

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 014 811**

51 Int. Cl.:

H02G 1/08 (2006.01)

H02G 1/10 (2006.01)

G02B 6/50 (2006.01)

G02B 6/52 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.09.2020** **PCT/EP2020/077091**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.04.2021** **WO21063881**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.09.2020** **E 20781361 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2025** **EP 4038709**

54 Título: **Introducir un elemento alargado en un conducto submarino**

30 Prioridad:

04.10.2019 CH 12642019

08.11.2019 CH 14102019

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
25.04.2025

73 Titular/es:

PLUMETTAZ HOLDING S.A. (100.00%)

Route de la Gribannaz 7

1880 Bex, CH

72 Inventor/es:

GRIFFIOEN, WILLEM

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 3 014 811 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

Introducir un elemento alargado en un conducto submarino

La presente invención se refiere al tendido de un elemento alargado (un cable, una fibra...) en un conducto (un tubo) que está al menos parcialmente sumergido. En particular, la invención se refiere, típicamente, a tender un elemento alargado en un conducto que tiene un puerto de entrada ubicado en un primer nivel, por ejemplo, por encima o al nivel de superficie de un lago o mar o a una primera profundidad, descendiendo una primera porción (aunque no de forma limitativa), por ejemplo, hasta el lecho del lago o el lecho marino, y extendiéndose una segunda porción sobre el lecho de un lago o un lecho marino o a una segunda profundidad, usualmente inferior a la primera profundidad (aunque no de forma limitativa). En otras palabras, el elemento alargado tiene que tenderse, por ejemplo, desde la superficie y tiene que alcanzar una porción del conducto que está tendida en el lecho de un lago, el lecho de un río o un lecho marino. Por consiguiente, el elemento alargado puede tenderse desde la superficie hasta la segunda porción del conducto ubicada a una profundidad de decenas de metros, cientos de metros e, incluso, miles de metros.

Los métodos conocidos para instalar elementos alargados en conductos utilizan un fluido propulsor para generar fuerzas de arrastre a lo largo de toda la longitud del elemento alargado. Es conocido introducir el fluido propulsor en el conducto bajo presión a través de una cámara de presión conectada a la entrada del conducto. A continuación, el elemento alargado tiene que ser empujado hacia la cámara de presión para entrar en el conducto. Sin embargo, la presión que se debe aplicar al fluido propulsor en la entrada del conducto depende de la longitud total del conducto. Para distancias muy largas (varios kilómetros), la presión de entrada requerida del fluido propulsor (líquido) puede ser de decenas o cientos de bares. Estos valores se convierten en un problema, ya que el elemento alargado no puede introducirse en la cámara de presión sin que se produzca pandeo. El documento JPS5577126A describe un método para tender un cable de fibra óptica de fondo marino. El documento JPS61219903A describe un método de tendido de líneas de transmisión óptica. El documento US-5205542A describe una instalación de fibra óptica. El documento US-2006219992A1 describe sistemas y métodos para controlar la presurización de conductos para la instalación de cables.

La presente invención tiene como objetivo abordar los inconvenientes mencionados anteriormente del estado de la técnica y proponer primero un método para tender un elemento alargado en un conducto submarino, que permita operar de manera sencilla una variedad de tamaños de un elemento alargado en una variedad de condiciones.

Con este objetivo, un primer aspecto de la invención es un método para instalar un elemento alargado, tal como un cable o una fibra, en un conducto submarino, teniendo el conducto submarino un puerto de entrada ubicado en, o por encima de, un nivel de superficie o a una primera profundidad en un líquido exterior y un puerto de salida ubicado en el líquido exterior a una segunda profundidad, comprendiendo el método las etapas de:

- introducir el elemento alargado en el puerto de entrada,
- introducir líquido propulsor en el puerto de entrada del conducto,

en donde el método comprende una etapa de aspirar el líquido propulsor hacia fuera del puerto de salida del conducto con una bomba de succión sumergida que está sumergida en las proximidades del puerto de salida, que presenta una entrada conectada al puerto de salida y una salida, operándose la bomba de succión sumergida a una caída de presión de succión predeterminada del líquido propulsor entre la entrada de bomba de succión sumergida y la salida de bomba de succión sumergida de modo que la caída de presión de succión predeterminada aplicada al líquido propulsor es menor que una presión hidrostática fuera del conducto en la ubicación de la bomba de succión sumergida. Según la realización anterior, se instala una bomba de succión en la ubicación de puerto de salida y se conecta al puerto de salida. A continuación, se opera la bomba para aspirar el líquido propulsor hacia fuera del conducto, aplicando una caída de presión al líquido propulsor. La instalación ahora es posible incluso en grandes longitudes, ya que la caída de presión se aplica en el puerto de salida, de modo que el elemento alargado se pueda introducir fácilmente en el puerto de entrada. Debe tenerse en cuenta que la cámara de presión ya no es obligatoria: se puede introducir directamente el elemento alargado en el conducto, ya que el líquido propulsor se puede introducir sin presión de entrada. Debe observarse que la caída de presión de succión predeterminada aplicada al líquido propulsor creada por la bomba de succión es menor que la presión hidrostática en el puerto de salida: la presión, en condiciones dinámicas, dentro del conducto es siempre positiva, evitando la generación de burbujas o huecos.

Según un aspecto, el puerto de entrada podría estar ubicado en una posición/altitud más alta que el puerto de salida. En otras palabras, el puerto de entrada puede estar al nivel de superficie, un poco más alto o, incluso, debajo de la superficie. Debe tenerse en cuenta que el método no se limita a lo anterior y el puerto de entrada puede estar ubicado a una profundidad más profunda que el puerto de salida.

De forma ventajosa, la caída de presión de succión predeterminada aplicada al líquido propulsor es superior a 500 kPa (5 bar), preferiblemente superior al 70 % y más preferiblemente superior al 80 % e incluso más preferiblemente al 90 % de la presión hidrostática en la ubicación del puerto de salida y/o la bomba de succión sumergida.

