tambor 303 y lo orientan hacia los medios de canalización 205 de manera que se introduzca a través del controlador de tensión 211 y en la zanja 604. El mismo cable 304 instalado puede usarse para transmitir instrucciones de funcionamiento y datos desde el conjunto 400 con el fin de realizar cualquiera de estas tareas o todas ellas.  
60

La figura 6B muestra el funcionamiento del conjunto 400 cuando llega a otra instalación 611 (por ejemplo, una turbina eólica) donde debe completarse la instalación del cable 304. Los medios 203 desenrollan el cable 304 en exceso de manera que el cable pueda manipularse en la instalación 611 e introducirlo en, por ejemplo, los tubos en J 603.  
65

- Un medio de transporte, que puede ser un dispositivo hueco 620 y tener forma semicircular, puede usarse para izar el cable desde el lecho marino 600 y hacia la plataforma 614 de la instalación 611. El dispositivo hueco 620 puede tener el radio apropiado para garantizar que el cable se ize sin riesgo de doblarse más que su radio de curvatura permisible. Con este medio de transporte, no es necesario cortar el cable hasta que se haya tendido completamente un cable de agrupación completo (que conecta varias turbinas). Esto permite transmitir datos y alimentación a través de dicho cable al conjunto 400 durante toda la operación. El cable puede cortarse (por ejemplo, para empalmar y conectar al equipo eléctrico de la turbina) en cualquier momento después de la instalación completa de un cable de agrupación. Además, esta operación puede realizarse completamente por encima del agua.
- La figura 6C muestra otra realización de la invención donde el método para instalar el cable comprende el uso de diferentes medios de transporte para izar el cable hacia la plataforma de la instalación 611. En esta realización, dicho medio de transporte comprende al menos un tubo o elemento alargado sin ensamblar, y, preferentemente, dos de tales tubos o elementos alargados 615, 616. Cada elemento puede abrirse longitudinalmente y una parte 616 de los tubos o elementos alargados puede tenderse sobre el fondo marino con su lado abierto hacia arriba. Una cuerda, cadena o similar 630 puede unir dicha parte 616 de los tubos a un cabrestante 617 en la plataforma de la instalación 611, pudiendo, de esta manera, dicha parte 616 en el fondo marino elevarse hasta una posición vertical de manera que pueda reensamblarse (es decir, unirse entre sí) con la otra parte 615 de los tubos o elementos alargados.
- El conjunto 400 se opera para que pase cerca del elemento alargado sobre el fondo marino, y los medios 203 para manipular el cable 304 insertan dicho cable en las partes 616 de los tubos o elementos alargados en el fondo marino a través de su abertura.
- La figura 6D ilustra cómo, en algunas realizaciones de la invención, la parte 616 del tubo o elemento alargado que se tendió en el fondo marino puede izarse de nuevo hasta una posición vertical con el cabrestante 617 en la instalación 611 tirando de la cuerda, cadena o similar 630. Los tubos 615, 616 o elementos alargados pueden ser articulados 618, por ejemplo, en su extremo inferior, con el fin de facilitar el montaje y desmontaje de las dos partes 615, 616 de dichos tubos o elementos alargados.
- Además, con este medio de transporte, no es necesario cortar el cable hasta que la instalación de un cable de agrupación completo, que conecta varias turbinas, se haya completado. Esto permite transmitir datos y alimentación a través de dicho cable al conjunto 400 durante toda la operación. El cable puede cortarse (por ejemplo, para empalmar y conectar al equipo eléctrico de la turbina) en cualquier momento después de que se haya completado la instalación de un cable de agrupación, y esta operación puede realizarse completamente por encima del agua.
- Cuando la instalación 611 es la última turbina eólica de un ramal en un parque eólico, el aparato sumergible puede descargar el portacables y regresar a la subestación usando la al menos una batería, mientras se controla a través de un hidrófono o una antena, por ejemplo.
