

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 905 354**

51 Int. Cl.:

E02F 3/92 (2006.01)
H02G 1/06 (2006.01)
F16L 1/028 (2006.01)
F16L 1/06 (2006.01)
F16L 1/16 (2006.01)
F16L 1/26 (2006.01)
E02F 5/00 (2006.01)
E02F 5/02 (2006.01)
H02G 9/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.10.2018 PCT/GB2018/053091**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **02.05.2019 WO19081938**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.10.2018 E 18808461 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.12.2021 EP 3701178**

54 Título: **Aparato de desenterramiento y cable o tubería enterrado**

30 Prioridad:

25.10.2017 GB 201717560

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.04.2022

73 Titular/es:

**ZYTECH LTD (100.0%)
Brooklands 23 Brook Street
Colchester, Essex CO6 2JD, GB**

72 Inventor/es:

ZYMELKA, ANTONY

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 905 354 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

Aparato de desenterramiento y cable o tubería enterrado

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un aparato de desenterramiento para extraer una línea enterrada, por ejemplo, un cable o una tubería.

10 Antecedentes

Las tuberías o cables, como los cables de alimentación submarinos o terrestres, los cables de telecomunicaciones o los cables umbilicales, son a menudo enterrados en el lecho marino o en el suelo. El material que rodea una línea enterrada, como un cable o una tubería, brinda un grado de protección mecánica. Sin embargo, cuando un cable o una tubería enterrados se dañan, es necesario recuperar la sección dañada de la línea para realizar las reparaciones. El proceso de extraer una línea enterrada del suelo o del lecho marino se puede denominar 'desenterramiento'. Por ejemplo, una operación de desenterramiento de un cable típicamente implica exponer una parte del cable donde se cree que ocurrió la falla, cortar el cable y recuperar y probar el extremo cortado del cable. Luego, el cable se puede reparar y volver a enterrar.

20 Al desenterrar una línea enterrada, es importante asegurarse de que cualquier parte de la línea que se altere durante la operación de desenterramiento no tenga sus parámetros de manejo comprometidos en ningún momento durante el proceso. Por ejemplo, si parte de la línea se curva más que el radio mínimo de curvatura (MBR) especificado para la línea, esa parte de la línea puede dañarse o debilitarse mecánicamente, lo que potencialmente conduce a una falla en el cable o la tubería. Tal falla puede ser inmediata o puede no ocurrir hasta cierto tiempo después de que se haya completado la operación de reparación original, por ejemplo, semanas, meses o incluso años más tarde.

30 El documento US 2875585 se refiere a los mecanismos de instalación de tuberías, como una zanjadora de tuberías marina.

El documento US 2731738 describe un dispositivo para desenterrar y exponer tuberías de línea, por ejemplo, para retirar tuberías de línea enterradas sin necesidad de retirar la tierra que las recubre,

35 Resumen de la invención

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de desenterramiento y un cable o tubería enterrado, el aparato está configurado para extraer el cable o tubería enterrado que tienen un radio mínimo de curvatura, el aparato comprende un canal configurado para recibir el cable o tubería enterrado que se va a extraer, el canal comprende una primera abertura acampanada en el extremo frontal del aparato de desenterramiento y una segunda abertura acampanada en el extremo trasero del aparato de desenterramiento, la primera y la segunda aberturas acampanadas, cada una con una superficie curva configurada para soportar la línea durante la extracción, en donde la superficie curva de la primera y la segunda aberturas acampanadas tienen un radio de curvatura mayor o igual al radio mínimo de curvatura de la línea que se va a extraer y medios de eliminación de material para eliminar material de alrededor de la línea enterrada delante del aparato de desenterramiento.

50 En algunas modalidades de acuerdo con el primer aspecto, los medios de eliminación de material comprenden una o más boquillas configuradas para dirigir uno o más chorros de fluido hacia el material a eliminar.

En algunas modalidades de acuerdo con el primer aspecto, una o más boquillas están orientadas de manera que una fuerza de reacción ejercida sobre el aparato de desenterramiento por uno o más chorros de fluido puede ayudar a alinear al aparato de desenterramiento y/o ayudar con la propulsión del aparato de desenterramiento a lo largo de la línea enterrada.