De forma ventajosa, el puerto de entrada está conectado a una cámara de presión y:

- el elemento alargado se introduce en el puerto de entrada a través de la cámara de presión,

- el líquido propulsor se introduce en el puerto de entrada a través de la cámara de presión a una presión de entrada predeterminada que se establece para que nunca supere una presión umbral. Según la realización anterior, el líquido propulsor se introduce bajo presión, de modo que se pueda aumentar la longitud de instalación.

De forma ventajosa, la caída de presión de succión predeterminada aplicada por la bomba de succión sumergida al líquido propulsor es menor que la presión hidrostática en la ubicación de la bomba de succión sumergida. La presión en el interior del conducto es siempre positiva, por lo que no se generan cavitaciones, burbujas o huecos.

De forma ventajosa, la presión de entrada umbral se establece para que sea inferior a 3000 kPa (30 bar), y preferiblemente inferior a 2000 kPa (20 bar). El elemento alargado se puede introducir fácilmente en el conducto a estas presiones con una unidad de empuje que comprenda orugas, por ejemplo, ya que la fuerza de contrapresión aplicada al elemento alargado no superará la fuerza de empuje lograda por la unidad de empuje mediante orugas.

De forma ventajosa, la presión de entrada umbral se establece para que sea inferior al 20 %, y preferiblemente inferior al 10 %, de la caída de presión de succión predeterminada aplicada al líquido propulsor por la bomba de succión sumergida. De nuevo, el elemento alargado se puede introducir fácilmente en el conducto a estas presiones con una unidad de empuje que comprenda orugas, por ejemplo, ya que la fuerza de contrapresión aplicada al elemento alargado no superará la fuerza de empuje lograda por la unidad de empuje mediante orugas.

Sin embargo, el método no se limita a las dos realizaciones anteriores y también se pueden mantener presiones de entrada de un intervalo más alto, de hasta 10000 kPa (100 bar), por ejemplo. En este último caso, la bobina con elemento alargado también podría ubicarse dentro de un tanque de presión, en comunicación de presión con la cámara de presión.

De forma ventajosa, el elemento alargado es arrastrado hacia la cámara de presión con medios de arrastre dispuestos dentro de la cámara de presión.

De forma ventajosa, el elemento alargado es empujado hacia la cámara de presión con medios de empuje dispuestos fuera de la cámara de presión.

De forma ventajosa, el elemento alargado presenta un área de sección transversal y es empujado o arrastrado hacia la cámara de presión con una fuerza de empuje o arrastre dada, y en donde la presión de entrada predeterminada se establece para que sea igual o inferior a la fuerza de empuje o arrastre dividida por el área de sección transversal.

De forma ventajosa, el elemento alargado se inserta libremente en el puerto de entrada, es decir, sin unidad de empuje o unidad de arrastre (orugas). El equipo de instalación es muy sencillo y no requiere ninguna cámara de presión ni ninguna unidad de accionamiento sofisticada para introducir el elemento alargado en el conducto.

De forma ventajosa, el elemento alargado se inserta en el puerto de entrada a través de un tubo de suministro, teniendo el tubo de suministro una entrada y una salida, estando la salida del tubo de suministro en conexión con el puerto de entrada del conducto, alimentándose un fluido determinado bajo presión cerca de la entrada del tubo de suministro y conduciéndose el elemento alargado hacia la entrada del tubo de suministro y propulsándose a través del tubo de suministro mediante la fuerza de arrastre del fluido determinado, descargándose al menos parte del fluido determinado desde el tubo de suministro en la salida del tubo de suministro y, en el puerto de entrada del conducto, alimentándose el líquido propulsor. Debido a dichas medidas, la caída de presión en la entrada de la sección tubular (tubo de suministro + conducto) puede superarse sin utilizar medios mecánicos que puedan dañar el elemento alargado.

De forma ventajosa, el método comprende las etapas de:

- proporcionar un acoplador en las proximidades del puerto de salida a la profundidad dada, conectándose el acoplador a una cuerda de arrastre,

- acoplar el acoplador a un extremo más delantero del elemento alargado que llega al puerto de salida,

- arrastrar el extremo más delantero hacia el nivel de superficie. Según la realización anterior, mientras continúa la operación de la bomba de succión y la inserción del elemento alargado y el líquido propulsor en el puerto de entrada, el elemento alargado es arrastrado hacia la superficie después de estar totalmente instalado en el conducto submarino. El acoplador puede ser un raspador de conexión.

De forma ventajosa, el método comprende una etapa inicial de proporcionar una unión en T en el puerto de salida, para:

- acoplar el puerto de salida a una primera ramificación de la unión en T,

- acoplar una segunda ramificación de la unión en T alineada con la primera ramificación a un conducto ascendente que contiene el acoplador y la cuerda de arrastre,

5 - acoplar la entrada de bomba de succión sumergida a una tercera ramificación de la unión en T. La unión en T permite que la bomba de succión sumergida continúe aspirando el líquido propulsor durante todo el proceso de arrastre del elemento alargado hasta la superficie.

10 Alternativamente al acoplamiento del elemento alargado que llega al puerto de salida para arrastra su extremo más delantero hasta el nivel de superficie, el método comprende una fase de preparación, ejecutada antes de introducir el elemento alargado en el conducto, que comprende la etapa de acoplar el elemento alargado a una línea precursora seleccionada para que tenga al menos una densidad similar a la del líquido propulsor y/o una mayor flexibilidad a la del elemento alargado, en donde el puerto de salida del conducto se conecta a través de una unión en T a un conducto ascendente que conduce cerca de, o hasta, la superficie, de modo que el método comprende la etapa de introducir la línea precursora en el conducto antes de instalar el elemento alargado, así como la etapa de conducir un extremo más delantero de la línea precursora hasta, o a través de, una salida del conducto ascendente simultáneamente, o preferiblemente antes, de que el extremo más delantero del elemento alargado llegue al puerto de salida del conducto.