- La figura 7 ilustra cómo conectar un primer cable 702a que se está tendiendo a otro cable 702b de acuerdo con una realización de la invención. La conexión de los cables puede formar un cable de exportación para transportar alimentación eléctrica desde un parque undimotriz o un parque eólico en alta mar, por ejemplo, a una red eléctrica en tierra.
- Después de tender el cable 702a sobre el fondo marino o en una zanja, un extremo del cable se eleva a la plataforma 701 (por ejemplo, usando alambres portantes). Un portacables sumergible 300 que comprende el cable 702b (al que se conectará el cable 702a) se coloca cerca de la plataforma 701 de manera que la conexión de los cables 702a, 702b se simplifique. Una vez que un extremo de cada cable está dispuesto en la plataforma 701, un operario puede proceder a conectar los cables usando los enchufes y conectores 703a y 703b proporcionados en los cables en algunas realizaciones, o empalmado los cables entre sí, por ejemplo.
- En otras realizaciones, se usa una embarcación en lugar de la plataforma 701, por ejemplo.
- En otras realizaciones más, la conexión se ejecuta sin operarios en el sitio. En este caso, pueden usarse conectores subacuáticos y el conjunto 400 se controla de forma remota.
- En el presente texto, el término "comprende" y sus derivados (tales como "comprendiendo", etc.) no deben entenderse en sentido excluyente, es decir, no deben interpretarse estos términos como que excluyen la posibilidad de que lo descrito y definido pueda incluir elementos, adicionales, etc. Las expresiones "lecho marino" y "fondo marino" se han usado indistintamente para referirse al suelo del mar o del océano.
- La presente invención obviamente no se limita a la o las realizaciones específicas descritas en el presente documento, sino que también abarca cualquier variación a considerar por cualquier experto en la materia (por ejemplo, en cuanto a la elección de materiales, dimensiones, componentes, configuración, etc.), dentro del alcance general de la invención como se define en las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para instalar un cable submarino (304) con un aparato sumergible (200), comprendiendo el método:
- 5        suministrar alimentación eléctrica y/o transmitir datos a través del cable submarino (304) al aparato sumergible (200); y  
      tender el cable submarino (304) en un mar con el aparato sumergible (200).
2. El método de la reivindicación 1, en el que tender el cable submarino (304) en el mar con el aparato sumergible (200) comprende tender el cable submarino (304) sobre un lecho marino (600).
- 10        3. El método de la reivindicación 1, que comprende además cavar una zanja (604) en un lecho marino (600) con el aparato sumergible (200), y en el que tender el cable submarino (304) en el mar con el aparato sumergible (200) comprende tender el cable submarino (304) en la zanja (604).
- 15        4. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que un primer extremo del cable submarino (304) está conectado a una fuente de alimentación de una instalación (101, 102) y un segundo extremo está conectado al aparato sumergible (200).
- 20        5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además cargar un portacables sumergible (300) en el aparato sumergible (200), comprendiendo el portacables sumergible el cable submarino (304), preferentemente en forma enrollada.
- 25        6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende además transmitir datos a y/o recibir datos desde el aparato sumergible (200) a través del cable submarino (304).
- 30        7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además introducir parte del cable submarino (304) en un medio de transporte (615, 616, 621), comprendiendo el medio de transporte (615, 616, 621) dos tubos sin ensamblar (615, 616) que están configurados para ser izados desde una instalación (601, 611).

