



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 364 121**

51 Int. Cl.:

E02F 9/20 (2006.01)

E02F 1/00 (2006.01)

E02F 3/00 (2006.01)

E02F 3/90 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08804023 .3**

96 Fecha de presentación : **11.09.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2201183**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.06.2010**

54 Título: **Un sistema y un procedimiento para mejorar el dragado.**

30 Prioridad: **13.09.2007 EP 07116286**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
25.08.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
25.08.2011

73 Titular/es: **DREDGING INTERNATIONAL N.V.**
Haven 1025, Scheldedijk 30
2070 Zwijndrecht, BE

72 Inventor/es: **Verstraelen, Luk;**
Halleux, Lucien y
Vandycke, Stefaan

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 364 121 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

Un sistema y un procedimiento para mejorar el dragado

5 Durante los últimos diez años se ha visto un incremento importante en el volumen de la actividad de dragado, del cual una proporción creciente se realiza en roca maciza. Esta situación se explica por el incremento de la profundidad requerida por los proyectos de infraestructuras marítimas y por las características geológicas de ciertas regiones tales como el Golfo Pérsico. Todas las proyecciones indican que esta tendencia de crecimiento continuará en la próxima década.

10 En respuesta a esta evolución, las dragas con cabezales de corte crecientemente potentes funcionan en áreas de la construcción, permitiendo una velocidad de producción más elevada a un coste inferior comparado con el procedimiento tradicional de perforación y explosión.

15 El documento US 5,428,908 revela un procedimiento de dragado hidráulico en el que la arena es minada lateralmente por debajo de la superficie mediante un dispositivo combinado de chorro a presión / sifonado y la presión hidráulica se quita lo cual resulta en el asentamiento o hundimiento de la capa superior de los depósitos marinos, la cual se utiliza para la alimentación de las playas.

El documento US 2004/0168358 A1 revela un sistema para localizar un servicio público subterráneo y comprende medios para la generación de datos de detección que son representativos del servicio público subterráneo en el interior del subsuelo de la tierra y que se combinan con datos de la ubicación geográfica de la posición del servicio público subterráneo.

20 El documento US 2007/0153627 A1 describe un procedimiento y un aparato para controlar los disparos de origen sísmico, para incrementar la amplitud de la onda de presión. El control del disparo de una fuente sísmica facilita datos sísmicos más precisos y una identificación de la fuente sísmica más coherente.

25 El documento GB 1429413 revela un equipo de excavación subterránea para la asociación con un barco. El equipo comprende un brazo principal adaptado para la fijación articulada con el barco y sostenido desde el mismo, un brazo auxiliar articuladamente fijado al brazo principal en un extremo del mismo y adaptado para transportar medios de excavación tales como una rueda de cangilones y un mecanismo montado entre los brazos para la articulación del brazo con relación al brazo principal. El mecanismo permite ajustar la profundidad de funcionamiento de los medios de excavación. El documento DE 4336057 C1 describe un aparato para el dragado de lechos contaminados de extensiones de agua. El aparato tiene un dispositivo de dragado, en particular un dispositivo de dragado que flota con una colocación de recepción para recibir el material dragado. El aparato contiene un dispositivo para la determinación del grado de contaminación de los constituyentes del lecho de la extensión de agua. El dispositivo permite que el material dragado sea seleccionado según el grado de contaminación antes y durante la operación real de dragado.

35 La explotación óptima de una draga implica un buen conocimiento geológico del lugar. En particular, se debe conocer la posición de las zonas de rocas más resistentes al corte porque deben ser atacadas prudentemente para evitar un desgaste indebido y el dañado del cortador.

40 Sin embargo, en realidad, la calidad y la profundidad de la roca frecuentemente varían abruptamente tanto en la dirección vertical como en la horizontal. Por lo tanto, el cabezal de corte 4 (figura 1) puede encontrar unos pocos metros de terreno suelto (por ejemplo, arena) 2 seguido por una roca 3 más resistente que el hormigón. En la mayor parte de los casos, un documento de licitación proporcionará una indicación de las características geológicas y geotécnicas del lugar pero a menudo es insuficiente e incompleta. El área de los lugares de dragado típicamente son unos pocos kilómetros cuadrados y la distancia entre los pozos de sondeo exploratorios es típicamente de varios cientos de metros, mientras zonas de rocas poco profundas a menudo miden aproximadamente diez metros únicamente. Localizaciones duras de este tipo frecuentemente se quedan sin detectar hasta que son golpeadas por el cabezal de corte. La simple perforación de pozos de sondeo aleatorios no mejora la situación.

