

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 678 124**

51 Int. Cl.:

B63B 35/30 (2006.01)

B63C 11/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.06.2011 PCT/NL2011/050466**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.01.2012 WO12008829**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.06.2011 E 11730777 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.04.2018 EP 2593357**

54 Título: **Dispositivo para dragar material de suelo bajo el agua**

30 Prioridad:

16.07.2010 NL 2005095

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

09.08.2018

73 Titular/es:

TIDEWAY B.V. (100.0%)

Minervum 7442

4817 ZG Breda, NL

72 Inventor/es:

HEILER, JOHAN;

GABRIEL, JAN;

HAGENAERS, GWYN y

BROUNS, GERT

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 678 124 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

Dispositivo para dragar material de suelo bajo el agua

5 La presente invención se refiere a un dispositivo para verter material sobre un fondo o instalación submarina, tal como una canalización. La invención también se refiere a un método para verter material sobre un fondo o instalación submarina, así como a un programa informático que comprende las instrucciones del programa, adaptadas para llevar a cabo el método.

10 Los medios que fluyen, por ejemplo, el petróleo y el gas, se transportan normalmente durante largas distancias a través de las canalizaciones. Para evitar desvíos costosos, tales canalizaciones pueden proporcionarse en el fondo del mar, lo que permite cubrir la distancia más corta entre dos ubicaciones. Tales canalizaciones tienen que estar protegidas adecuadamente y durante toda la distancia que recorren bajo el agua. Un método útil para proteger las canalizaciones supone el vertido de material (de suelo) sobre la canalización, de modo que la canalización queda realmente enterrada en material (de suelo).

15 Un dispositivo conocido para verter material sobre un fondo o instalación submarina, tal como una canalización, se divulga en el documento GB 2004817A y comprende una embarcación, provista de una tubería bajante a través de la que se vierte el material sobre el fondo submarino. La tubería bajante se mueve a lo largo del fondo submarino por el impulso de la embarcación. El movimiento detallado de la tubería bajante con respecto al fondo submarino normalmente se controla mediante un dispositivo de dirección fijado al extremo inferior de la tubería bajante. El personal de la embarcación es el que opera dicho dispositivo de dirección, también denominado vehículo teledirigido o con su abreviatura ROV (por sus siglas en inglés).

25 El documento EP 2196622A1 divulga un módulo de intervención de pozo submarino y su colocación sobre el pozo con un ROV. El ROV se utiliza en el procedimiento de acoplamiento, para así poder guiar el módulo durante su descenso y asegurar el módulo sobre la cabeza del pozo, y para controlar la operación de intervención.

30 El vertido de materiales, por ejemplo, piedras de cantera, a grandes profundidades (no es raro que sea de 300 a 600 m) y, no obstante, también a profundidades relativamente pequeñas sobre el fondo del mar, supone dificultades como la influencia de corrientes, que la embarcación se mueva debido a fuertes vientos, etc. Ya que deben de abarcarse distancias muy grandes, es importante poder verter el material en el lugar correcto (sobre la canalización, por ejemplo) y también verter el material de manera eficiente, con lo cual se entiende que el perfil del fondo submarino deseado tiene que alcanzarse en tan poco tiempo como sea posible y utilizando tan poco material como sea posible.

35 Un objeto de la presente invención, por lo tanto, es superar los inconvenientes del dispositivo y el método de la técnica anterior anteriormente mencionada y proporcionar un dispositivo y método para verter material sobre un fondo submarino que permita una gran eficiencia de operación.

40 En un aspecto de la invención, se proporciona así un dispositivo para verter material sobre un fondo o instalación submarina, tal como una canalización, comprendiendo el dispositivo:

- 45 - una embarcación, provista de una tubería bajante a través de la que se vierte el material sobre el fondo submarino;
- un dispositivo de dirección, adaptado para controlar el movimiento de la tubería bajante con respecto al fondo submarino;
- primeros medios de monitorización, adaptados para monitorizar el estado del fondo submarino;
- 50 - segundos medios de monitorización, adaptados para monitorizar la posición del dispositivo de dirección con respecto al fondo; y
- medios de registro, adaptados para registrar, basándose en los datos obtenidos de los primeros y/o segundos medios de monitorización, señales de control para mover el dispositivo de dirección.

55 El dispositivo de acuerdo con la invención permite verter material de manera rápida y precisa sobre un fondo o instalación submarina, por lo que el movimiento de la tubería bajante con respecto al fondo se regula automáticamente, dependiendo de la posición real del dispositivo de dirección y el estado real del fondo.

La invención también se refiere a un método para verter material sobre un fondo o instalación submarina, tal como una canalización, comprendiendo el método las etapas de:

- 60 - proporcionar un dispositivo de acuerdo con la invención
- verter el material en el fondo submarino a través de la tubería bajante de la embarcación;
- controlar el movimiento de la tubería bajante con respecto al fondo submarino por medio del dispositivo de dirección;
- 65 - monitorizar el estado del fondo submarino y la posición del dispositivo de dirección con respecto al fondo; y

- registrar, en función de los datos obtenidos de esta monitorización, las señales de control para mover el dispositivo de dirección; y
- mover el dispositivo de dirección (y la tubería bajante) de conformidad con estas señales de control.

5 El método de acuerdo con la invención es particularmente útil para optimizar una operación de vertido a lo largo de una línea de vertido, es decir, en una realización en la que la propia embarcación se mueve de manera lineal. El método de la invención elimina sustancialmente la variabilidad asociada a la acción humana mediante la provisión de un lazo de control, en el que el movimiento del dispositivo de dirección (y, por tanto, también el movimiento de la tubería bajante y, en particular, de la boca de la misma) se controla en función de su posición real y del estado real del fondo.