15 De forma ventajosa, el método finaliza con la etapa que consiste en elevar el elemento alargado hasta la salida del conducto ascendente arrastrando la línea precursora.

20 De forma ventajosa, el acoplamiento de la línea precursora al elemento alargado se ejecuta antes de la introducción de la línea precursora en el conducto.

25 Alternativamente, el acoplamiento de la línea precursora al elemento alargado se ejecuta después de que una parte significativa de la línea precursora (al menos el 80 %, preferiblemente al menos el 90 %, y más preferiblemente toda la longitud excepto 10 metros) se haya introducido en el conducto.

30 De forma ventajosa, la caída de presión de succión predeterminada se establece para definir un nivel del líquido propulsor en el conducto ascendente que se ubicará estrictamente por encima de la bomba, a una distancia de, por ejemplo, 10 m o más.

De forma ventajosa, el puerto de salida está ubicado a una profundidad superior a 100 m, preferiblemente superior a 200 m y, más preferiblemente superior a 1000 m.

35 De forma ventajosa, el conducto presenta una longitud superior a 1 km, preferiblemente superior a 10 km y, más preferiblemente superior a 20 km.

40 Debe entenderse que todas las características técnicas anteriores pueden combinarse entre sí o disociarse entre sí, siempre que no exista ninguna contradicción técnica y se encuentren dentro del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Otras características y ventajas de la presente invención resultarán más claras a partir de la siguiente descripción detallada de ejemplos particulares y no limitantes de la invención, ilustrados mediante los dibujos adjuntos, donde:

45 - la figura 1 representa un boceto del tendido de un elemento alargado en un conducto submarino, según el estado de la técnica;

- la figura 2 representa un gráfico que muestra las presiones implicadas en el caso de la figura 1;

50 - la figura 3 representa un boceto del tendido de un elemento alargado en un conducto submarino, según la invención;

- la figura 4 representa un gráfico que muestra las presiones implicadas en el caso de la figura 3;

55 - la figura 5 representa un boceto del tendido de un elemento alargado en un conducto submarino, según una realización alternativa de la invención;

- las figuras 6 y 7 representan una realización alternativa a la representada en la figura 5.

60 En la figura 1, se proporciona una representación esquemática del estado de la técnica para instalar un elemento alargado 10 haciéndolo flotar hacia un conducto 20 casi totalmente sumergido en un líquido exterior OL. Como ejemplo, se da una profundidad de 0,4 km y una longitud total de 2 km.

65 El conducto 20 presenta un puerto 21 de entrada conectado a una cámara 40 de presión, el elemento alargado 10 es empujado hacia el puerto 21 de entrada a través de la cámara 40 de presión con una unidad 50 de empuje (orugas). El puerto 21 de entrada en el ejemplo está ubicado a la altitud H1, pero podría estar ubicado debajo de la superficie del mar

a una primera profundidad. En caso de que el puerto 21 de entrada esté ubicado debajo de la superficie del mar, estaría a una primera profundidad y la referencia H1 utilizada para la altitud se convertiría en la referencia D1 en las figuras.

El conducto 20 presenta también un puerto 22 de salida, ubicado muy por debajo del nivel de superficie, en el lecho marino, a una segunda profundidad D2. En el ejemplo dado, el puerto 22 de salida se somete a una presión hidrostática P_{hidro} correspondiente a la altura de la columna C de líquido exterior.

Para insertar el elemento alargado 10 en el conducto 20, se introduce un líquido propulsor PL a una presión $\Delta P_{\text{entrada}}$. En detalle, dado que esta presión $\Delta P_{\text{entrada}}$ es generada por una bomba, es una diferencia de presión o una caída de presión.

Como se muestra en la figura 2, la presión fuera del conducto 20 aumenta linealmente de 0 a 4000 kPa (40 bar) en la parte vertical. Con respecto a la presión dentro del conducto 20, en el puerto 21 de entrada, la presión $\Delta P_{\text{entrada}}$ aplicada es de 1000 kPa (10 bar), también 1000 kPa (10 bar) más alta que en el exterior del conducto 20 en el puerto 21 de entrada y, al final del conducto 20, la presión interior es igual a la del exterior del conducto 20 (4000 kPa (40 bar)). La presión virtual en el conducto 20 (en este caso, también la presión relativa del conducto) disminuye linealmente de 1000 a 0 kPa (10 a 0 bar). La pendiente de la presión virtual, que obedece a la ley de Blasius para el flujo turbulento, es una medida de la fuerza de arrastre del elemento alargado 10.

Para insertar el elemento alargado 10 en la cámara 40 de presión a 1000 kPa (10 bar), el elemento alargado 10 debe empujarse con una fuerza al menos igual a esta presión $\Delta P_{\text{entrada}}$, multiplicada por el área de sección transversal del elemento alargado 10 (empujando el corcho). Para un elemento alargado 10 con, por ejemplo, un diámetro de 30 mm, esto requeriría una fuerza de empuje de al menos 707 N. Este esfuerzo se convierte en un factor claramente limitante en caso de que la profundidad y la longitud sean más altas que en este ejemplo dado. Por ejemplo, si la profundidad y la longitud son 10 veces mayores, se necesita una presión de 10000 kPa (100 bar), lo que lleva a una fuerza de empuje de 7069 N. Mucho más de lo que suelen ofrecer las máquinas para flotar y soplar cables de este tamaño (normalmente, tienen una capacidad máxima de 2000 kPa (20 bar) o menos y una fuerza de empuje máxima de unos 700 N). El aumento de la fuerza de empuje puede realizarse, en principio, utilizando una serie de elementos de empuje en conjunto, pero esto está limitado por el riesgo de pandeo del elemento alargado 10. En principio, esto podría evitarse al ubicar los elementos de empuje dentro de la cámara de presión (de modo que arrastren en lugar de empujar, evitando el pandeo). Esto no solo alargaría mucho la cámara de presión, sino que también existe el riesgo de que se produzca un pandeo del conducto si la instalación del elemento alargado 10 se bloquea mientras se libera la presión del líquido propulsor y los elementos de empuje siguen empujando. Para la instalación del pequeño elemento alargado 10 y las fibras ópticas en pequeños tubos de acero, esto se ha resuelto ubicando la totalidad de la bobina del elemento alargado 10 dentro de un tanque, a la misma presión que la cámara de presión y en comunicación con ella. Para un elemento alargado 10 de 30 mm de 20 km de largo, ¡el tanque de presión de 10000 kPa (100 bar) sería enorme!