45 Tradicionalmente, el maestro dragador se enfrenta a dos opciones posibles:
 - intentar utilizar la "fuerza bruta" para hacer máxima la capacidad de producción, con un alto riesgo de rotura y por lo tanto de detenciones frecuentes para reparaciones no planeadas;
 - evitar el dañado de la draga de corte de succión limitando la potencia de corte, lo cual implica una capacidad de producción innecesariamente baja en las zonas no rocosas.

La presente invención tiene por objetivo superar los problemas en la técnica proporcionando un sistema que recibe información de la velocidad sísmica de alta resolución sobre el material antes del cabezal de corte y puede proveer un ajuste específico de los parámetros de corte en respuesta a la misma, opcionalmente además de la información de baja resolución normalmente ya disponible. La información de alta resolución se adquiere y se actualiza mientras

se draga. Los datos sísmicos pueden ser utilizados para un ajuste fino de un modelo geológico existente cerca por el cabezal de corte, durante el propio proceso de dragado a través de mediciones de la velocidad sísmica cerca alrededor y delante del cabezal de corte.

LEYENDA DE LAS FIGURAS

5 Figura 1: ilustración esquemática de una sección transversal del lecho marino, que muestra la capa de agua 1, la capa de material suelto (por ejemplo, arena) 2, una capa de rocas 3, el cabezal de corte 4 y la profundidad de dragado por debajo del lecho marino 5. El cabezal de corte 4 gira 7 y avanza 6 dentro de las capas de arena 2 o de roca 3.

10 Figura 2: ilustración esquemática de un barco 25 adaptado con un sistema de la invención, que comprende un bastidor 10 dispuesto de una pluralidad de receptores sísmicos 11 colocados en el agua, antes del cabezal de corte 4.

Figura 3: ilustración esquemática del barrido del cabezal de corte 4 indicando la posición de los receptores sísmicos 11', 11", 11'''.

15 Figura 4: un trazado a partir de un sismógrafo que indica los acontecimientos sísmicos grabados a lo largo del tiempo desde cada uno de los nueve receptores sísmicos separados (0 a 8).

RESUMEN DE LA INVENCION

20 La invención se refiere a un sistema para optimizar los dragados según la reivindicación 1. Una forma de realización de la invención es un sistema en el que el bastidor (10) está configurado para la fijación en el extremo de proa del barco, bastidor el cual alinea los receptores sísmicos (11, 11', 11", 11''') por encima y delante del cabezal de corte (4).

Otra forma de realización de la invención es un sistema como se ha descrito antes en este documento, en el que el bastidor está adaptado para sostener el conjunto de receptores sísmicos (11, 11', 11", 11''') en una línea horizontal.

Otra forma de realización de la invención es un sistema como se ha descrito antes en este documento, en el que el conjunto de receptores sísmicos (11, 11', 11", 11''') comprende por lo menos dos hidrófonos.

25 Otra forma de realización de la invención es un sistema como se ha descrito antes en este documento, en el que el bastidor está adaptado para sostener el receptor sísmico (11') lo más cerca del extremo de proa (20) del barco (25) a una distancia horizontal de por lo menos 3 m más allá del cabezal de corte (4).

Otra forma de realización de la invención es un sistema como se ha descrito antes en este documento, en el que el bastidor está configurado para la fijación rígida al barco.

30 Otra forma de realización de la invención es un sistema como se ha descrito antes en este documento, en el que el bastidor está configurado para la fijación al barco a través de una junta articulada o una suspensión de amortiguación.

Otra forma de realización de la invención es un sistema en el que el bastidor está adaptado para flotar en agua.

35 Otra forma de realización de la invención es un sistema como se ha descrito antes en este documento, en el que el bastidor está adaptado para sostener el conjunto de receptores sísmicos (11, 11', 11", 11''') en una línea horizontal.

Otra forma de realización de la invención es un sistema como se ha descrito antes en este documento, en el que el conjunto de receptores sísmicos (11, 11', 11", 11''') comprende por lo menos dos hidrófonos.

40 Otra forma de realización de la invención es un sistema como se ha descrito antes en este documento, en el que el bastidor flotante está provisto de medios de propulsión para mover su posición y orientación remotamente e independientemente de la posición del barco.

Otra forma de realización de la invención es un sistema como se ha descrito antes en este documento, adicionalmente comprendiendo:

45 - un medio para recibir datos convencionales del suelo del área que se va a dragar,
 - un medio para optimizar los parámetros de dragado para una posición actual y subsiguiente del cabezal de corte sobre la base de la combinación de la información convencional y local del suelo para optimizar el rendimiento

y el desgaste del cortador,

- un medio para emitir de salida los parámetros de dragado, ajustando de ese modo los parámetros del cortador sobre la base de los parámetros de dragado proporcionando de ese modo un rendimiento óptimo en una posición actual y subsiguiente del cabezal de corte.