10 En un aspecto adicional de la invención, se proporciona un dispositivo en el que los medios de registro están adaptados para registrar las señales de control para mover el dispositivo de dirección, de modo que se minimiza un criterio óptimo. El criterio óptimo puede seleccionarse a voluntad. En un dispositivo particularmente favorable, el criterio óptimo comprende la diferencia entre el estado real del fondo, tal y como lo han medido los primeros medios de monitorización, y un estado deseado del fondo.

15 El estado deseado del fondo normalmente se determina antes de comenzar con la operación de vertido y, preferentemente, tiene que ver con su perfil de profundidad deseado. Por ejemplo, cuando tiene que protegerse una canalización cubriéndola con material (de suelo), el perfil deseado normalmente sería una franja de material con una anchura y altura determinadas con respecto al fondo submarino natural y que siguiera el curso de la canalización. En este ejemplo, la profundidad deseada de la franja de material vertido es menor que la profundidad del fondo natural. El estado del fondo submarino y, en particular, su perfil de profundidad pueden determinarse de antemano mediante técnicas conocidas, como mediante batimetría. El perfil de profundidad del fondo durante el vertido se mide con los primeros medios de monitorización.

20 En otro aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo en el que los primeros medios de monitorización comprenden una cámara ultrasónica y/u óptica. Dichos primeros medios de monitorización se proporcionan preferentemente en el extremo inferior de la tubería bajante y/o en el dispositivo de dirección, de modo que su distancia con el fondo submarino no es demasiado grande. Con este fin, el dispositivo de dirección puede estar provisto de estructuras de ampliación, tales como alerones de hasta 5 m de largo o más, que portan los primeros medios de monitorización. La cámara ultrasónica y/u óptica puede medir en la zona el perfil de profundidad del fondo submarino antes, durante o después de que los materiales se hayan vertido sobre el fondo submarino. Los medios de cámara ultrasónica y óptica ya se conocen. Una cámara óptica particularmente preferida comprende una cámara multihaz, que puede obtenerse en Reson®.

25 Los segundos medios de monitorización están adaptados para monitorizar la posición del dispositivo de dirección (y, por tanto) también de la tubería bajante y, en particular, del extremo inferior de la tubería bajante donde se ubica su boca) con respecto al fondo. De esta manera, el movimiento de la embarcación y/o del dispositivo de dirección puede relacionarse con el estado del fondo submarino según lo determinado en un estudio, cuyo estado incluye, al menos, el perfil de profundidad del fondo. De hecho, un estudio llevado a cabo antes del inicio real de la operación de vertido crea un perfil de profundidad inicial del fondo submarino natural y de la instalación sin cubrir, tal como una canalización descubierta. Después del paso de la canalización y sabiendo la cantidad de material (de suelo) vertida, puede calcularse la nueva profundidad local. Monitorizando la posición de la embarcación se obtiene un perfil de profundidad actualizado. En un aspecto preferente de la invención, se proporciona un dispositivo en el que los segundos medios de monitorización comprenden un sistema de colocación general.

30 En otro aspecto de la invención más, se proporciona un dispositivo que comprende otros medios de monitorización, adaptados para medir el caudal del material enviado a través de la tubería bajante y/o la velocidad de la embarcación. Combinando el flujo medido (en toneladas/min) con la velocidad de la embarcación (en m/min), puede obtenerse fácilmente la masa de material vertido por metros (en toneladas/m) de dicho dispositivo.

35 En un método preferido de acuerdo con la invención, la cantidad de material vertido por metro de movimiento del dispositivo de dirección se mantiene sustancialmente constante. En otro método preferido, la cantidad de material vertido por metro de movimiento del dispositivo de dirección se mantiene sustancialmente constante mediante la regulación del caudal del material enviado a través de la tubería bajante con respecto a la velocidad de la embarcación.

40 En otro aspecto de la invención más, no reivindicado, el dispositivo comprende un dispositivo de entrada/salida adaptado para transmitir las señales desde los primeros y/o segundos y/o medios de monitorización adicionales hasta los medios de registro.

45 En otro aspecto de la invención más no reivindicado, el dispositivo comprende unidades de visualización adaptadas para visualizar la posición del dispositivo de dirección, de la embarcación y/o del estado del fondo, en particular, su perfil de profundidad. Un operario de la embarcación de la tubería bajante puede así supervisar la operación de vertido y su progreso.

Los anteriores y otros objetos, características y ventajas de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada y de las reivindicaciones adjuntas, tenidas en cuenta junto con los dibujos adjuntos, en los que:

- 5 la figura 1 muestra esquemáticamente parte de una embarcación de vertido provista de una tubería bajante de acuerdo con la invención;
 la figura 2 muestra esquemáticamente una vista detallada del dispositivo de dirección montado en el extremo inferior de la tubería bajante;
 la figura 3 muestra esquemáticamente un diagrama del dispositivo de acuerdo con una realización de la
 10 invención;
 la figura 4 ilustra esquemáticamente un posible esquema para llevar a cabo el método de acuerdo con la invención; y
 la figura 5 ilustra esquemáticamente el posible esquema de la figura 4 en una sección transversal.