55 En algunas modalidades de acuerdo con el primer aspecto, una o más boquillas están configuradas para conectarse a una fuente de fluido presurizado para generar el chorro de fluido para levantar el material de alrededor de la línea enterrada.

60 En algunas modalidades de acuerdo con el primer aspecto, el aparato de desenterramiento comprende además la fuente de fluido presurizado, conectada a una o más boquillas.

En algunas modalidades de acuerdo con el primer aspecto, el cuerpo se configura para abrirse de modo que permita colocar una longitud continua de la línea en el canal, cerrándose entonces el cuerpo alrededor de la línea.

65

En algunas modalidades de acuerdo con el primer aspecto, el aparato de desenterramiento puede comprender además uno o más sensores configurados para monitorear el estado de la línea y/o al aparato de desenterramiento durante una operación de desenterramiento.

5 En algunas modalidades de acuerdo con el primer aspecto, uno o más sensores pueden comprender: un sensor de formación de imágenes configurado para capturar una imagen de la línea y/o del aparato de desenterramiento durante la operación de desenterramiento; y/o un tensiómetro configurado para medir una tensión en la línea durante la operación de desenterramiento; y/o un inclinómetro configurado para medir una inclinación del aparato de desenterramiento de línea durante la operación de desenterramiento; y/o un sensor de sonar configurado para detectar la línea enterrada durante la operación de desenterramiento; y/o un dispositivo de posicionamiento acústico para proporcionar información de ubicación sobre una ubicación del aparato de desenterramiento a un vehículo de control y/o un vehículo de recuperación.

15 En algunas modalidades de acuerdo con el primer aspecto, el aparato de desenterramiento comprende además un cable umbilical para conectar el aparato de desenterramiento a un vehículo de control.

En algunas modalidades de acuerdo con el primer aspecto, el cable umbilical se configura para transportar señales desde uno o más sensores al vehículo de control.

20 En algunas modalidades de acuerdo con el primer aspecto, el cable umbilical se configura para conectar una o más boquillas a la fuente de fluido presurizado en el vehículo de control.

25 En algunas modalidades de acuerdo con el primer aspecto, el aparato de desenterramiento comprende además medios de unión configurados para unir el aparato de desenterramiento a un cable de elevación para soportar el aparato de desenterramiento durante una operación de desenterramiento.

En algunas modalidades de acuerdo con el primer aspecto, el cable umbilical se conecta al cable de elevación en una pluralidad de puntos de acoplamiento de manera que el cable umbilical esté soportado por el cable de elevación.

30 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de recuperación para extraer una línea enterrada, el sistema comprende un aparato de desenterramiento de acuerdo con el primer aspecto, y un vehículo de control conectado al aparato de desenterramiento por el cable umbilical y/o por el cable de elevación. En algunas modalidades de acuerdo con el segundo aspecto, el vehículo de control es un vehículo sumergible. Alternativamente, en otra modalidad de acuerdo con el segundo aspecto, el vehículo de control es una embarcación de superficie configurada para recibir la línea enterrada extraída por el aparato de excavación de desenterramiento.

Breve descripción de los dibujos

40 Las modalidades de la presente invención se describirán ahora, a manera de ejemplo solamente, con referencia a los dibujos acompañantes, en los cuales:

La Figura 1 ilustra una vista en sección transversal de un aparato de desenterramiento, de acuerdo con una modalidad de la presente invención; y

45 La Figura 2 ilustra al aparato de desenterramiento durante su uso, de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

Descripción detallada

50 En la siguiente descripción detallada, solo se han mostrado y descrito ciertas modalidades ejemplificativas de la presente invención, simplemente a modo de ilustración. Como se darán cuenta los expertos en la técnica, las modalidades descritas pueden modificarse de varias maneras diferentes, todo ello sin apartarse del alcance de la presente invención. En consecuencia, los dibujos y la descripción deben considerarse de naturaleza ilustrativa y no restrictiva. Los números de referencia similares designan a elementos similares a lo largo de la descripción.