5 La invención también se refiere a un procedimiento para la optimización según la reivindicación 12.

Otra forma de realización de la invención es un procedimiento como se ha descrito antes en este documento en el que los parámetros locales del suelo adicionalmente comprenden datos de la geo - resistividad.

10 Otra forma de realización de la invención es un procedimiento como se ha descrito antes en este documento en el que los parámetros locales del suelo adicionalmente comprenden datos de reflexión sísmica tales como datos de sonda acústica paramétrica o datos del trazador de perfiles del fondo submarino.

15 Otra forma de realización de la invención es un procedimiento como se ha descrito antes en este documento en el que los parámetros locales del suelo adicionalmente comprenden datos cualesquiera de la vibración, datos de sonido, mediciones de la temperatura en el cabezal de corte, la velocidad de oscilación del cabezal de corte.

20 Otra forma de realización de la invención es un procedimiento como se ha descrito antes en este documento en el que los parámetros del cortador son cualesquiera de la velocidad de oscilación lateral, la velocidad de giro del cabezal de corte, momento de torsión del giro del cabezal de corte, el grosor de la capa atacada y el ancho por corte.

25 Otra forma de realización de la invención es un procedimiento como se ha descrito antes en este documento en el que los datos del estudio geológico se obtienen a partir de la perforación, pozos de sondeo, vibrocores, pistón de toma de muestras, prueba de penetración cónica y toma de muestras por lavado.

30 Otra forma de realización de la invención es un procedimiento como se ha descrito antes en este documento en el que el grosor de la capa o el ancho de la capa atacada o la velocidad de oscilación lateral del cortador se reducen cuando se mide o se espera la proximidad de suelo más duro o roca y en el que el grosor de la capa o el ancho de la capa atacada o la velocidad de oscilación lateral del cortador se aumentan cuando se mide o se espera la proximidad de suelo más blando.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

35 A menos que se defina de otro modo, todos los términos técnicos y científicos utilizados en este documento tienen el mismo significado tal como normalmente los comprende una persona experta en la técnica. Todas las publicaciones a las que se hace referencia en este documento se incorporan al mismo como referencia. Los artículos "un" y "una" se utilizan en este documento para referirse a uno o más de uno, esto es, a por lo menos uno del objeto gramatical del artículo. A título de ejemplo, "un sensor" significa un sensor o más de un sensor.

40 La relación de rangos numéricos mediante los puntos finales incluye todos los números enteros y, cuando es apropiado, fracciones subsumidas dentro del rango (por ejemplo, 1 a 5 puede incluir 1, 2, 3, 4 cuando se hace referencia, por ejemplo, a un número de muestras y también puede incluir 1,5, 2, 2,75 y 3,80, cuando se hace referencia, por ejemplo, a mediciones). La relación de los puntos finales incluye los propios valores de los puntos extremos (por ejemplo, desde 1,0 a 5,0 incluye tanto 1,0 como 5,0).

45 La presente invención se refiere al hallazgo por los inventores de que es posible medir, mientras se está dragando suelo o roca, la velocidad sísmica del suelo o de la roca delante del cortador, medición la cual proporciona una fehaciente indicación sobre la capacidad de excavación submarina, más adelante denominada capacidad de dragado. La medición se puede utilizar en combinación con los datos convencionales del suelo o bien otros datos para ajustar los parámetros del cortador en el lugar del corte y en una ubicación de corte subsiguiente. Los parámetros los cuales se pueden ajustar son por ejemplo la velocidad de giro del cortador, la fuerza de tracción en los cabrestantes o cualquier otro parámetro ajustado a fin de optimizar el rendimiento o reducir el desgaste y la rotura.

55 Un aspecto de la invención se refiere a un procedimiento para la optimización, durante el dragado, del dragado de un área mediante un barco, preferiblemente una draga, equipada con un cabezal de corte de succión, que comprende:

60 - la obtención de datos convencionales sobre el suelo del área que se va a dragar,
 - la medición de uno o más de los parámetros locales del suelo que incluye la velocidad sísmica local del suelo delante del cortador durante el dragado,
 - el cálculo de los parámetros de dragado para una posición actual y subsiguiente del cabezal de corte sobre la base de la combinación de los datos del estudio geológico y locales del suelo adquiridos mientras se realiza el

dragado para optimizar el rendimiento y el desgaste del cortador, y

- el ajuste de los parámetros del cortador a fin de optimizar la capacidad de producción en una posición del cabezal de corte actual y subsiguiente.