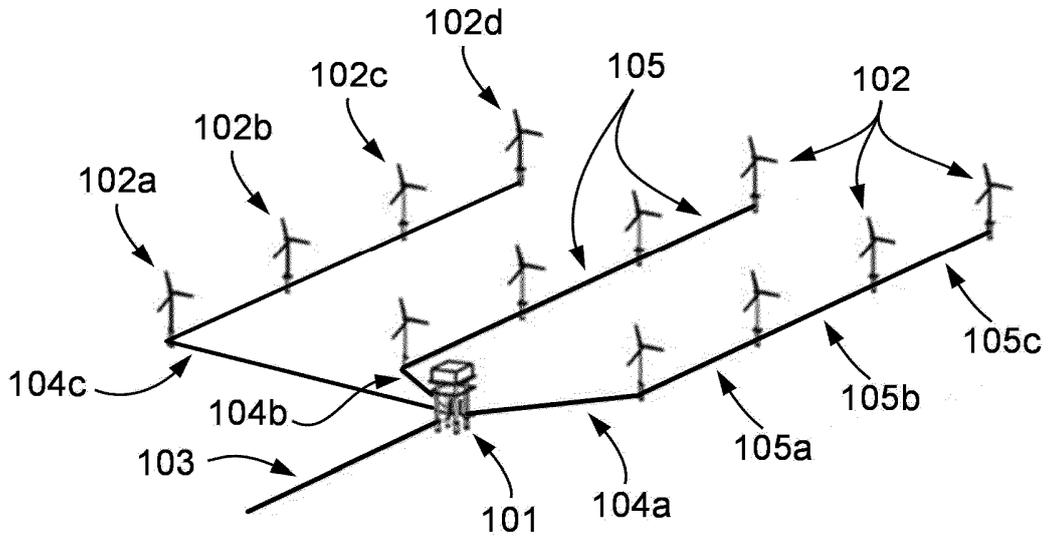


FIG. 1

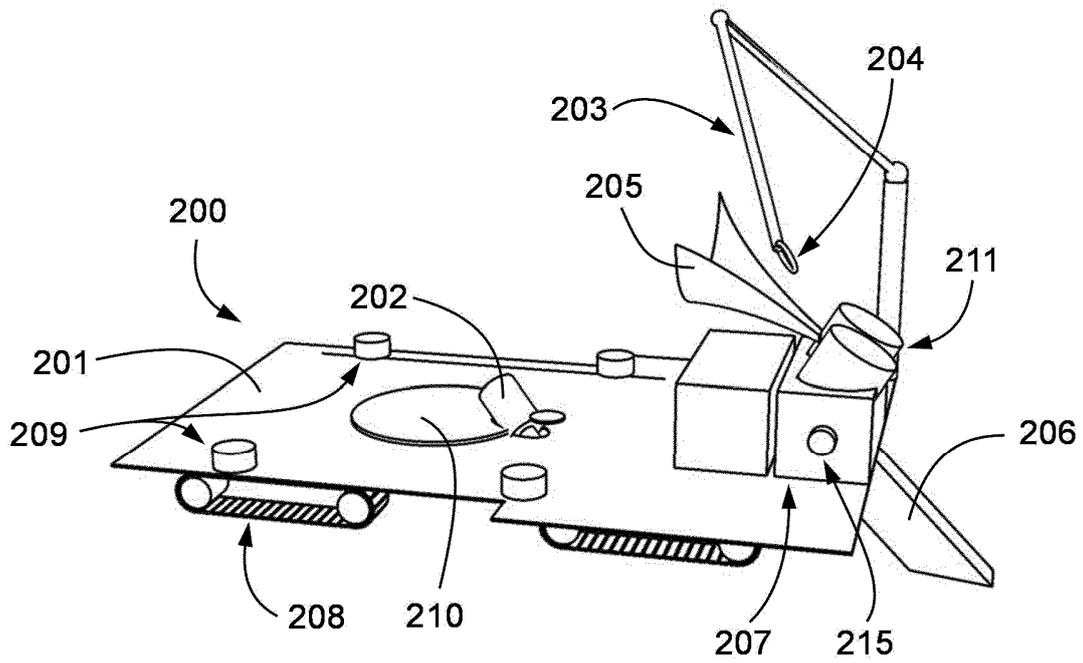


FIG. 2