55 La Figura 1 ilustra una vista en sección transversal de un aparato de acuerdo con una modalidad de la presente invención. La Figura 2 ilustra el aparato de desenterramiento durante su uso. El aparato puede usarse para extraer una línea enterrada, por ejemplo, un cable o una tubería enterrados, y en lo sucesivo se denominará aparato de desenterramiento. Las modalidades de la presente invención pueden usarse para desenterrar cualquier tipo de líneas enterradas, incluidos, entre otros, cables de alimentación submarinos o terrestres, cables de telecomunicaciones, cables umbilicales u oleoductos/gasoductos.

60 El aparato 100 comprende un canal 112 configurado para recibir una línea enterrada 210 para ser extraída. El canal 112 pasa de un lado del aparato de desenterramiento 100 al otro, permitiendo que la línea 210 pase a través del aparato 100. En la presente modalidad, el canal 112 comprende aberturas acampanadas 114, 115 en los extremos frontal y trasero del canal 112. El aparato de desenterramiento 100 comprende además medios de eliminación de

material 141 para retirar material de alrededor de la línea enterrada 210 delante del aparato de desenterramiento 100.

El medio de eliminación de material 141 puede usarse para eliminar material de alrededor de la línea enterrada 210 sin dañar la línea 210. Los medios de eliminación de material permiten que el aparato de desenterramiento 100 abra la zanja, exponiendo de esta manera la línea enterrada 210 y permitiendo que la línea 210 se extraiga del suelo o del lecho marino. En la presente modalidad, los medios de eliminación de material 141 comprenden una pluralidad de boquillas 141 montadas en la cara frontal 114 del aparato 100. En otras modalidades, se puede proporcionar cualquier número de una o más boquillas. La pluralidad de boquillas 141 están configuradas para dirigir chorros de fluido hacia el material a eliminar, por delante del aparato de desenterramiento 100. En dependencia de la modalidad, el fluido puede ser un gas o un líquido.

El efecto de los chorros de fluido sobre el material en el que se entierra la línea 210 puede variar de acuerdo con el tipo de material y la presión del fluido. Los chorros pueden adaptarse para aumentar su eficiencia en diferentes condiciones del suelo/fondo marino. Por ejemplo, puede usarse un chorro de alta presión y bajo volumen para expulsar material lejos de la línea enterrada 210, cortando efectivamente el lecho marino/suelo. Alternativamente, puede usarse un chorro de gran volumen a baja presión para fluidificar el lecho marino/suelo, permitiendo que la línea 210 se elimine fácilmente sin perturbar significativamente el entorno que rodea. El chorro de gas/aire puede usarse para elevar el lecho marino cortado/fluidizado lejos de alrededor de la línea, lo que ayuda a reducir la tensión en la línea 210 y al mantenimiento del MBR de la línea durante estas operaciones.

En la presente modalidad, el aparato de desenterramiento 100 se configura para ser tirado a lo largo de un tramo de cable submarino enterrado 210 por una embarcación de superficie. Como el aparato de desenterramiento 100 se mueve a lo largo del cable 210, la abertura acampanada 114 en el extremo frontal del canal 112 sirve para guiar el cable 210 hacia el cuerpo del aparato 100. Como se muestra en la Figura 1, la abertura acampanada 114 en el extremo frontal del canal 112 ayuda a levantar el cable 210 del fondo de la zanja que es abierta por el aparato de desenterramiento 100. La abertura acampanada 115 en el extremo trasero del canal 112 tiene una superficie curva que se configura para soportar el cable 210 durante la extracción a medida que el cable 210 sale por la parte trasera del aparato 100. La superficie curva actúa para limitar el radio mínimo de curvatura (MBR) del cable 210 que puede ocurrir durante el proceso de extracción. Por lo tanto, la abertura acampanada 115 puede ayudar a evitar una flexión excesiva en el cable 210.

En la presente modalidad, las superficies curvas de las aberturas acampanadas 114, 115 en los extremos frontal y trasero del canal 112 tienen la forma para tener un radio de curvatura r que es mayor o igual al MBR del cable 210. Esto puede evitar que se produzca una situación en la que se supere el MBR del cable 210 durante la operación de desenterramiento.