5 El barco es preferiblemente una draga y el propio cabezal de corte genera vibraciones las cuales se propagan a los alrededores. En particular, las vibraciones las cuales son generadas por el cabezal de corte se propagan a través del suelo, las rocas y el agua. Mientras se realiza el dragado, las señales desde los receptores sísmicos colocados delante del cabezal de corte son grabados y se utilizan para calcular los parámetros de dragado para una posición actual y subsiguiente del cabezal de corte sobre la base de la combinación de los datos del estudio geológico y la velocidad sísmica adquirida mientras se realiza el dragado para optimizar el rendimiento y el desgaste del cortador.

10 La velocidad sísmica (velocidad de la onda P o velocidad de la onda S) es un parámetro del suelo local medido con relación a las características geotérmicas de una roca o masa del suelo y preferiblemente se mide a través de un estudio de refracción sísmica. La velocidad sísmica designa la velocidad de propagación de una onda sísmica en el terreno. Se pueden utilizar tanto las ondas sísmicas de compresión (ondas P) como las ondas sísmicas de deslizamiento (ondas S) o bien ondas de interfaz (superficie). Las velocidades sísmicas correspondientes están designadas como velocidad de la onda P y velocidad de la onda S.

15 Los datos convencionales del suelo designan toda la información obtenida sobre las propiedades del suelo o la roca utilizando fuentes convencionales o procedimientos de investigación independientemente de las operaciones de dragado; son ejemplos: datos geológicos a partir de mapas y publicaciones, descripciones de pozos de sondeo, informes de pruebas geotécnicas, estudios geofísicos, etc.

20 La velocidad sísmica se mide antes o delante del cabezal de corte, esto es, se mide el suelo sin dragar por delante del cabezal de corte. Normalmente se mide por medio de un conjunto de receptores sísmicos sostenidos por un bastidor que se prolonga más allá del extremo de proa del barco. El bastidor sumerge los receptores sísmicos y los colocan por encima del lecho marino y delante del cabezal de corte.

25 Además de la velocidad sísmica, se pueden utilizar otros parámetros del suelo medidos en la proximidad de la posición actual del cabezal de corte para ajustar los parámetros de corte en el lugar del corte y en una ubicación de corte subsiguiente. Éstos incluyen aquellos que pueden ser medidos utilizando cualquier técnica *in situ* (por ejemplo, estudio de la geo - resistividad, estudio de la reflexión sísmica (estudio de la sonda acústica paramétrica, perfilador del fondo submarino etc.)).

30 Parámetros secundarios relacionados con el suelo se pueden emplear en el análisis para proveer más precisión. Éstos incluyen datos de vibraciones, datos acústicos, mediciones de la temperatura en el cabezal de corte y velocidad de oscilación del cabezal de corte. Queda dentro del ámbito de la invención utilizar las señales sísmicas generadas por la propia operación de dragado para estudiar el suelo. La señal generada por las propias operaciones del dragado se puede complementar mediante cualquier fuente sísmica auxiliar (por ejemplo, chorro de aire, estallido, emisor de sonda acústica, boomer, etc.) montados en una ubicación adecuada. Generalmente, la medición en cuestión se adquiere mediante un sensor apropiado. El sensor puede estar montado en la propia draga, descansando sobre el lecho marino o remolcado utilizando un barco auxiliar adecuado.

35 El cabezal de corte generalmente es una rueda o una esfera montada en su eje de giro mediante una escala suspendida por debajo del barco de dragado. La dirección de la escala se puede ajustar en tres dimensiones dentro de su gama de barrido y, por lo tanto, puede cortar hacia abajo, hacia delante y lateralmente. Los parámetros de dragado que son calculados por el presente sistema se pueden utilizar para ajustar una o más de las características de corte (parámetros del cortador) del proceso de dragado, por ejemplo, la velocidad de oscilación lateral, la velocidad de giro del cabezal de corte, el momento de torsión del giro del cabezal de corte, el grosor de la capa atacada y el ancho por corte. Los dientes del cortador normalmente son bidireccionales pero provistos de una acción de corte inferior en una dirección de oscilación lateral (la denominada dirección de oscilación de corte muy profundo) comparada con la otra (la denominada dirección de oscilación de corte poco profundo). El procedimiento de oscilación lateral se puede ajustar, por ejemplo, para arena suelta y arcilla blanda en la dirección de corte muy profundo de bajo impacto y para cortar roca en la dirección de corte poco profundo de alto impacto.

40 Los datos del estudio geológico pueden ser cualesquiera obtenidos mediante procedimientos generalmente conocidos por una persona experta. Por ejemplo, se pueden obtener a partir de atlas de imágenes geológicas, o a partir de perforaciones en el lugar específico.