15 Con referencia a la figura 1, se muestra una embarcación 1 de vertido. La embarcación 1 está provista de una tubería bajante 2 que se extiende desde la cubierta de la embarcación 1, a través del casco de la embarcación 1 y hacia el fondo submarino. A la altura de la cubierta se proporciona un número de cabrestantes 3 que portan un dispositivo de dirección 5 a través de cables 4. El dispositivo de dirección 5 forma el extremo inferior de la tubería bajante 2 y está provisto de medios de accionamiento en forma de motores 6, mediante los que el dispositivo de
 20 dirección 5 y, por tanto, el extremo inferior de la tubería bajante 2 pueden moverse en direcciones que son sustancialmente perpendiculares al eje longitudinal de la tubería bajante 2. La tubería bajante 2 real comprende una serie de elementos de tubería 7 tubulares y, más en particular, cilíndricos apilados unos sobre otros y soportados por dos o, posiblemente, más cables 10. Ambos extremos de un elemento de tubería 7 cilíndrico están dispuestos para encajarse contra un extremo correspondiente de un elemento cilíndrico 7 adyacente. Cada elemento de tubería 7
 25 cilíndrico tiene visibles en sus dos extremos bridas (8, 9) colindantes que están dirigidas hacia fuera. Si se desea, el espacio anular entre las bridas (8, 9) colindantes de dos elementos de tubería 7 adyacentes puede estar provisto de un sello flexible (no mostrado) en forma de anillo de caucho separado o mediante la extensión de un revestimiento interno polimérico de los elementos de tubería 7 hacia dentro de la superficie que colinda sobre un elemento adyacente 7. De esta manera, la tubería bajante 2 queda provista de una determinada elasticidad que absorbe los
 30 impactos y similares y, además, previene que entre demasiada agua dentro de la tubería bajante 2. Así, toda la estructura de tubería bajante 2 está formada por diferentes elementos cilíndricos 7. Estos elementos 7 quedan atrapados a lo largo de toda la longitud de la tubería bajante 2 entre dos o más cables 10, que están fijados, más en particular, al elemento más inferior de la tubería bajante 2. Como resultando del propio peso de los distintos elementos, estos elementos residen los unos sobre los otros de manera que no se requieren unas conexiones
 35 fuertes entre los distintos elementos.

El extremo más inferior de la tubería bajante 2 está provisto de un dispositivo de dirección 5, también denominado en la técnica "vehículo teledirigido" o "ROV". Este dispositivo de dirección 5 remota controlable comprende una tolva central 16 que está montada telescópicamente con respecto a los elementos 7 más inferiores de la tubería bajante 2
 40 y a través de la que puede verterse su material sobre el fondo submarino. Por medio de cables 4, los movimientos de viraje del barco pueden compensarse de tal manera que el dispositivo de dirección 5 se coloque a una distancia constante del fondo submarino. El dispositivo de dirección 5 está provisto de brazos de soporte 18 plegables, que pueden extenderse hasta 5 m o más y que están provistos de primeros medios de monitorización, en forma de sensores ultrasónicos y/u ópticos y/o cámaras. Para controlar el movimiento del dispositivo de dirección 5 y, por tanto, también la ubicación correcta del extremo más inferior de la tubería bajante 2, en el dispositivo de dirección se proporcionan medios de accionamiento en forma de propulsores 6. El movimiento del dispositivo de dirección 5 está controlado por medios de registro, tal y como se describirá con más detalle más adelante.

Para verter el material, tal como arena o piedras de cantera, por ejemplo, sobre el fondo submarino, dicho material, almacenado en las bodegas de la embarcación 1, se transporta a través de una transportadora 12 hasta el extremo superior de la tubería bajante 2 y se vierte en su interior, haciendo que dicho material caiga a través de la tubería bajante 2 y que la tolva 16 alcance el fondo.

En cuanto a la figura 3, el dispositivo de acuerdo con la invención está dotado de primeros medios de monitorización (17, 30, 35), adaptados para monitorizar el estado del fondo submarino y, en particular, el perfil de profundidad del fondo, y segundos medios de monitorización 32, adaptados para monitorizar la posición del dispositivo de dirección 5 y/o de la embarcación 1 con respecto al fondo. La realización mostrada del dispositivo también comprende otros medios de monitorización 31, adaptados para medir el caudal del material enviado a través de la tubería bajante 2 y/o la velocidad de la embarcación 1, y medios de registro 33 adaptados para registrar, en función de los datos (34, 39, 40) obtenidos de los primeros, segundos y preferentemente también de los medios de monitorización adicionales (17, 30, 35, 32, 31), las señales de control 42 para mover el dispositivo de dirección 5. La transmisión de señales desde los medios de monitorización hasta los medios de registro puede llevarse a cabo mediante cableado (no mostrado) y/o de manera inalámbrica.

65 Los primeros medios de monitorización (17, 30, 35) comprenden varios sensores ultrasónicos y/u ópticos o cámaras (17, véase la figura 2), montados en diversas posiciones del dispositivo de dirección 5 y, en particular, sobre los

brazos 18 del mismo. Las señales 34 generadas por los sensores ultrasónicos y/u ópticos 17 se transmiten a través de un dispositivo de entrada/salida 35 adecuado hasta una primera unidad de procesamiento 30 de los medios de monitorización, que comprende, al menos, una memoria para almacenar los datos de las señales del perfil de profundidad. Si se desea, el operario de la tubería bajante 2 y/o de la embarcación 1 puede visualizar el perfil de profundidad del fondo en una pantalla 40.