En la presente modalidad, el canal 112 comprende una porción lineal que conecta las aberturas acampanadas 114, 115. En algunas modalidades, la porción lineal del canal 112 se puede acortar con relación a las longitudes de las aberturas acampanadas 114, 115. En algunas modalidades, la porción lineal puede omitirse por completo, de manera que la abertura acampanada 114 en la parte frontal del canal 112 se conecta directamente a la abertura acampanada 115 en la parte trasera del canal 112 sin una parte de revestimiento intermedia.

Proporcionando aberturas acampanadas 114, 115 en uno o ambos extremos del aparato 100, como en la presente modalidad, la curvatura de la línea 210 durante el desenterramiento se puede controlar para reducir la recuperación y la tensión de pelado en la línea 210, mientras que al mismo tiempo se asegura que el MBR de la línea 210 no se comprometa en ningún momento de la operación.

El cuerpo 110 del aparato de desenterramiento 100 puede construirse de cualquier material adecuado. Por ejemplo, en una modalidad submarina, el aparato de desenterramiento 100 puede estar formado por un material como acero estructural, "Weldex", u otros aceros fuertes y resistentes al desgaste. En dependencia del material usado para formar el aparato de desenterramiento 100, el aparato puede tener una masa significativa. Una mayor masa para el aparato de desenterramiento puede ser beneficiosa, ya que la mayor inercia puede ayudar al aparato 100 a mantener su ubicación en la zanja abierta durante una operación de desenterramiento.

En algunas modalidades, las boquillas orientadas hacia atrás pueden orientarse para ejercer una fuerza de reacción en el aparato de desenterramiento en la dirección de desplazamiento, lo que ayuda a alinear y propulsar el aparato a lo largo de la línea enterrada 210. El número de boquillas orientadas hacia atrás 142 puede ser menor que el número de boquillas orientadas hacia adelante 141. En la presente modalidad, el segundo medio de eliminación de material solo comprende boquillas 142 cerca de la línea central del aparato de desenterramiento 100. En algunas modalidades, se pueden omitir las boquillas orientadas hacia atrás.

En la presente modalidad, la pluralidad de boquillas 141, 142 se puede conectar a una fuente adecuada de fluido presurizado a través de una línea umbilical 222. Por ejemplo, en una modalidad submarina, el aparato de desenterramiento 100 se puede conectar a través de una línea umbilical 222 a una bomba a bordo de un barco por encima del aparato de desenterramiento 100. Alternativamente, en otras modalidades, el aparato de

desenterramiento 100 puede incluir una fuente adecuada de fluido presurizado, por ejemplo, una bomba de agua o un recipiente de aire comprimido.

Continuando con la referencia a la Figura 1, en la presente modalidad, el cuerpo 110 del aparato de desenterramiento 100 se configura para abrirse a fin de permitir colocar un tramo continuo del cable 210 en el canal 112. Una vez que el cable 210 se ha colocado dentro del canal 112, el cuerpo 110 se puede cerrar alrededor del cable 210. Esto permite que el aparato de desenterramiento se ajuste a un cable 210 sin tener que cortar el cable 210. En la presente modalidad, el cuerpo 110 está dividido en dos mitades que están conectadas por bridas a lo largo de la línea central longitudinal para permitir la carga/descarga del cable 210. Por ejemplo, las dos mitades del cuerpo 110 se pueden unir a lo largo del eje horizontal o vertical. Las bridas se pueden unir entre sí por medio de una pluralidad de agujeros para tornillos 113.

En algunas modalidades, al comienzo de la operación de desenterramiento, el extremo cortado de la línea 210 se puede enhebrar a través del canal 112 sin abrir el cuerpo 110. Una vez que se completa la recuperación del cable, el cuerpo 110 puede abrirse para permitir que la línea de desenterramiento 210 se retire del aparato de desenterramiento 100. Alternativamente, si se extrae toda la línea 210 hasta un extremo libre de la línea 210, la línea 210 puede retirarse desde la parte trasera del aparato de desenterramiento 100 sin tener que abrir el cuerpo 110.