45 El procedimiento puede proveer una imagen del suelo, que se hace disponible al maestro dragador a través de una visualización por ordenador "Visualizador del suelo". Sobre la base de esta información y en el modo de dragado completamente automático, es el propio ordenador de la draga el que traducirá esta información geológica en los parámetros de dragado óptimos para el propósito de hacer máximo el comportamiento de la draga en un denominado proceso de autoaprendizaje.

Como se utiliza en este documento, términos tales como "delante", "antes", "delante de", "más allá" se utilizan para indicar la posición de los receptores sísmicos 11 con relación al cabezal de corte 4 y significa que los receptores 11 se prolonga horizontalmente más lejos del extremo de proa del barco que el cabezal de corte 4. Preferiblemente, por lo menos los receptores sísmicos 11 más cerca del barco se prolonga horizontalmente más lejos del extremo de proa del barco que el cabezal de corte.

Sistema

Un aspecto de la invención es un sistema para optimizar el dragado de una zona mediante un barco 25 equipado con un cabezal de corte 4 que comprende un medio para medir la velocidad sísmica local delante del barco 25, dicho medio comprendiendo:

- 10 - un conjunto de receptores sísmicos 11, 11', 11'', 11''' sostenidos por un bastidor 10 configurado para la fijación al extremo de proa del barco, el cual alinea los receptores sísmicos 11, 11', 11'', 11''' por encima y delante del cabezal de corte 4.

Las características definidas antes en este documento con respecto al procedimiento se aplican también al sistema.

- 15 Según un aspecto de la invención, y con referencia a la figura 2, el medio para medir la velocidad sísmica local comprende un conjunto de receptores sísmicos 11, 11' sostenidos por un bastidor 10 que se prolonga más allá del extremo de proa 20 del barco 25. El bastidor puede ser rígido como se representa en la figura 2. El bastidor 10 sumerge los receptores sísmicos 11, 11' y los coloca por encima y antes del cabezal de corte 4. El bastidor 10 preferiblemente está fijado al extremo de proa 20 del barco, por ejemplo al casco o a la cubierta o a cualquier otra estructura del buque. El bastidor puede estar rígidamente fijado directamente al mismo utilizando, por ejemplo, espárragos o abrazaderas que eviten un movimiento sustancial. Alternativamente el bastidor se puede fijar utilizando una junta (móvil, esto es, articulada) tal como una junta de bisagra o una junta universal que permita un movimiento limitado por parte del bastidor con relación al barco. Se apreciará que la fijación puede incluir una suspensión de amortiguación que reduzca las vibraciones transmitidas desde el barco al dispositivo y también protege el barco de las fuerzas aplicadas al bastidor por los movimientos del barco a través del agua. Los movimientos por parte del bastidor que pertenecen al sistema de suspensión o a la junta y los cuales afectarán por consiguiente a los cálculos deben ser corregidos utilizando un sistema de compensación que mida el grado de movimiento por parte del bastidor. El bastidor está construido para soportar fuerzas aplicadas durante el movimiento del barco a través del agua y, como tal, tendrá típicamente una estructura reticular que provee resistencia mientras al mismo tiempo es ligera y presenta baja resistencia al avance. Material adecuado para el bastidor incluye hierro, acero, aluminio, fibra de vidrio o de carbono.

- 25 En una forma de realización alternativa de la invención, el bastidor puede comprender un único cable (no ilustrado). El cable está configurado para la fijación al extremo de proa del barco y sobre el cual se fijan en una línea los receptores sísmicos. El cable se extiende desde el extremo de proa del barco y debajo del nivel del agua. El extremo del cable más alejado del barco opcionalmente puede estar dispuesto con un flotador adaptado para regular la profundidad a la cual dicho extremo descansa por debajo del nivel del agua. El cable puede ser rígido, estando formado preferiblemente a partir de cable metálico (principalmente acero) y provisto de un diámetro igual o por lo menos de 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm, 5 cm, 6 cm o un valor en la gama entre cualquiera de los dos valores anteriormente mencionados.

- 35 Un receptor sísmico 11 puede comprender un hidrófono, un geófono o cualquier otro dispositivo capaz de detectar y medir desplazamientos o variaciones de la presión relacionados con la señal sísmica; preferiblemente se utilizan hidrófonos.

El receptor sísmico 11 puede estar colocado en una línea recta como se representa en las figuras 2 y 3, alternativamente, puede estar desplazado de cualquier modo que se crea conveniente para las operaciones. Por ejemplo, pueden estar colocados en cualquier modelo de una, dos o tres dimensiones.