Para evitar los inconvenientes anteriores y permitir la instalación en conductos muy largos (más de 10 km, 20 km o, incluso, 40 km) y muy profundos (4000 m de profundidad), la figura 3 ilustra un método según la invención que implica ubicar una bomba 30 de succión sumergida en el puerto 22 de salida del conducto 20. Esta bomba 30 de succión sumergida puede tener su salida justo en los alrededores del puerto 22 de salida. Ahora, la presión relativa sobre el conducto 20 es negativa para una parte del conducto 20, véase la figura 4 (ahora también se muestra la presión relativa), donde la bomba 30 de succión sumergida se opera a 3800 kPa (38 bar). En este caso, se obtiene un gradiente de presión interior virtual 4,8 veces mayor, lo que da como resultado una fuerza de arrastre 4,8 veces mayor sobre el elemento alargado, o una longitud de instalación aproximadamente 4,8 veces mayor. Según la invención, la bomba 30 de succión sumergida es operada en el puerto 22 de salida de conducto con una caída de presión (3800 kPa (38 bar)) por debajo de la presión hidrostática (4000 kPa (40 bar)) en el lecho marino para evitar un bombeo con demasiada fuerza y/o la creación de secciones de vacío sin agua en el conducto 20. En particular, la bomba 30 de succión sumergida aplica al líquido propulsor una caída ΔP_{bomba} de presión de succión predeterminada, el líquido exterior aplica al conducto 20 una presión hidrostática P_{hidro} generada por la columna C de líquido exterior, para lo cual se aplicará la siguiente relación:

$$P_{\text{hidro}} > \Delta P_{\text{bomba}}$$

Otro ejemplo se describe en la figura 5, donde el elemento alargado 10 es arrastrado hacia la superficie después de instalarse en el conducto 20. Con este objetivo, el puerto 22 de salida está conectado a la bomba 30 de succión sumergida y un conducto ascendente 25 a través de una unión en T, y también se proporciona una cuerda 27 de cabrestante tirada por una unidad 26 de cabrestante.

En el ejemplo dado de la figura 5, el elemento alargado 10 se instala en un microconducto de 16/13 mm para su instalación entre dos plataformas marinas distantes por ocho kilómetros. Según la técnica de flotación habitual, se necesitarían, por ejemplo, 4000 kPa (40 bar) de presión para el líquido propulsor en la cámara 50 de presión. El mar entre las plataformas tiene una profundidad de 200 m. Como ejemplo del microconducto (el conducto 20 de la figura 5), un microconducto SDR 11 con una proporción dimensional estándar puede someterse sin riesgo de implosión a una presión exterior breve de 1750 kPa (17,5 bar) (a 25 °C, mucho más a una temperatura de aguas profundas de, por ejemplo, 4 °C). La bomba 30 de succión sumergida está a una profundidad de 185 m (presión hidrostática de 1850 kPa (18,5 bar)) y está conectada mediante una unión en T en el puerto 22 de salida (ya o casi

ya en el conducto ascendente 25 vertical) en la vertical de la segunda plataforma (de llegada). El bombeo se limita a la aplicación de una caída ΔP_{bomba} de presión de succión predeterminada en la bomba 30 de succión sumergida de 1750 kPa (17,5 bar) (para evitar la implosión del microconducto), respetando también los criterios:

$$P_{\text{hidro}} > \Delta P_{\text{bomba}}$$

se evitan el vacío y/o la cavitación. En el lado de inyección (puerto 21 de entrada), la presión $\Delta P_{\text{entrada}}$ de líquido propulsor aplicada es de 2500 kPa (25 bar) (la presión interior relativa en un conducto puede ser superior a la presión exterior relativa, la presión interior de 2500 kPa (25 bar) no es problema para el microconducto SDR 11 durante poco tiempo), por lo que la caída de presión total aplicada en la tubería de ocho kilómetros es superior a los 4000 kPa (cuarenta bares) necesarios para instalar el cable. Cuando el elemento alargado 10 llega a la bomba 30 de succión sumergida, este es recogido por la cuerda 27 de cabrestante a la que está enganchado.

Según un aspecto de la invención, el líquido propulsor en el conducto ascendente 25 está diez metros por encima de la unión en T, la diferencia entre la profundidad de 185 m y la “profundidad hidrostática equivalente” de 175 m de la presión ΔP_{bomba} de bombeo de 1750 kPa (17,5 bar). Estos diez metros garantizan que el aire no perturbe el bombeo del líquido propulsor. Por lo tanto, el cabrestante tiene que tirar de los 185 m verticales del elemento alargado 10, de los cuales 175 m no cuentan con ayuda a la flotabilidad. Dado que esta longitud es corta, no existirán grandes fuerzas involucradas. Opcionalmente, como medida de seguridad adicional contra el aire (por ejemplo, debido a las oscilaciones de la columna de agua en U), se podría ubicar un raspador de recepción (bidireccional), acoplado a la cuerda 27 de cabrestante y esperar a que el elemento alargado 10 se enganche. Para evitar grandes fuerzas de arrastre, este raspador podría tener una válvula que se abra a baja presión.