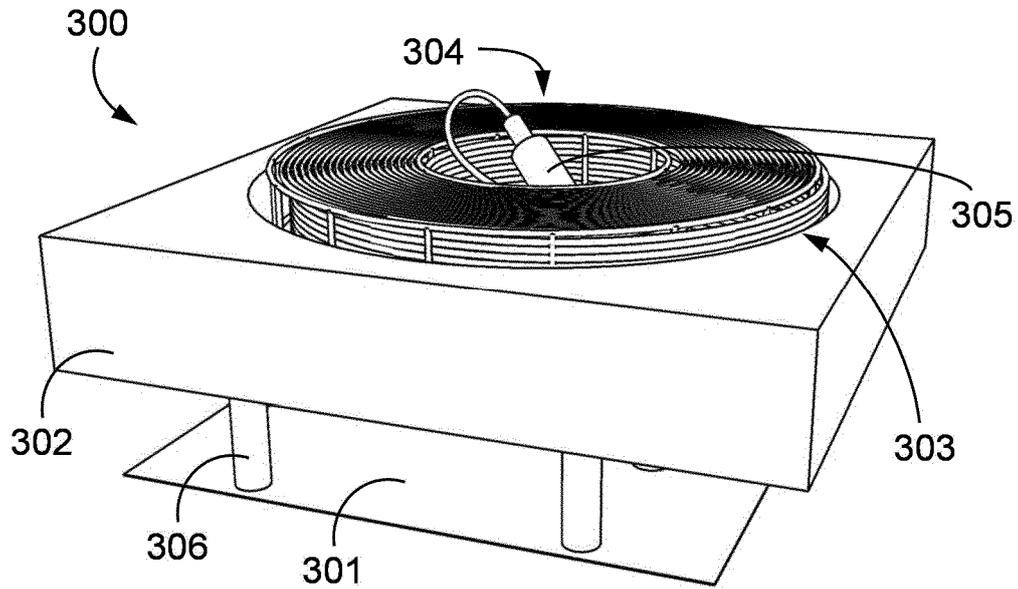


FIG. 3

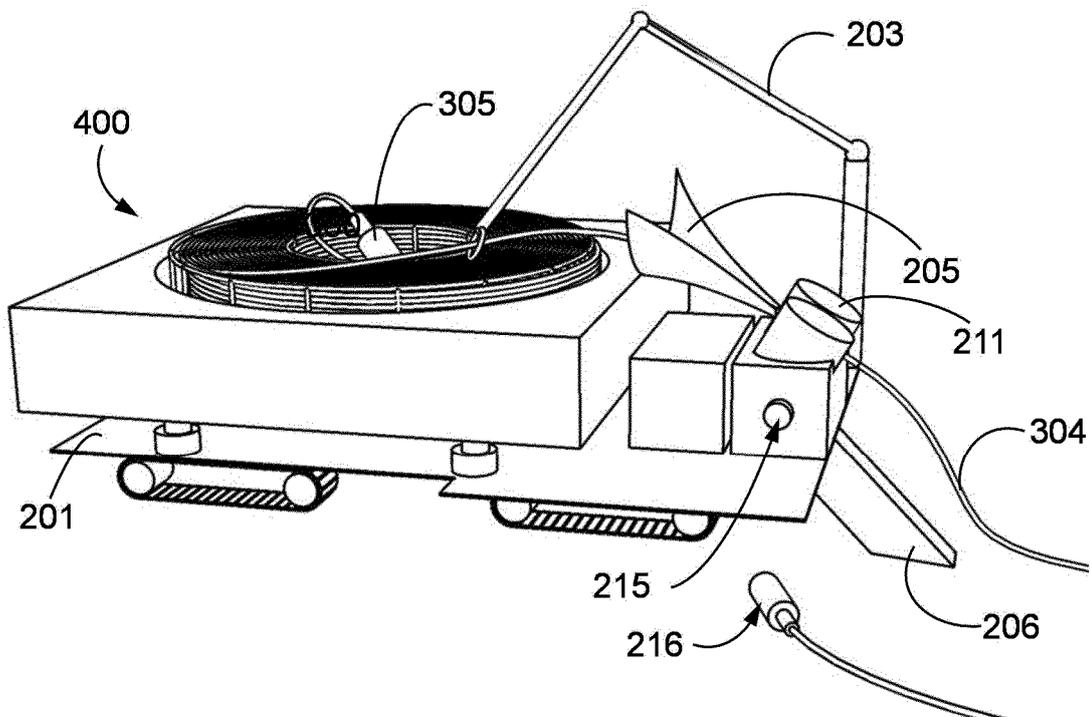


FIG. 4