El aparato de desenterramiento 100 de la presente modalidad comprende además uno o más sensores 120 configurados para monitorear el estado del cable 210 y/o el aparato de desenterramiento 100 durante una operación de desenterramiento. Uno o más sensores 120 pueden asistir en el monitoreo de la operación de desenterramiento del cable durante el desenterramiento, y pueden ayudar a la recuperación del cable en condiciones de poca visibilidad. Los sensores pueden proporcionar datos a un vehículo de recuperación de cables, por ejemplo, una embarcación madre conectada a un aparato de desenterramiento de cables submarinos a través de una línea umbilical. Por ejemplo, uno o más sensores 120 pueden comprender uno o más de:

- un sensor de formación de imágenes configurado para capturar una imagen de la línea y/o el aparato de desenterramiento durante la operación de desenterramiento;
- un tensiómetro configurado para medir una tensión en la línea durante la operación de desenterramiento;
- un inclinómetro configurado para medir una inclinación del aparato de desenterramiento durante la operación de desenterramiento;
- un sensor de sonar configurado para detectar la línea por delante del aparato de desenterramiento durante la operación de desenterramiento; y
- una baliza acústica de posicionamiento, como un respondedor, un transpondedor o un pinger para proporcionar información de ubicación sobre una ubicación del aparato de desenterramiento a un vehículo de recuperación.

Debe entenderse que los sensores anteriores se describen simplemente por medio de un ejemplo ilustrativo, y que en otras modalidades se pueden usar diferentes tipos de sensores. Además, en algunas modalidades, el aparato de desenterramiento 100 puede no incluir ningún sensor.

En la presente modalidad, el aparato de desenterramiento 100 se configura para su uso con cables submarinos y se configura para desplegarse desde una embarcación de superficie. Para permitir que el aparato de desenterramiento 100 se controle remotamente desde la embarcación de superficie, el aparato 100 puede ser proporcionado además con un cable umbilical 222 para conectar el aparato de desenterramiento 100 a un vehículo de recuperación adecuado, que en la presente modalidad puede ser una embarcación de superficie, como un barco de reparación de cables submarinos.

El cable umbilical 222 puede realizar varias funciones, en dependencia de las capacidades del aparato de desenterramiento 100. Por ejemplo, cuando el aparato de desenterramiento 100 comprende uno o más sensores integrados 120, el cable umbilical 222 puede configurarse para llevar señales desde uno o más sensores 120 al vehículo de recuperación. En la presente modalidad, el cable umbilical 222 se configura para conectar una o más boquillas 141, 142 a una fuente de fluido presurizado en el vehículo de recuperación.

En algunas modalidades, el aparato de desenterramiento 100 puede ser capaz de ser soportado por un cable de elevación 220 que puede controlarse mediante un mecanismo de compensación de empuje. Por ejemplo, esto puede permitir que el aparato de desenterramiento 100 se mantenga a una altura y orientación constantes para evitar forzar excesivamente la línea 210 durante la operación de recuperación. En la presente modalidad, el aparato de desenterramiento 100 comprende medios de unión en la forma de una pluralidad de puntos de acoplamiento 130 a los que se puede unir un cable de elevación 220. El cable de elevación 220 también puede denominarse brida. El otro extremo del cable de elevación 220 se puede conectar a un dispositivo de elevación adecuado, como una grúa o un bastidor "A", montado en la embarcación de reparación/recuperación. En modalidades en las que están presentes tanto un cable de elevación 220 como un cable umbilical 222, el cable umbilical 222 puede conectarse al cable de elevación 220 en una pluralidad de puntos de acoplamiento 221, de manera que el cable umbilical 222 esté soportado por el cable de elevación 220.

Como se describió anteriormente, en la presente modalidad, el aparato de desenterramiento 100 está conectado a una embarcación de recuperación de superficie a través de un cable de elevación 220 y un cable umbilical 222. La embarcación de superficie se puede configurar para recibir el cable 210 que se extrae por el aparato de desenterramiento 100. Sin embargo, en otras modalidades, el aparato de desenterramiento 100 se puede conectar a través del cable de elevación 220 y/o el cable umbilical 222 a un tipo diferente de vehículo, como un vehículo subacuático operado a distancia (ROV), un sumergible tripulado o cualquier otro vehículo adecuado. Al conectar el aparato de desenterramiento 100 a un vehículo sumergible como un ROV o un sumergible tripulado, la longitud del cable de elevación 220 y el cable umbilical 222 se puede reducir en comparación con las modalidades en las que un aparato de desenterramiento 100 está conectado a una embarcación de superficie.