En detalle, para garantizar que la bomba 30 de succión sumergida esté siempre sumergida y no succione aire a través del conducto ascendente 25, las condiciones de operación se establecen de la siguiente manera:

$$\Delta P_{\text{bomba}} < P_{\text{hidro}} - 1 \text{ bar}$$

Más preferiblemente, las figuras 6 y 7 representan una realización alternativa para tirar hacia arriba del elemento alargado 10 de regreso a la superficie.

$$5 \text{ bar} < \Delta P_{\text{bomba}} < P_{\text{hidro}} - 1 \text{ bar}$$

En esta realización, como se muestra en la figura 7, que representa el elemento alargado 10 sin el entorno de la figura 6, el elemento alargado 10 está conectado a una línea precursora 11 para formar un elemento compuesto 12. La línea precursora 11 se elige para que tenga una densidad similar a la del líquido propulsor PL (las densidades podrían ser iguales al $\pm 10\%$) y/o la línea precursora 11 se elige para que tenga una mayor flexibilidad que el elemento alargado (la flexibilidad podría ser superior en al menos un 30%). Por consiguiente, con una fricción reducida (debido a la flotabilidad neutra proporcionada por densidades iguales) y/o un efecto cabrestante reducido (proporcionado por una alta flexibilidad), la línea precursora 11 pasa fácilmente a través del conducto 20 y a través del conducto ascendente 25 y sus flexiones.

La longitud de la línea precursora 11 se elige para que sea al menos ligeramente mayor que la profundidad del puerto 22 de salida, de modo que la línea precursora 11 saldrá del conducto ascendente 25 para proporcionar una línea de arrastre para tirar del elemento alargado 10 hasta la superficie después de que el elemento alargado 10 haya alcanzado el puerto 22 de salida.

El aspecto principal de esta realización es que el acoplamiento del elemento alargado 10 a la línea precursora 11 se realiza antes de la introducción del elemento alargado en el conducto 20. En otras palabras, el acoplamiento del elemento alargado 10 a la línea precursora 11 se realiza a nivel de superficie, lo que es una operación fácil.

La primera opción es ejecutar este acoplamiento en las proximidades del equipo de instalación, de forma preliminar o durante las operaciones de instalación. La segunda opción es ejecutar este acoplamiento mucho antes de la instalación, por ejemplo, en una fábrica de fabricación.

Una posibilidad es introducir casi toda la línea precursora 11 en el conducto (con las mismas condiciones operativas que las planificadas para el elemento alargado 10), conectar entonces el extremo trasero de la línea precursora 11 al extremo más delantero del elemento alargado 10 e instalar, a continuación, el elemento alargado 10 en el conducto 20. En este caso, se necesitarán dos bobinas.

La segunda posibilidad es conectar la línea precursora 11 al elemento alargado 10 antes de cualquier instalación, de modo que el elemento compuesto 12 se proporcione ya enrollado en una única bobina.

Volviendo al método de instalación, en primer lugar se introduce la línea precursora 11 y se tiende en el conducto 20, seguida del elemento alargado 10 conectado. Por lo tanto, la línea precursora 11 pasará a través de la totalidad

del conducto 20 y el conducto ascendente 25 antes de que el extremo más delantero del elemento alargado 10 llegue al puerto 22 de salida, con condiciones operativas iguales o ligeramente ajustadas, al menos para la bomba 30 y/o la cámara 40 de presión. Cuando el extremo más delantero del elemento alargado 10 llega al puerto 22 de salida, es posible atrapar la línea precursora 11 que ya ha llegado al nivel de superficie para tirar del resto de la línea precursora 11 y del elemento alargado 10 hasta la superficie, como se muestra en la figura 6.

Para ayudar al desplazamiento de la línea precursora 11 a través del conducto ascendente 25, es posible planificar que una parte del flujo de bombeo generado por la bomba 30 tenga que dirigirse hacia el conducto ascendente 25. Alternativamente, se podría proporcionar una segunda bomba (no se muestra) en la superficie y se podría proporcionar un orificio de entrada en el conducto ascendente 25 a una distancia dada del puerto 22 de salida, de manera que la segunda bomba podría generar un flujo de líquido hacia el conducto ascendente 25 (diferente de las condiciones de flujo aplicadas hacia el conducto 20). El resto de la figura 6 es idéntico a la figura 5 y no se describirá de nuevo aquí.

Por supuesto, se entiende que pueden implementarse mejoras y/o modificaciones obvias para un experto en la técnica, que todavía estén dentro del alcance de la invención como se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Método para instalar un elemento alargado (10), tal como un cable o una fibra, en un conducto submarino (20),
5 teniendo el conducto submarino (20) un puerto (21) de entrada ubicado en, o por encima de, un nivel de superficie o a una primera profundidad en un líquido exterior (OL) y un puerto (22) de salida ubicado en el líquido exterior (OL) a una segunda profundidad, comprendiendo el método las etapas de:
10 -introducir el elemento alargado (10) en el puerto (21) de entrada,
 -introducir líquido propulsor (PL) en el puerto (21) de entrada del conducto (20),