Los segundos medios de monitorización (32, 36), adaptados para monitorizar la posición del dispositivo de dirección y/o de la embarcación 1 con respecto al fondo, comprenden un sistema de posicionamiento dinámico/rastreo dinámico 32 (DP/DT, por sus siglas en inglés), ya conocido, un dispositivo de entrada/salida 36, adaptado para transmitir las señales de posición desde los segundos medios de monitorización, así como las señales desde los medios de monitorización adicionales, hasta los medios de registro 33, y un número de sensores del dispositivo de dirección y/o de la posición de la embarcación. El sistema DP/DT 32 permite que el operario de la tubería bajante vea en línea, a través de un dispositivo de visualización 38, una gráfica del perfil de profundidad del fondo. Dicho perfil se obtiene introduciendo datos batimétricos, obtenidos de antemano, en el sistema DP/DT 32. El perfil de profundidad del fondo se actualiza a tiempo real como resultado de la operación de vertido. El sistema DP/DT 32 también comprende un sistema de colocación general, que permite ubicar la posición general de la embarcación 1 y/o del dispositivo de dirección 5. Cuando, a través del dispositivo de dirección 5, se opera la tubería bajante 2 manualmente, el operario, en general, depende del conjunto de equipamiento de monitorización descrito anteriormente. A medida que el operario trabaja por debajo del nivel del agua, la visibilidad del dispositivo de dirección 5 y de la tubería bajante 2 va empeorando. Por tanto, el operario necesita contar con la visualización a tiempo real de la posición de la embarcación 1 y, en particular, del dispositivo de dirección 5 y del perfil de profundidad del fondo, proporcionado por los primeros medios de monitorización (30, 35). Cuando esta información se combina con una señal del sistema de colocación general que proviene del sistema DP/DT 32, se obtiene una visualización a tiempo real de la posición del dispositivo de dirección 5 con respecto al perfil de profundidad del fondo.

De acuerdo con la invención, los medios de monitorización adicionales 31 están adaptados para medir el caudal del material enviado a través de la tubería bajante 2 y/o la velocidad de la embarcación 1, y comprenden varios sensores de caudal y/o de velocidad (no mostrados), ya conocidos y que normalmente están incorporados en la tubería bajante 2 y en la embarcación 1. Las señales de velocidad y caudal (39, 40), que se emiten desde los sensores, se transmiten a través del dispositivo de entrada/salida 36 hasta los medios de registro (31, 33) para su procesamiento adicional. Si se desea, puede proporcionarse una unidad de visualización 41 que muestre las señales de caudal y/o velocidad (39, 40).

Los medios de registro 33 están adaptados para registrar, basándose en los datos 34 obtenidos de los primeros y/o segundos medios de monitorización (17, 30, 35) y/o de los segundos medios de monitorización (32, 36), así como en función de los datos (39, 40) obtenidos de los medios de monitorización adicionales 31, las señales de control 42 para mover el dispositivo de dirección 5. Las señales de control 42, emitidas por los medios de registro 33, también pueden visualizarse en una unidad de visualización 41.

A continuación, se explica con más detalle una realización del método inventado para verter material sobre un fondo o instalación submarina y para utilizar el dispositivo descrito anteriormente. Normalmente, se lleva a cabo un estudio del perfil de profundidad del fondo acuático, en primer lugar, mediante la obtención de datos batimétricos y para almacenar estos en el sistema DP/DT 32. Esta etapa genera la información relacionada con el perfil de profundidad 100 del fondo submarino, así como la posición de la instalación submarina, tal como una canalización 101, como se muestra en la figura 4 en una vista en perspectiva. La canalización 101 se extiende por la zona en una dirección x, perpendicular a las direcciones en sección transversal (y, z) locales. La canalización 101 no tiene que extenderse de manera lineal (como se muestra), sino que puede, por ejemplo, estar curvada. Se conoce inicialmente un perfil de profundidad deseado y se muestra en las figuras 4 y 5 como perfil de profundidad 102. El material vertido por la tubería bajante 2 se acumulará, en general, sobre el fondo como montones con forma triangular (102a, 102b,...), que se extienden en la dirección de movimiento de embarcación 1. Por lo tanto, el perfil de profundidad 102 deseado se aproxima con varios de dichos montones (102a, 102b,...), como se muestra en sección transversal en la figura 5. Obsérvese que las dimensiones de los triángulos (102a, 102b,...) pueden variar a lo largo de la dirección longitudinal de la canalización 101, es decir, en diferentes coordenadas x.

Así, una embarcación 1 está provista de una tubería bajante 2 y de un dispositivo de dirección 5 se llevan hacia una ubicación de inicio adecuada, y la tubería bajante 2 se hace descender cerca de la canalización 101 que debe protegerse, por ejemplo, en una posición lateral 105, como se muestra en la figura 5. De esta manera, la embarcación 1 se configura en movimiento en la dirección x con una velocidad v, por lo que el material se vierte a través de la tubería bajante 2 con un caudal Q. La dirección instantánea 104 de la embarcación 1, en general, se desviará de la dirección deseada debido, por ejemplo, a corrientes locales. De acuerdo con la invención, la desviación se corrige automáticamente moviendo el dispositivo de dirección 5 (y, por tanto, la boca de la tubería bajante 2) la misma cantidad Δy en la dirección opuesta (véase la figura 5), de modo que la boca de la tubería bajante permanezca en la ubicación deseada 103. La línea de ubicación deseada 103 se extiende en la dirección x y, por ejemplo, sigue las curvaturas de la canalización 101 para permanecer a la misma distancia de la canalización 101. Las señales de control 42 para mover el dispositivo de dirección 5 se registran con los medios de registro 33 en

función de la entrada de los primeros, segundos y medios de monitorización adicionales (17, 30, 35, 32, 36, 31), que comprenden, al menos, los datos de la señal del perfil de profundidad del fondo instantáneo y los datos de posicionamiento del dispositivo de dirección y/o de la embarcación 1 con respecto al fondo, de modo que se minimiza el criterio óptimo. El criterio óptimo en el ejemplo determinado comprende la diferencia entre el perfil de profundidad real del fondo (siendo el perfil de profundidad inicial el perfil 100), medido por los sensores ultrasónicos y/u ópticos presentes en el dispositivo de dirección 5, y el perfil de profundidad deseado del fondo. Al inicio de la operación de vertido en este ejemplo específico, la diferencia entre el perfil real y el deseado se representa y aproxima con el conjunto de montones (102a, 102b,...). Por supuesto, después de haber vertido algo de material, esto puede ser diferente.