En modalidades en las que el aparato de desenterramiento 100 está conectado a un sumergible como un ROV, el cable 210 aún puede recuperarse en un vehículo de recuperación adecuado que esté separado del sumergible, como una embarcación de superficie como en la modalidad descrita anteriormente con referencia a la Figura 2. En tales modalidades, el aparato de desenterramiento 100 puede operarse a través del sumergible sin requerir una conexión entre el aparato de desenterramiento 100 y la embarcación de superficie. El vehículo desde el que se controla el aparato de desenterramiento 100 puede denominarse "vehículo de control", y el vehículo que se usa para recuperar el cable 210 puede denominarse "vehículo de recuperación". En algunas modalidades, el vehículo de control y el vehículo de recuperación pueden ser el mismo vehículo, como en la modalidad descrita anteriormente con referencia a la Figura 2, en la que una embarcación de superficie actúa como vehículo de control y vehículo de recuperación.

Se apreciará que diferentes líneas 210 pueden tener diferentes parámetros de manejo, tales como tamaño dimensional general, masa, MBR y tensión aplicada máxima permitida. Las dimensiones del aparato de desenterramiento 100 se pueden personalizar para una línea particular, o gama de líneas, con las que el aparato de desenterramiento 100 está diseñado para ser usado. Únicamente a modo de ejemplo, en una modalidad configurada para desenterrar un cable submarino con un diámetro de 0,25 metros (m), el aparato de excavación 100 puede comprender un canal interno 112 con un diámetro de entre 0,5 m y 2 m.

Además, en algunas modalidades, el aparato de desenterramiento 100 puede configurarse para usarse con cables que incluyen juntas 211 en ciertos puntos a lo largo del cable 210. Por ejemplo, una junta 211 en un cable submarino 210 puede comprender una sección recta de alrededor de 2 m de longitud más restrictores de curvatura cónica de 2 m en cada extremo. Para permitir que una junta 211 pase libremente a través del aparato de desenterramiento 100, el diámetro interno del canal 112 puede ser alrededor de 3× el diámetro máximo de la junta 211. Al hacer que el diámetro interno del canal 112 sea mayor que el diámetro máximo de la junta 211, se puede acomodar un cierto grado de desalineación entre el aparato de desenterramiento 100 y la junta 211 sin que el aparato de desenterramiento 100 se adhiera a la articulación 211 y quede atascado.

Las modalidades de la presente invención pueden permitir que las líneas enterradas sean descubiertas y extraídas para su reparación de una manera segura y controlada, sin causar daños adicionales a la línea. Esto puede permitir que la longitud de la línea que se ha recuperado se reutilice después de que se haya completado la operación de desenterramiento. Además, las modalidades de la invención pueden minimizar el alcance de la perturbación del entorno que rodea, dado que cualquier perturbación del suelo o del lecho marino se localiza en una franja corta inmediatamente a ambos lados de la línea. Las aberturas acampanadas a cada lado del aparato de desenterramiento 100 proporcionan control MBR y reducción de la tensión durante todas las fases de las operaciones de desenterramiento y recuperación.

Aunque se han descrito en la presente descripción ciertas modalidades de la invención con referencia a los dibujos, se debe entender que serán posibles muchas variaciones y modificaciones sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un aparato de desenterramiento (100) y cable o tubería enterrado (210), estando configurado el aparato de desenterramiento para extraer el cable o tubería enterrado que tiene un radio mínimo de curvatura, el aparato que comprende:

10 un canal (112) configurado para recibir el cable o tubería enterrado a extraer, el canal que comprende una primera abertura acampanada (114) en un extremo frontal del aparato de desenterramiento y una segunda abertura acampanada (115) en el extremo trasero del aparato de desenterramiento, cada una de las aberturas acampanadas primera y segunda que tiene una superficie curva configurada para soportar la línea durante la extracción, en donde la superficie curva de las aberturas acampanadas primera y segunda tienen un radio de curvatura mayor o igual que el radio mínimo de curvatura del cable o tubería enterrado para ser extraído; y