 caracterizado por que el método comprende una etapa de aspirar el líquido propulsor (PL) hacia fuera del puerto (22) de salida del conducto (20) con una bomba (30) de succión sumergida que está sumergida en las proximidades del puerto (22) de salida, que presenta una entrada conectada al puerto (22) de salida y una salida, operándose la bomba (30) de succión sumergida a una caída (ΔP_{bomba}) de presión de succión predeterminada del líquido propulsor (PL) entre la entrada de la bomba (30) de succión sumergida y la salida de la bomba (30) de succión sumergida de modo que la caída (ΔP_{bomba}) de presión de succión predeterminada aplicada al líquido propulsor (PL) es menor que la presión hidrostática (P_{hidro}) del líquido exterior (OL) al nivel de la segunda profundidad.
15
20
2. Método según la reivindicación anterior, en donde la caída (ΔP_{bomba}) de presión de succión predeterminada aplicada al líquido propulsor (PL) es superior a 500 kPa (5 bar) y preferiblemente superior al 80 % y más preferiblemente al 90 % de la presión hidrostática (P_{hidro}).
25
3. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el puerto (21) de entrada está conectado a una cámara de presión, y en donde:
30 -el elemento alargado (10) se introduce en el puerto (21) de entrada a través de la cámara de presión,
 -el líquido propulsor (PL) se introduce en el puerto (21) de entrada a través de la cámara de presión con una diferencia ($\Delta P_{entrada}$) de presión predeterminada que se establece para que nunca supere una diferencia de presión umbral.
35
4. Método según la reivindicación 3, en donde la diferencia de presión umbral se establece para que sea inferior a 3000 kPa (30 bar), y preferiblemente inferior a 2000 kPa (20 bar).
5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 4, en donde la diferencia de presión umbral se establece para que sea inferior al 20 %, y preferiblemente inferior al 10 %, de la caída (ΔP_{bomba}) de presión de succión predeterminada aplicada al líquido propulsor (PL) mediante la bomba (30) de succión sumergida.
40
6. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en donde el elemento alargado (10) es arrastrado hacia la cámara de presión con medios de arrastre dispuestos dentro de la cámara de presión.
45
7. Método según la reivindicación anterior, en donde el elemento alargado (10) presenta un área de sección transversal y es arrastrado hacia la cámara de presión con una fuerza de arrastre dada, y en donde la presión predeterminada ($\Delta P_{entrada}$) se establece para que sea igual o inferior a la fuerza de arrastre dividida por el área de sección transversal
50
8. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en donde el elemento alargado (10) es empujado hacia la cámara de presión con medios de empuje dispuestos fuera de la cámara de presión.
9. Método según la reivindicación anterior, en donde el elemento alargado (10) presenta un área de sección transversal y es empujado hacia la cámara de presión con una fuerza de empuje dada, y en donde la presión predeterminada ($\Delta P_{entrada}$) se establece para que sea igual o inferior a la fuerza de empuje dividida por el área de sección transversal
55
10. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el elemento alargado (10) se inserta libremente en el puerto (21) de entrada.
60
11. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende las etapas de:
65 -proporcionar un acoplador en las proximidades del puerto (22) de salida a la profundidad dada, conectándose el acoplador a una cuerda de arrastre,
 -acoplar el acoplador a un extremo más delantero del elemento alargado (10) que llega al puerto (22) de salida,

-arrastrar el extremo más delantero hacia el nivel de superficie.

12. Método según la reivindicación anterior, que comprende una etapa inicial de proporcionar una unión en T en el puerto (22) de salida, para:

5
-acoplar el puerto (22) de salida a una primera ramificación de la unión en T,
-acoplar una segunda ramificación de la unión en T alineada con la primera ramificación a un conducto ascendente (20) que contiene el acoplador y la cuerda de arrastre,
10 -acoplar la entrada de la bomba (30) de succión sumergida a una tercera ramificación de la unión en T.

13. Método según la reivindicación anterior, en donde la caída (ΔP_{bomba}) de presión de succión predeterminada se establece para definir un nivel del líquido propulsor (PL) en el conducto ascendente (20) que se ubicará estrictamente por encima de la bomba, a una distancia de al menos 10 m.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Figura 1