- 45 Otra forma de realización de la invención es un sistema para optimizar el dragado de un área por un barco 25 equipado con un cabezal de corte 4, que comprende un medio para medir la velocidad sísmica local delante del barco 25, dicho medio comprendiendo un conjunto de receptores sísmicos 11, 11', 11'', 11''' sostenidos por un bastidor flotante. El bastidor flotante está sostenido en o por debajo del agua mediante uno o más flotadores que controlan el nivel del bastidor en el agua. El bastidor está colocado por encima y delante del cabezal de corte (4). El bastidor puede tener una estructura articulada como ha sido descrito antes, que provee resistencia mientras al mismo tiempo es ligero y presenta una baja resistencia al arrastre. Material adecuado para un bastidor de este tipo incluye hierro, acero, aluminio, fibra de vidrio o de carbono. Alternativamente el bastidor puede comprender un cable sobre el cual están fijados los receptores sísmicos en una línea. El bastidor flotante puede estar provisto de un medio de propulsión para mover su posición y orientación remotamente e independientemente de la posición del barco. El medio de propulsión incluye uno o más propulsores motorizados. El control remoto se puede conseguir

utilizando cables o mediante una vinculación sin hilos. La posición del bastidor flotante se puede determinar con precisión, por ejemplo, utilizando triangulación, por ejemplo mediante la detección de un marcador en el bastidor por dos cámaras colocadas en el barco, o utilizando un sistema de navegación global por satélite (por ejemplo, un GPS).

5 Al ser independiente del barco permite al bastidor flotante cambiar la ubicación y la orientación en respuesta a los datos sísmicos. Esto permite que el sistema obtenga una señal a partir de una región mayor, o que obtenga información más detallada de una región menor con relación a la posición del cabezal de corte 4.

10 La forma del bastidor está configurada de modo que el conjunto de receptores sísmicos 11 se extienden desde el extremo de proa del barco horizontalmente de modo que pueden recibir señales sobre un área del lecho marino delante del barco. Los receptores sísmicos 11 preferiblemente están dirigidos en una posición hacia abajo a fin de detectar señales que aparecen desde el lecho marino. Típicamente, dependiendo de la forma del bastidor, ocuparán una línea o plano que sea paralelo al horizonte. Otras colocaciones están dentro del ámbito de la invención, sin embargo. Por ejemplo uno o más receptores pueden estar colocados por encima o por debajo de la línea o plano. Alternativamente, o además, la línea o el plano puede ser inclinada con respecto al horizonte, por ejemplo en 1, 5, 10, 20, 25, 30, 35, 40 grados preferiblemente entre 0 y 10 grados.

15 Los receptores sísmicos 11 pueden transmitir datos a un conjunto de adquisición de datos para el procesamiento. La transmisión de los datos de las señales puede ser analógica o digital. Puede pasar a través de cables eléctricos convencionales, cables ópticos o utilizar telemetría (por ejemplo, radio analógica, radio digital, infrarrojos, ultrasonidos) de cualquier clase.

20 El número de receptores sísmicos 11 dependerá de la resolución requerida y de la zona antes del cortador que se tenga que medir. Típicamente, el número de receptores estará entre 3 y 30, preferiblemente entre 5 y 15.

25 Con referencia a la figura 3, el sistema puede estar configurado de tal modo que la distancia horizontal mínima, DC, entre el cabezal de corte 4 y el receptor sísmico 11' más próximo al extremo de proa puede ser inferior a 1 m, 2 m, 3 m, 4 m, 5 m o un valor en la gama entre dos cualesquiera de los valores anteriormente mencionados. El sistema puede estar configurado de tal modo que la distancia horizontal mínima, DF, entre el cabezal de corte 4 y el receptor sísmico más alejado 11'' desde el extremo de proa sea por lo menos o igual a 1 m, 2 m, 3 m, 4 m, 5 m, 6 m o un valor en una gama entre dos cualesquiera de los valores anteriormente mencionados. Una persona experta apreciará que cuantos más receptores sísmicos 11 estén presentes, y mayor sea la distancia horizontal, DS, que ocupen, mejor será la cobertura del suelo. El sistema puede estar configurado de tal modo que la distancia vertical mínima entre el cabezal de corte y el receptor sísmico 11 sea por lo menos o igual a 1 m, 2 m, 3 m, 4 m, 5 m, 6 m o un valor en una gama entre dos cualesquiera de los valores anteriormente mencionados. En la figura 3 se representa la zona máxima 30 que detecta el receptor sísmico 11'' antes del cabezal de corte 4 el cual es un arco de longitud DA que cubre una distancia de DS. El valor de DA, igual a la distancia barrida del cabezal de corte 4, puede ser por lo menos o igual a 2 m, 3 m, 4 m, 5 m, 6 m o un valor en una gama entre dos cualesquiera de los valores anteriormente mencionados. Una persona experta apreciará que las mediciones anteriores son únicamente una guía general. Está dentro del ámbito de la invención que los valores de DC, DF, DA y DS se utilicen fuera de las gamas anteriormente mencionadas, dependiendo de los parámetros por ejemplo, el barco, la profundidad de corte, el grosor de corte, la resolución requerida, la cobertura y solapamiento.