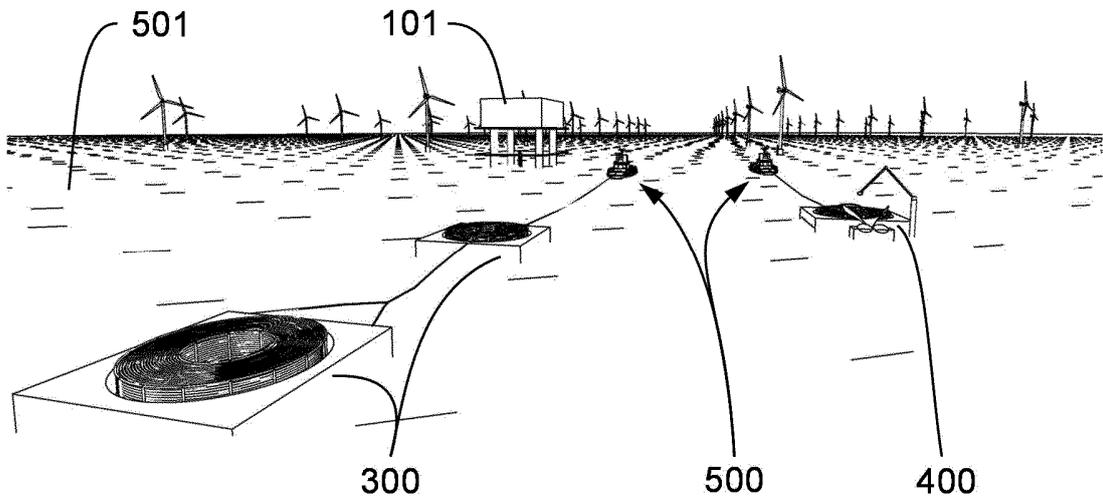


FIG. 5

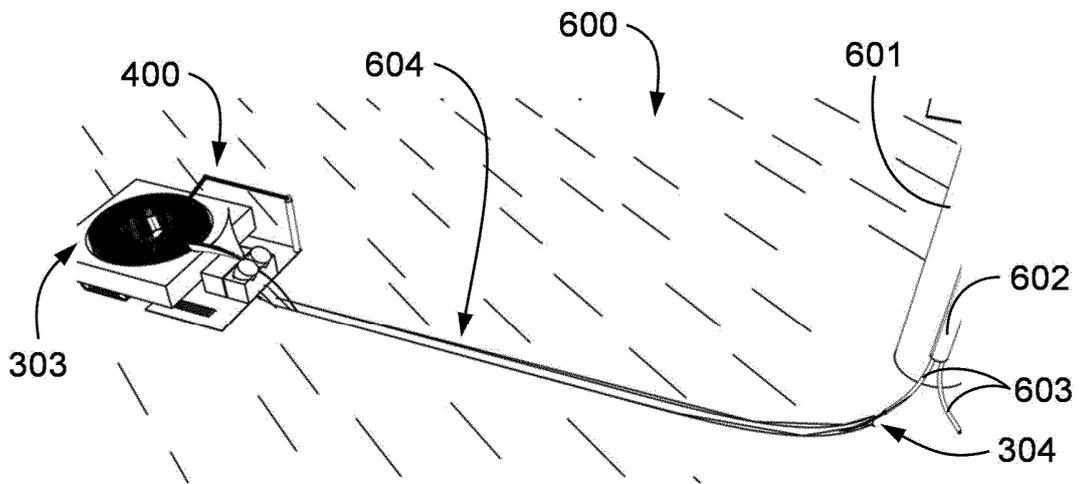


FIG. 6A