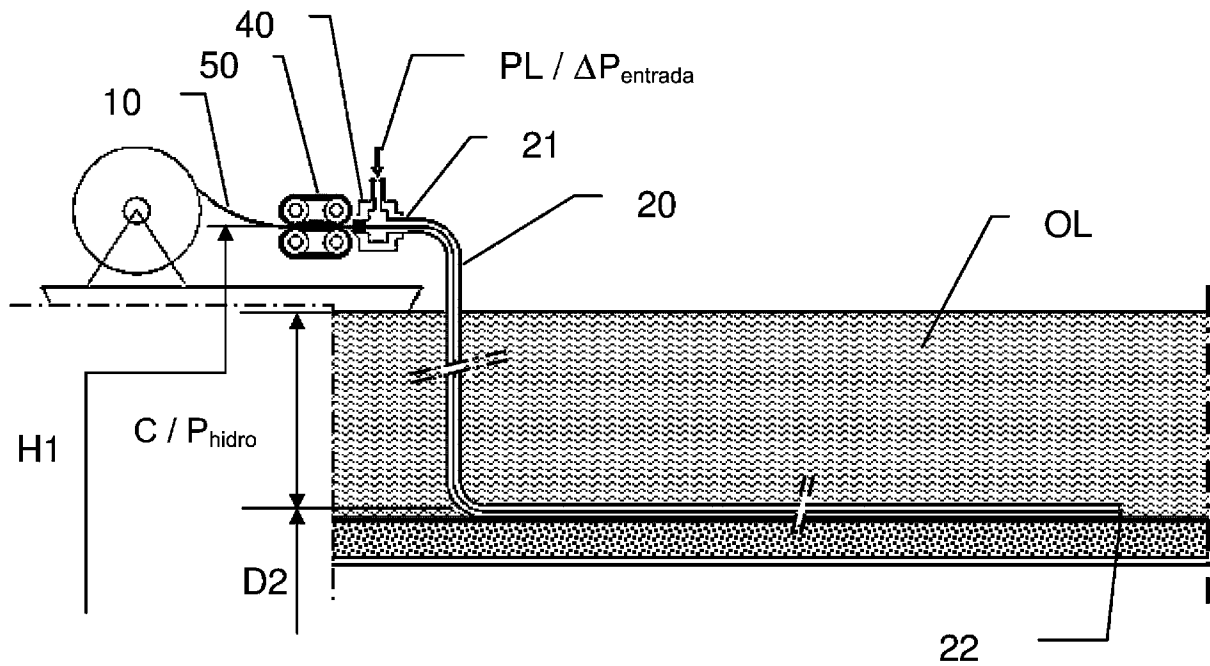


Figura 2

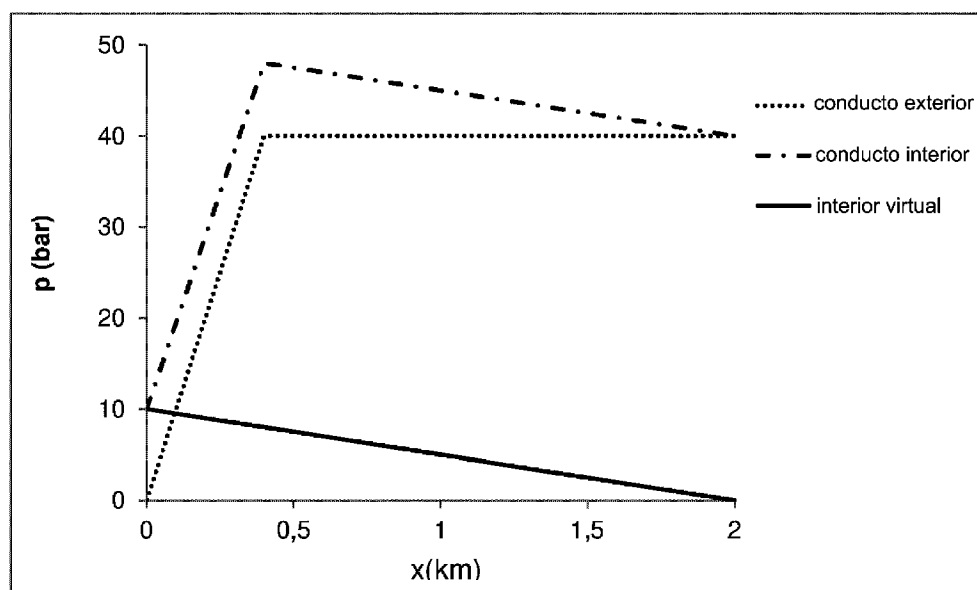


Figura 3

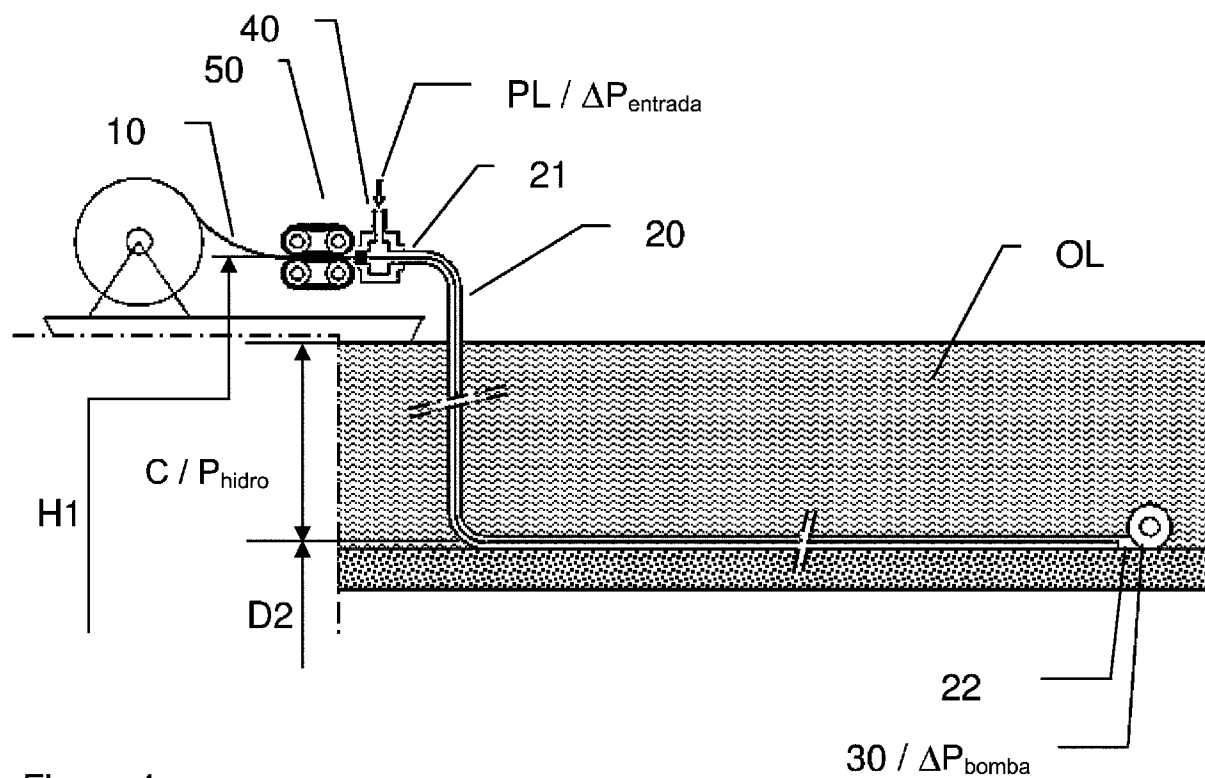


Figura 4