40 Las señales obtenidas a partir de los receptores sísmicos 11 pueden ser enviadas a un conjunto de adquisición de datos. El conjunto puede ser un dispositivo de micro procesamiento (por ejemplo, un PC o un sistema incorporado) con un componente de adquisición que convierta las señales en datos digitales, los almacene y permita que otros dispositivos recuperen los datos. Típicamente, existirá un canal por sensor sísmico. Las señales pueden ser visualizadas en un sismógrafo o en cualquier otro dispositivo capaz de recuperar y almacenar los datos sísmicos desde los receptores.

45 Los datos preferiblemente se procesan, lo cual tiene por objetivo transformar la información sísmica en información sobre la distribución de la velocidad sísmica y sobre la geometría del terreno por delante del cabezal de corte. El procesamiento puede ser llevado a cabo manualmente, automáticamente o mediante una combinación de ambos. Todas las características de las señales sísmicas, en el dominio del tiempo o en el dominio de la frecuencia pueden ser utilizadas en el procesamiento.

50 El cabezal de corte 4 se extiende desde el extremo de proa 20 del casco del buque a través de un brazo 12. El brazo 12 está fijado al barco utilizando una junta, configurada para permitir que el cabezal de corte 4 se mueva no sólo hacia arriba y hacia abajo, sino también hacia un lado y hacia el otro; la figura 3 describe el brazo 12 en una posición al lado de babor (A), en una posición central (B) y en una posición a estribor (C), posiciones las cuales están controladas en parte por un cable de cabrestante del lado de babor 40, y un cable de cabrestante del lado de estribor 45. Durante el corte, el brazo 12 oscila en un arco desde el lado de babor 22 hasta el lado de estribor 28 del barco (dirección de 32) y entonces desde el lado de estribor 28 hasta el lado de babor 22 del barco (dirección de 34). Líneas de arco sucesivas 32, 34, 36, 38 ilustran el progreso de avance por el cabezal de corte 4 a medida que el barco avanza hacia delante y simultáneamente el brazo 12 oscila desde un lado hacia el otro. Mientras la

descripción anterior describe el corte empezando a partir de la posición del lado de babor 22, esto no se pretende que sea limitativo; se apreciará que se puede empezar a partir de cualquier posición.

Dependiendo de las señales y de las condiciones locales, se pueden utilizar una o más técnicas de procesamiento para mejorar la relación entre la señal y el ruido y para obtener información sobre las características del terreno.

5 Estas técnicas se pueden basar en programas y procesos existentes, o desarrollados específicamente. Estas técnicas pueden incluir entre otras: Clasificación de las entradas, análisis de la frecuencia, análisis F - K, correlación transversal, filtrado, desconvolución, modelado directo, modelado inverso, procesamiento tomográfico, etcétera. La zona en la que se recogen los datos tiene una longitud azimutal que depende de la distancia de oscilación y una distancia radial que depende de la longitud de la matriz del receptor. En general, la distancia radial es mucho mayor que la distancia del paso de funcionamiento del cortador (típicamente 1 - 2 m). Existe, por lo tanto, un solapamiento entre la información obtenida durante las oscilaciones sucesivas. El solapamiento puede ser utilizado para mejorar adicionalmente el procesamiento. El procesamiento puede utilizar datos obtenidos a partir de fuentes adicionales como se ha mencionado antes en este documento (por ejemplo, una fuente sísmica controlada) o receptores adicionales (por ejemplo, cerca del cabezal de corte o en el barco). También se pueden utilizar datos geológicos o geotécnicos previamente existentes.

Otra forma de realización del aspecto de la invención es un sistema como se ha descrito antes en este documento, adicionalmente comprendiendo:

20 - un medio para recibir datos convencionales del suelo del área que se va a dragar,
 - un medio para optimizar los parámetros de dragado para una posición actual y subsiguiente del cabezal de corte sobre la base de la combinación de la información convencional y local del suelo para optimizar el rendimiento y el desgaste del cortador,
 - un medio para emitir de salida los parámetros del cortador, ajustando de ese modo los parámetros del cortador proporcionando de ese modo un rendimiento óptimo en una posición actual y subsiguiente del cabezal de corte.