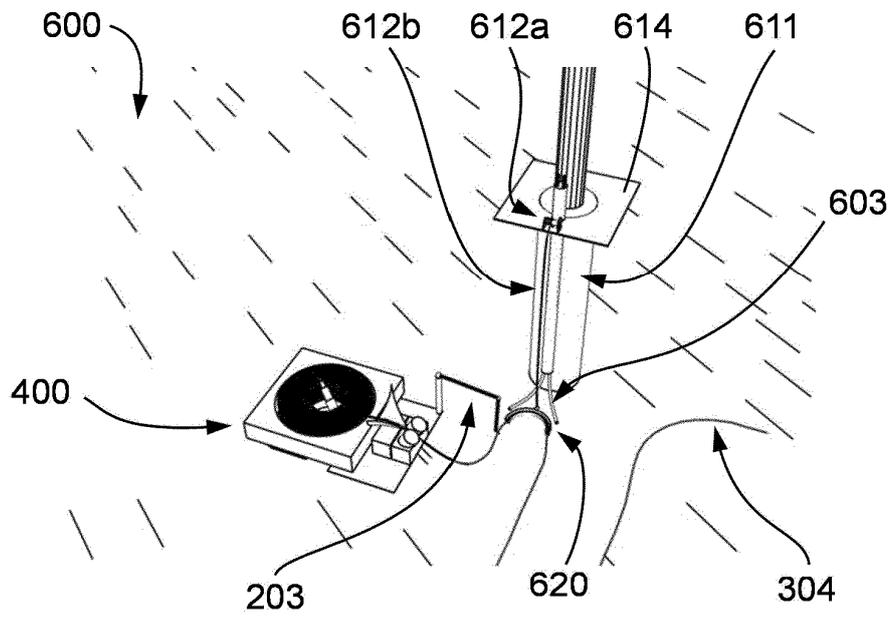


FIG. 6B

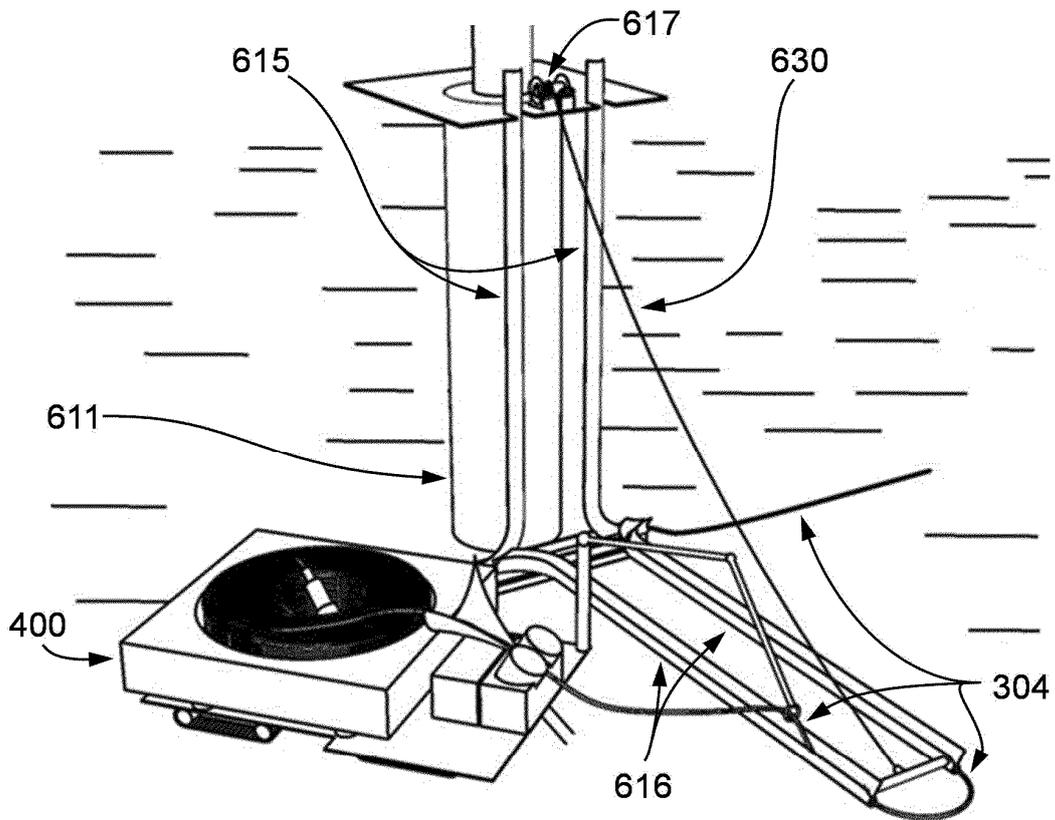


FIG. 6C