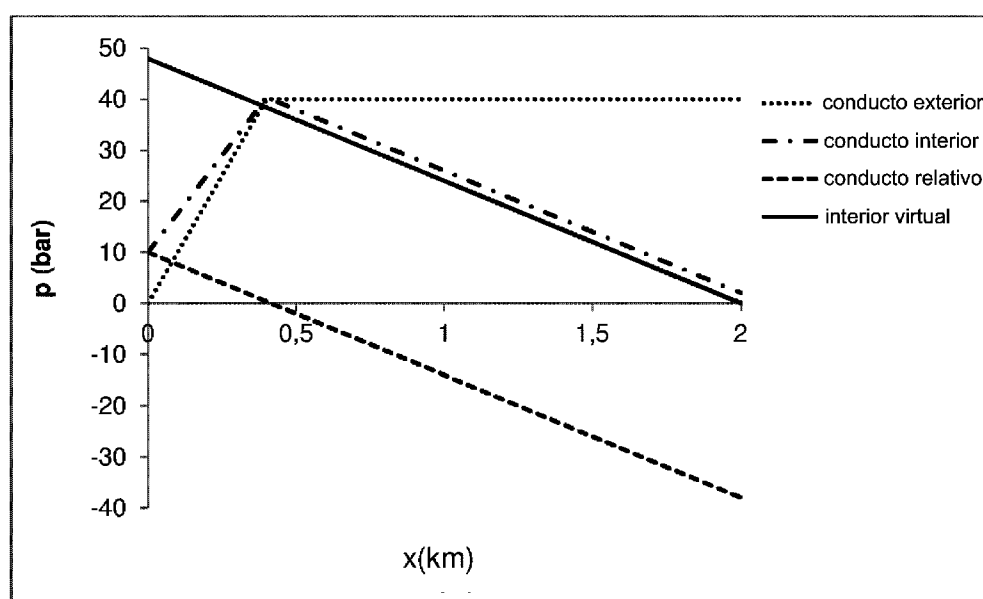


Figura 5

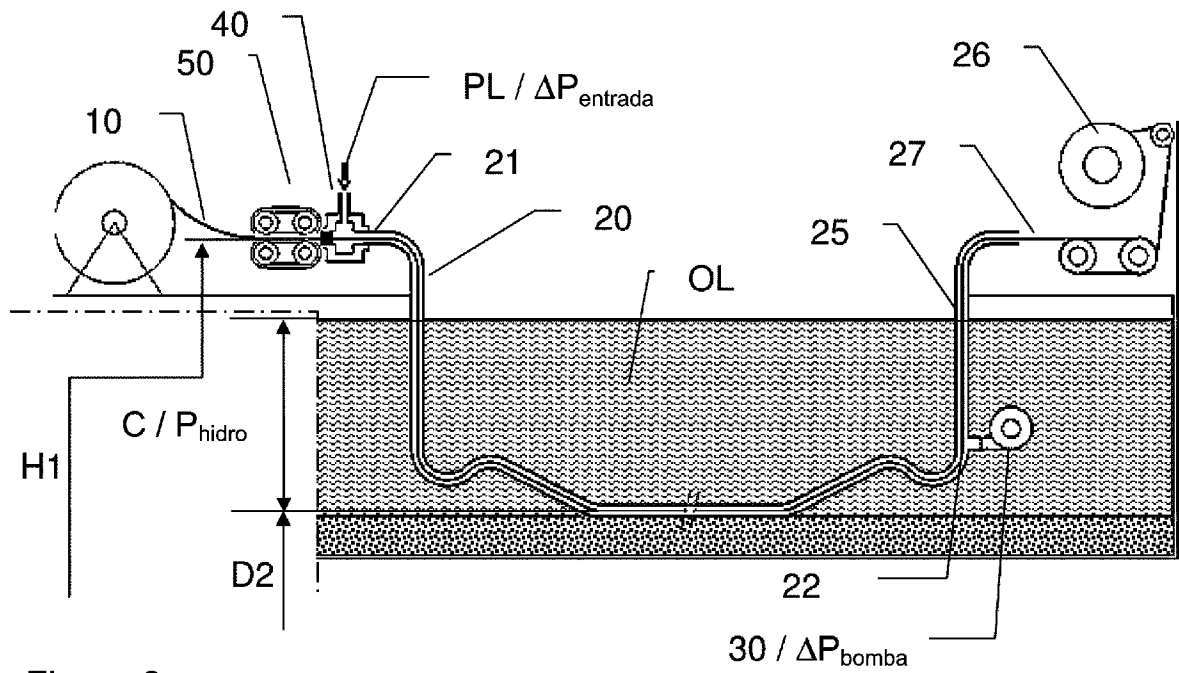


Figura 6

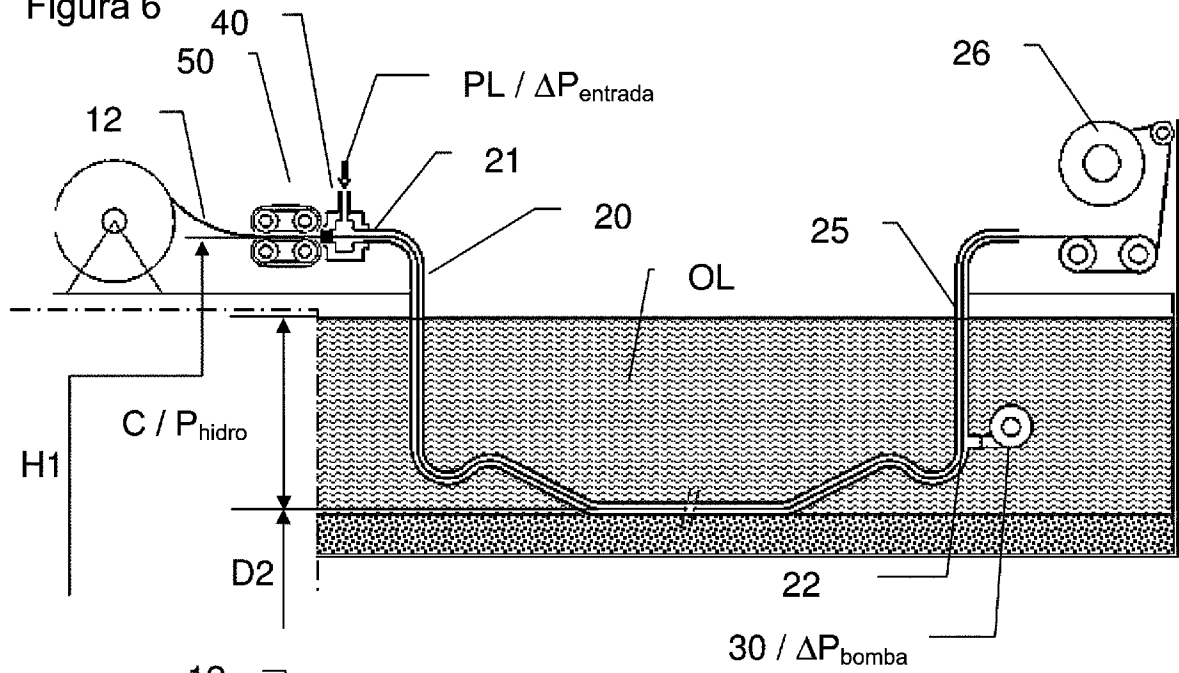


Figura 7