15 medios de eliminación de material (141) para eliminar material de alrededor del cable o tubería enterrado por delante del aparato de desenterramiento.
- 20 2. El aparato de desenterramiento y cable o tubería enterrado de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los medios de eliminación de material comprenden una o más boquillas (141) en dicho extremo frontal configuradas para dirigir uno o más chorros de fluido hacia el material a eliminar.
- 25 3. El aparato de desenterramiento y el cable o tubería enterrado de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, que comprende además una o más boquillas (142) en dicho extremo trasero que están orientadas de manera que una fuerza de reacción ejercida sobre el aparato de desenterramiento (100) por uno o más chorros de fluido en la parte trasera ayudan a alinear y/o propulsar el aparato de desenterramiento a lo largo del cable o tubería enterrado.
- 30 4. El aparato de desenterramiento y el cable o tubería enterrado de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, en donde una o más boquillas están configuradas para conectarse a una fuente de fluido presurizado para generar los chorros de fluido para elevar el material de alrededor del cable o tubería enterrado apropiado.
- 35 5. El aparato de desenterramiento y el cable o tubería enterrado de acuerdo con la reivindicación 4, que comprende, además:
la fuente de fluido presurizado, conectada a una o más boquillas.
- 40 6. El aparato de desenterramiento y el cable o tubería enterrado de las reivindicaciones anteriores, en donde: el cuerpo se configura para abrirse de modo que permita colocar un tramo continuo del cable o tubería enterrado en el canal, cerrándose entonces el cuerpo alrededor del cable o tubería.
- 45 7. El aparato de desenterramiento y el cable o tubería enterrado de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además: uno o más sensores (120) configurados para monitorear el estado del cable o tubería y/o el aparato de desenterramiento durante una operación de desenterramiento.
- 50 8. El aparato de desenterramiento y el cable o tubería enterrado de acuerdo con la reivindicación 7, en donde uno o más sensores comprenden al menos uno de:
un sensor de formación de imágenes configurado para capturar una imagen del cable o tubería y/o el aparato de desenterramiento durante la operación de desenterramiento; y/o
un tensiómetro configurado para medir una tensión en el cable o tubería durante la operación de desenterramiento; y/o
un inclinómetro configurado para medir una inclinación del aparato de desenterramiento durante la operación de desenterramiento; y/o
un sensor de sonar configurado para detectar la línea enterrada durante la operación de desenterramiento; y/o
55 una baliza acústica de posicionamiento para proporcionar información de ubicación sobre una ubicación del aparato de desenterramiento a un vehículo de control y/o un vehículo de recuperación.
- 60 9. El aparato de desenterramiento y el cable o tubería enterrado de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además:
un cable umbilical (222) para conectar el aparato de desenterramiento a un vehículo de control.
- 65 10. El aparato de desenterramiento y el cable o tubería enterrado de acuerdo con la reivindicación 9 cuando depende de la reivindicación 7 u 8, en donde el cable umbilical (222) se configura para transportar señales desde uno o más sensores al vehículo de control.

11. El aparato de desenterramiento y el cable o tubería enterrado de acuerdo con la reivindicación 9 cuando depende de la reivindicación 4, en donde el cable umbilical (222) se configura para conectar una o más boquillas a la fuente de fluido presurizado en el vehículo de control.
- 5 12. El aparato de desenterramiento y el cable o tubería enterrado de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:
medios de unión configurados para unir el aparato de desenterramiento a un cable de elevación para soportar el aparato de desenterramiento durante una operación de desenterramiento.
- 10 13. El aparato de desenterramiento y el cable o tubería enterrado de acuerdo con la reivindicación 12 cuando depende de la reivindicación 9, 10 u 11, en donde el cable umbilical (222) está conectado al cable de elevación en una pluralidad de puntos de acoplamiento de manera que el cable umbilical está soportado por el cable de elevación.
- 15 14. Un sistema de recuperación para extraer una línea enterrada, el sistema que comprende:
el aparato de desenterramiento y el cable o tubería enterrado de acuerdo con la reivindicación 9 o cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13 cuando dependen de la reivindicación 9; y
un vehículo de control conectado al aparato de desenterramiento por el cable umbilical y/o por el cable de elevación.
- 20 15. El sistema de recuperación de acuerdo con la reivindicación 14, en donde el vehículo de control es un vehículo sumergible o en donde el vehículo de control es una embarcación de superficie configurada para recibir el cable o tubería extraído por el aparato de desenterramiento.