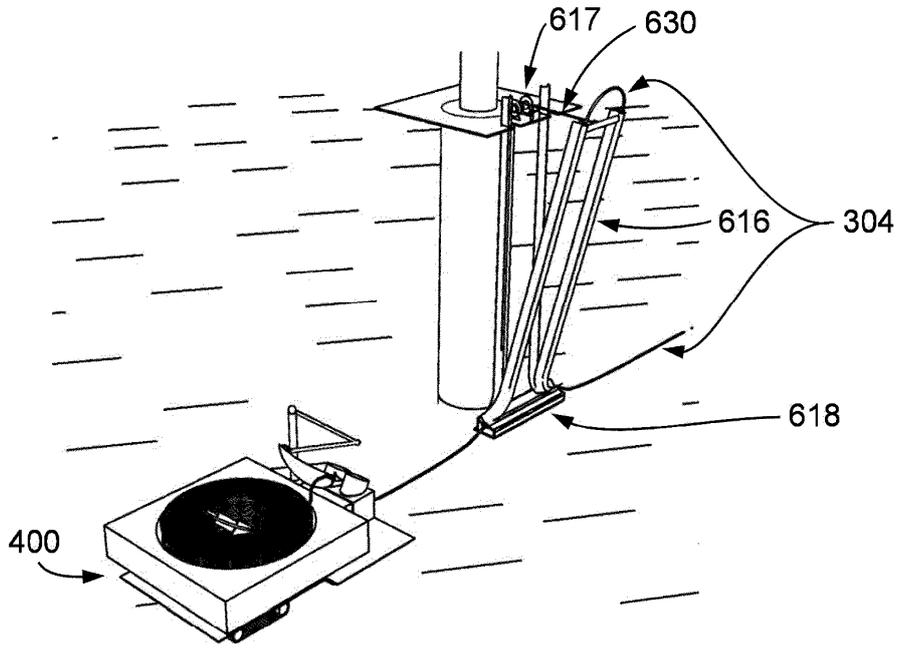


FIG. 6D

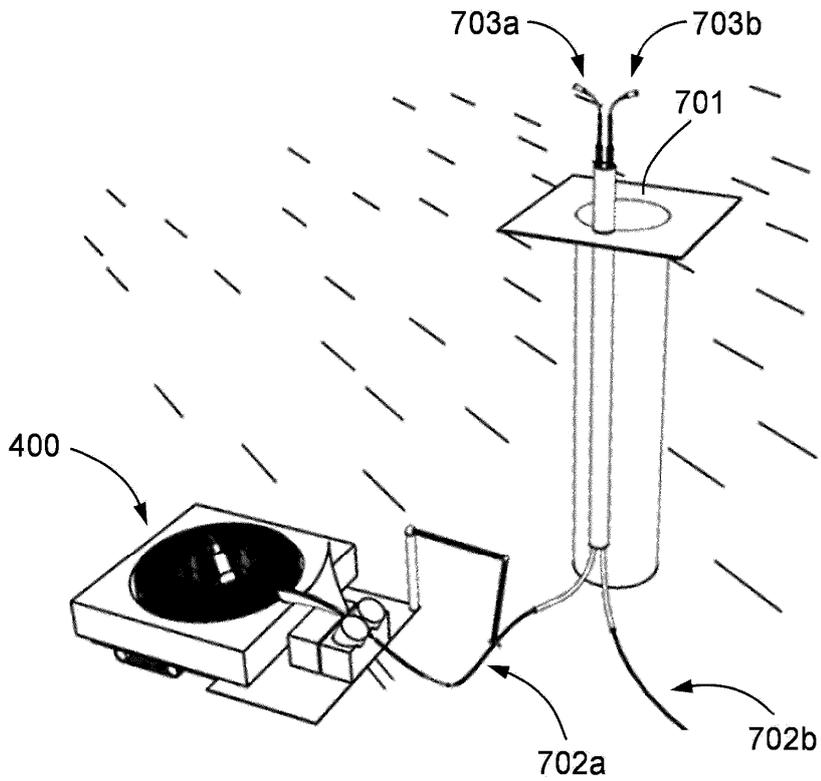


FIG. 7