Minimizar la diferencia en este ejemplo supone verter material de acuerdo con un montón 102a en la dirección x durante una determinada distancia y, después, volver en la dirección x para verter el montón 102b, y así. Cuando la cantidad de material vertido por metro de movimiento del dispositivo de dirección 5 en la dirección x se mantiene sustancialmente constante, se creará un montón (102a, 102b,...) con sustancialmente la misma sección transversal A. La sección transversal A, sin embargo, puede cambiar variando la cantidad de material vertido por metro de movimiento x. Esto puede realizarse bien variando el caudal Q y/o variando la velocidad v de la embarcación.

El perfil de profundidad del fondo submarino y la posición del dispositivo de dirección 5 con respecto al fondo están constantemente monitorizados, así como el caudal Q de material por la tubería bajante y la velocidad v de las embarcaciones, y estos datos se introducen en los medios de registro 33 para registrar, en función de los datos obtenidos de esta monitorización, señales de control para mover el dispositivo de dirección. Las señales de control accionan los propulsores 6 y su dirección, de modo que el dispositivo de dirección 5 (y la tubería bajante 2) se mueve en la dirección óptima Δy .

Un perfil de vertido deseado depende de muchas propiedades, por ejemplo, de la estabilidad bajo el agua del fondo y de las propiedades reológicas del material vertido. Pueden ser importantes otros factores, que incluyen la estabilidad de la embarcación, el control de posición, el comportamiento de las mareas y las corrientes de agua y otros. El dispositivo de acuerdo con la invención permite tener en cuenta una mayor parte de estos parámetros mediante la provisión de un sistema de control de bucle cerrado, en el que el perfil de posición y profundidad se combinan para registrar las señales de control óptimo para mover el dispositivo de dirección. La invención no está limitada a la elección de un criterio óptimo en particular y, en realidad, puede utilizarse cualquier criterio que parezca ser útil.

La invención no está limitada a ningún algoritmo de optimización y pueden utilizarse varios. Los expertos en la materia conocen, en general, tales algoritmos y generalmente minimizan alguna función $f(x)$ sometida a una condición, tal como $h(x) \geq 0$. En la presente realización, la función $f(x)$ comprende la diferencia del perfil de profundidad real y deseado del fondo submarino a lo largo del movimiento de dirección de la embarcación. La condición $h(x) \geq 0$, por ejemplo, puede comprender la condición de que la profundidad $h(x)$ de la tubería bajante 2 no sea mayor que una profundidad h_1 determinada, siendo la profundidad real del fondo submarino. Así, la condición se vuelve $h(x) - h_1 \geq 0$ (cuando las profundidades se proporcionan en números negativos).

Un esquema de optimización se inicia eligiendo valores iniciales para x, y se registran las direcciones de búsqueda Δx utilizando algoritmos numéricos, tal como el método de Newton tan conocido. Después, en otra etapa, se pasa a otro punto y se repiten los cálculos hasta que se halla el mínimo. En el contexto de la presente invención, la emisión del esquema de optimización produce un movimiento posterior del dispositivo de dirección 5 de la tubería bajante 2, que comprende básicamente el movimiento horizontal, aunque en ocasiones también el vertical del mismo, así como la velocidad de movimiento. Así, se hace posible maximizar la producción y obtener una calidad más uniforme. El método y el dispositivo de acuerdo con la invención también permiten actualizar continuamente el perfil de profundidad previamente obtenido por los datos batimétricos.

La divulgación anterior se ha expuesto simplemente para ilustrar la invención y no está destinada a ser limitante. Debe interpretarse que la invención incluye todo dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo para verter material sobre un fondo o instalación submarina, tal como una canalización, comprendiendo el dispositivo:
- una embarcación (1), provista de una tubería bajante (2) a través de la que se vierte el material sobre el fondo submarino;
 - un dispositivo de dirección (5), adaptado para controlar el movimiento de la tubería bajante (2) con respecto al fondo submarino;
- 10 caracterizado por que el dispositivo comprende adicionalmente:
- primeros medios de monitorización (17, 30, 35), adaptados para monitorizar el estado del fondo submarino;
 - segundos medios de monitorización (32, 36), adaptados para monitorizar la posición del dispositivo de dirección (5) con respecto al fondo; y
 - medios de registro (33), adaptados para registrar, basándose en los datos (34, 39, 40) obtenidos de los primeros y/o segundos medios de monitorización, las señales de control (42) para mover el dispositivo de dirección (5).
- 15 2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los medios de registro (33) están adaptados para registrar las señales de control (42) para mover el dispositivo de dirección (5), de modo que se minimiza un criterio óptimo.
- 20 3. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el criterio óptimo comprende la diferencia entre el estado real del fondo, tal y como lo han medido los primeros medios de monitorización (17, 30, 35), y un estado deseado del fondo.
- 25 4. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el estado deseado del fondo tiene que ver con su perfil de profundidad y los primeros medios de monitorización (17, 30, 35) están adaptados para medir el perfil de profundidad del fondo.
- 30 5. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los primeros medios de monitorización (17, 30, 35) comprenden una cámara ultrasónica y/u óptica.
- 35 6. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el segundo medio de monitorización (32, 36) comprende un sistema de colocación general.
- 40 7. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el dispositivo medios de monitorización adicionales (17, 30, 35, 32, 31) adaptados para medir el caudal del material enviado a través de la tubería bajante y/o la velocidad de la embarcación.
- 45 8. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de dirección (5) está provisto en el extremo inferior de la tubería bajante (2) y comprende medios de accionamiento (6).
- 50 9. Método para verter material sobre un fondo o instalación submarina, tal como una canalización, comprendiendo el método las etapas de:
- proporcionar un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-8;
 - verter el material en el fondo submarino a través de la tubería bajante de la embarcación;
 - controlar el movimiento de la tubería bajante con respecto al fondo submarino por medio del dispositivo de dirección;
 - monitorizar el estado del fondo submarino y la posición del dispositivo de dirección con respecto al fondo; y
 - registrar, en función de los datos obtenidos de esta monitorización, las señales de control para mover el dispositivo de dirección; y
 - mover el dispositivo de dirección (y la tubería bajante) de conformidad con estas señales de control.
- 55 10. Método de acuerdo con la reivindicación 9, en el que las señales de control para mover el dispositivo de dirección se registran de modo que se minimiza un criterio óptimo.
- 60 11. Método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el criterio óptimo comprende la diferencia entre el estado real del fondo, tal y como se ha medido, y un estado deseado del fondo.
- 65 12. Método de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el estado deseado del fondo tiene que ver con su perfil de profundidad y el perfil de profundidad del fondo submarino se monitoriza durante el vertido.