25

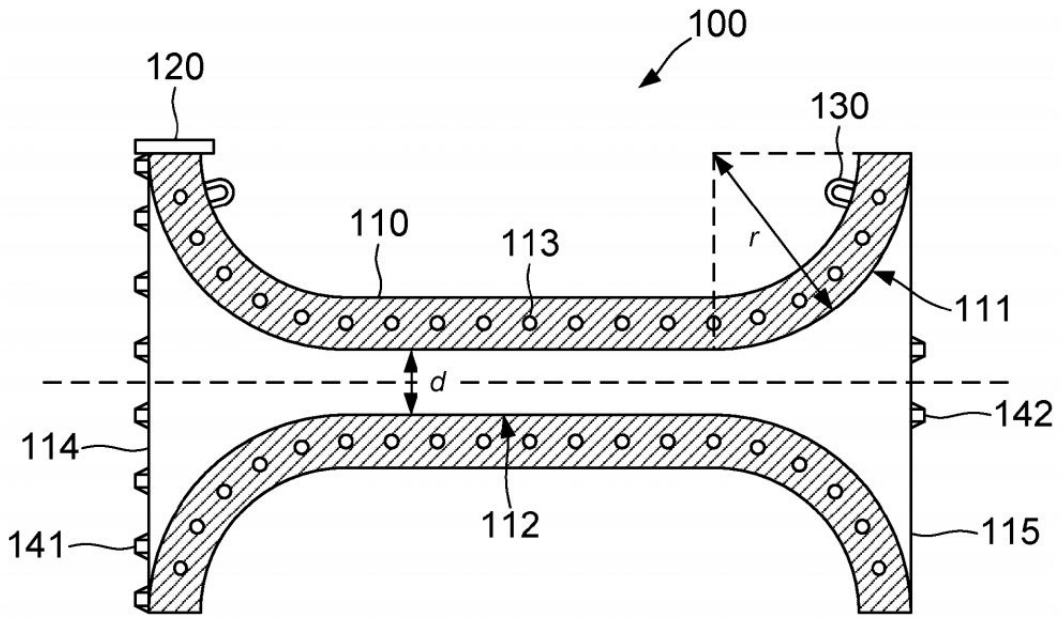


FIGURA 1

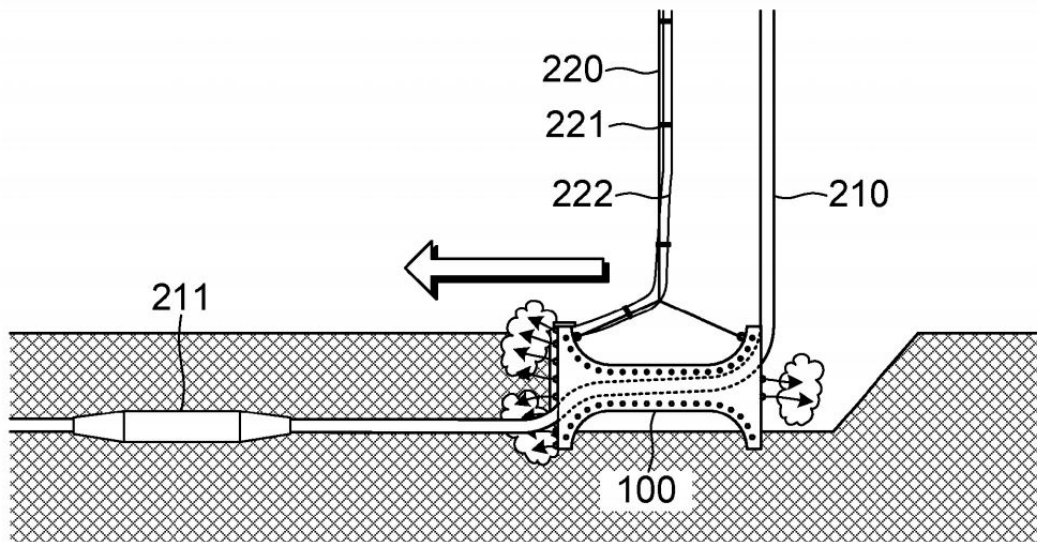


FIGURA 2