ES 2 678 124 T3

13. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9-12, en el que la monitorización del estado del fondo submarino se lleva a cabo con una cámara ultrasónica y/u óptica.

5 14. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9-13, en el que la cantidad de material vertido por metro de movimiento del dispositivo de dirección se mantiene sustancialmente constante.

10 15. Método de acuerdo con la reivindicación 14, en el que la cantidad de material vertido por metro de movimiento del dispositivo de dirección se mantiene sustancialmente constante mediante la regulación del caudal del material enviado a través de la tubería bajante con respecto a la velocidad de la embarcación.

16. Programa informático que comprende instrucciones de programa que, cuando se carga en un ordenador, lleva a cabo el método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9-15.

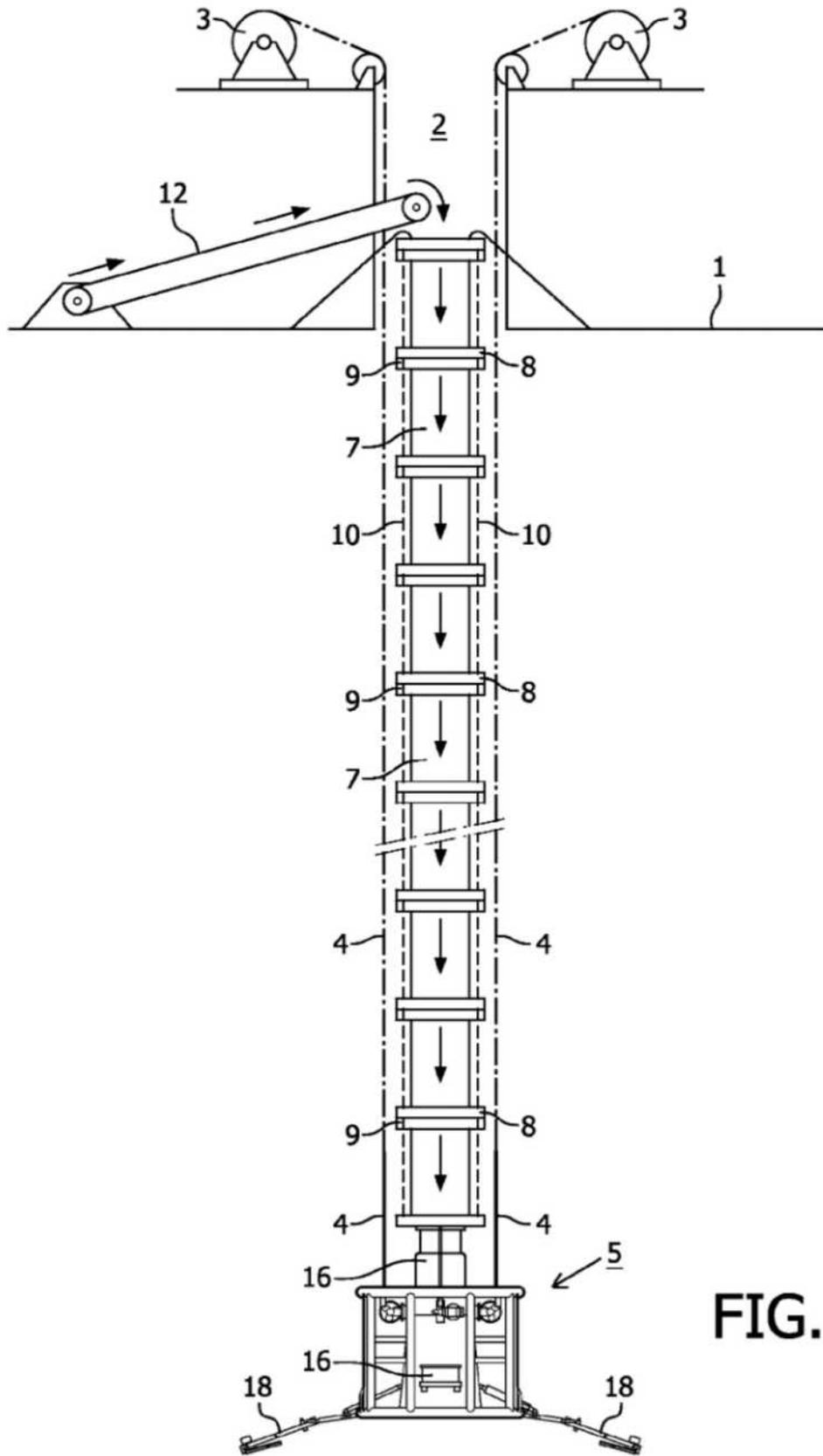


FIG. 1

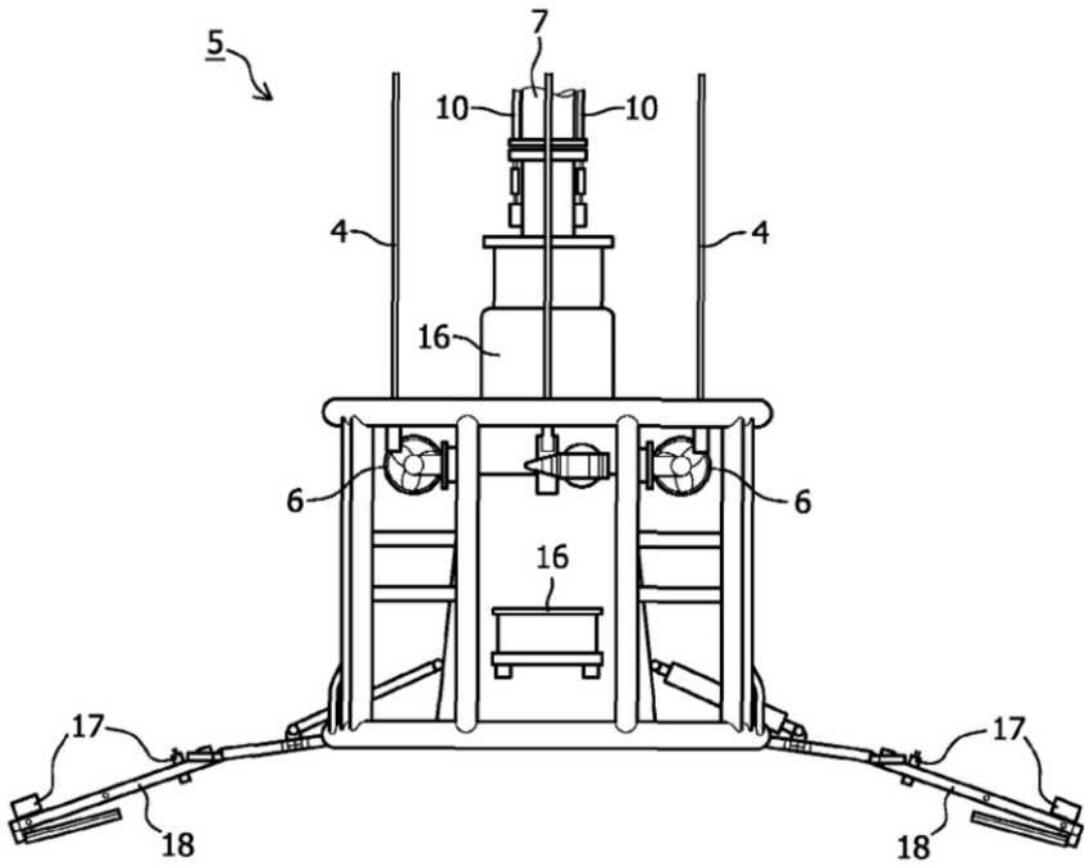


FIG. 2

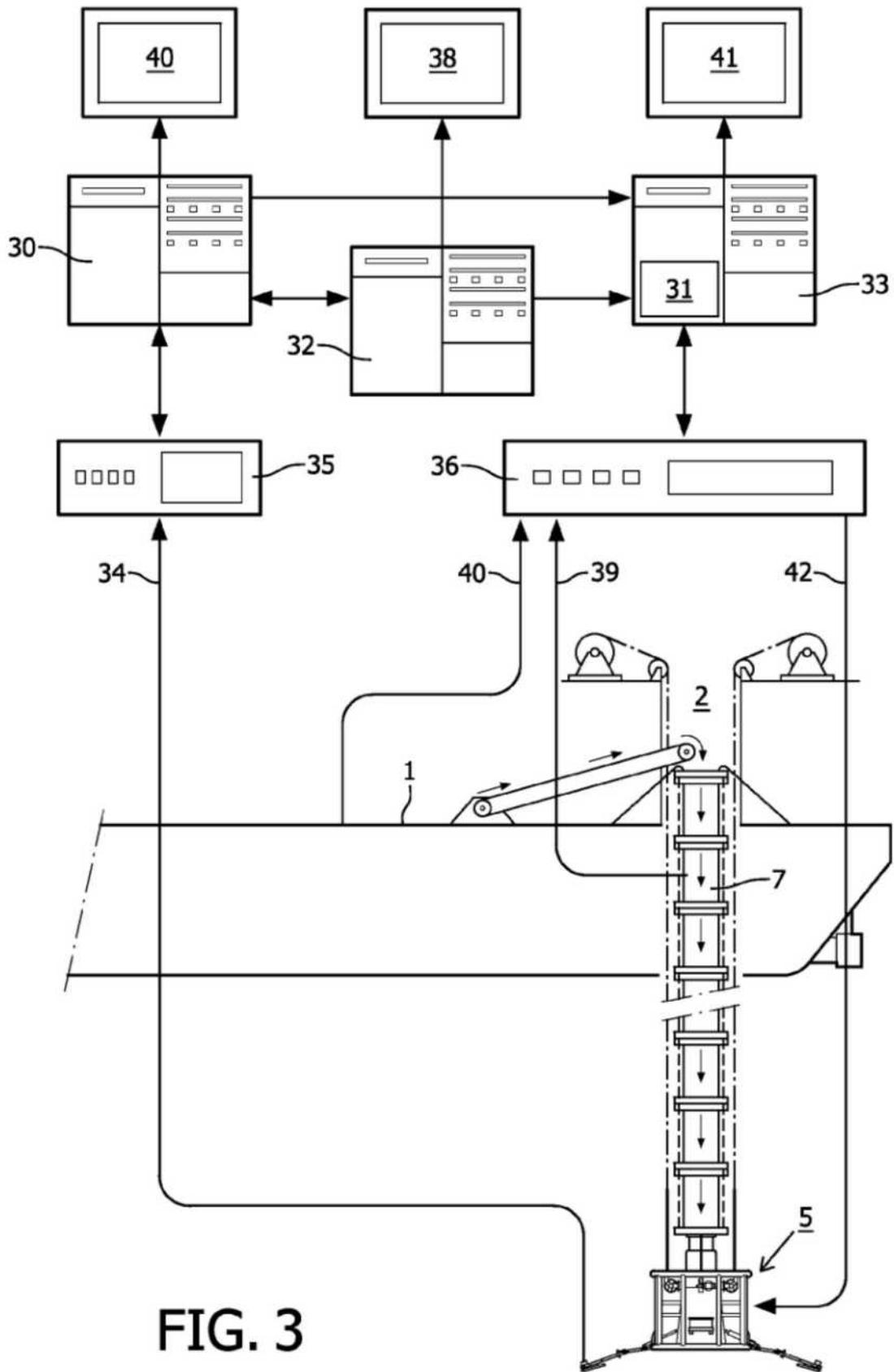


FIG. 3

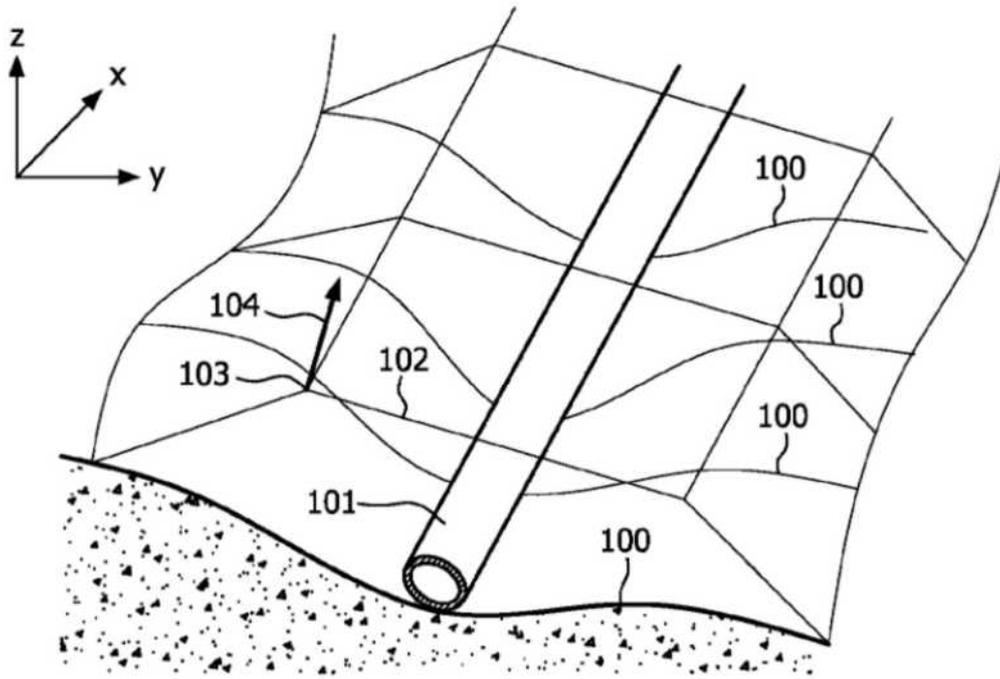


FIG. 4

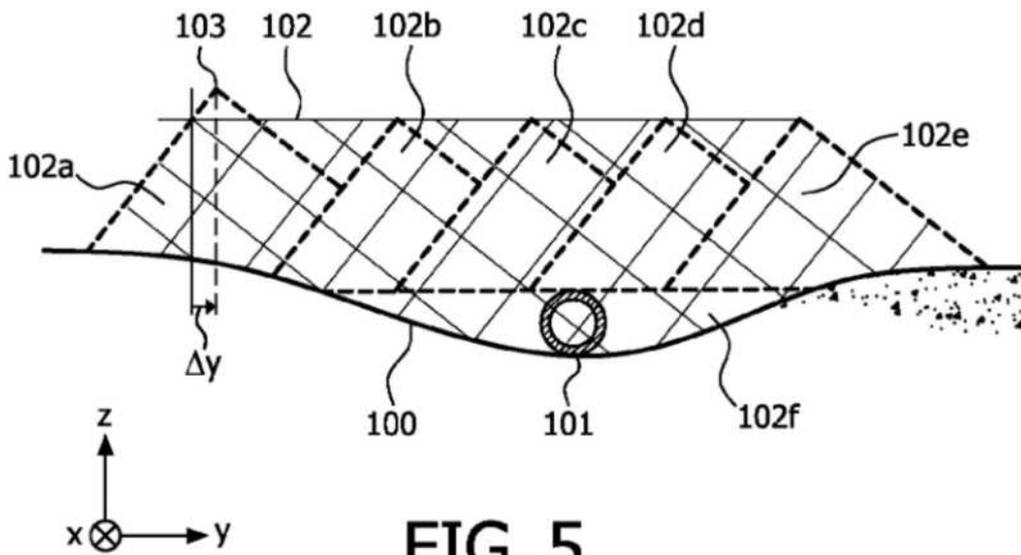


FIG. 5