25 Las características definidas antes en este documento con respecto al procedimiento se aplican también al sistema.

Según un aspecto de la invención, los parámetros locales del suelo que incluyen los datos de la velocidad sísmica son emitidos de salida en un visualizador de un mapa el cual muestra la posición actual del cortador. El mapa puede estar provisto de niveles (por ejemplo, colores, líneas de contornos, etc.) que indican los parámetros de corte óptimos. Esto puede ser una función de los datos de la velocidad sísmica opcionalmente combinados con uno o más parámetros geofísicos medidos durante el proceso de corte. A partir del visualizador, y en un modo de dragado manual, el maestro dragador puede determinar los parámetros más apropiados del cortador para optimizar el dragado. A medida que el cabezal de corte se aproxima a una zona más dura (por ejemplo, velocidad sísmica alta o resistividad alta), el maestro dragador puede reducir la fuerza de tracción en el cabrestante lateral y por lo tanto la velocidad de oscilación lateral a fin de aproximarse con cuidado a las zonas duras. Tan pronto como se pasa la zona dura, la fuerza de tracción se incrementa y por lo tanto la velocidad de oscilación lateral, a fin de volver a una capacidad de producción máxima. En el modo de dragado automático, el propio ordenador del cortador a bordo de la draga de corte de succión traducirá la información geológica recogida en parámetros de dragado óptimos. La invención no está limitada a la utilización de la velocidad sísmica o de la geo - resistividad o de cualquier otro parámetro o una combinación de parámetros, como puede estar justificado para un proyecto de dragado particular.

La presente invención ventajosamente provee un medio para determinar el régimen de dragado óptimo dependiendo de mapas de estudios o de pozos de sondeo los cuales tienen una resolución demasiado baja como para permitir un control muy preciso y un desgaste óptimo y de los parámetros de rendimiento. La utilización de la velocidad sísmica aumenta la producción y el rendimiento; actualmente el beneficio de la salida agregada en el lugar de construcción se estima en el 10%. El sistema permite un estudio geológico muy preciso y rápido del suelo cuyos datos pueden ser utilizados para construir mapas.

EJEMPLOS

Una forma de realización de la invención se ejemplariza mediante el siguiente ejemplo no limitativo.

50 Un barco de dragar se equipó con un bastidor en el extremo de proa provisto de nueve sensores sísmicos, colocados delante del cabezal de corte y por debajo del nivel del agua. La separación entre los sensores es de 2,5 m. Durante el corte, las señales desde cada sensor numerados del 0 al 8 se grabaron utilizando un sismógrafo como se representa en la figura 4. En la figura 4, la escala vertical es el tiempo y la escala horizontal muestra la amplitud de la señal sísmica. La señal desde cada receptor es visualizada, mostrando características específicas denominadas "acontecimientos" 50, 54. La sucesión de acontecimientos se determina mediante el proceso de corte (por ejemplo, arranque y paro del giro del cabezal de corte o cambio de interacción entre el cabezal de corte y el terreno). Se puede ver que las señales desde todos los receptores presentan acontecimientos bastante similares 50, 54, pero con un desplazamiento en el tiempo de barrido a barrido. El desplazamiento en el tiempo es debido al tiempo que tardan las señales en propagarse. La situación representada en la figura 4 muestra una conexión directa

y lineal entre los acontecimientos, esto es, el desplazamiento del tiempo es casi el mismo entre todos los receptores, porque las condiciones del terreno son homogéneas. Midiendo el desplazamiento del tiempo y conociendo la distancia entre el cabezal de corte y los receptores, se puede medir la velocidad de propagación. Por ejemplo, la línea de puntos 56 corresponde a una velocidad de propagación de 1700 m/s.

- 5 Si la geometría más compleja, como se representa en la figura 2 en donde de aparecen sedimentos y rocas, las grabaciones presentarán modelos más complejos de los desplazamientos del tiempo. Además, pueden estar presentes diferentes tipos de señales sísmicas (ondas P, ondas S, ondas de interfaz). También es posible que estén presentes señales sísmicas a partir de otro origen distinto del cabezal de corte. Tales señales tanto pueden ser generadas por otras fuentes de vibración como, de un modo controlado, por una fuente sísmica que forma parte del
- 10 dispositivo.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un sistema para optimizar el dragado de una área mediante un barco de dragar (25) equipado con un cabezal de corte (4) que comprende un medio para medir la velocidad sísmica local delante del barco (25) y antes del cabezal de corte, dicho medio comprendiendo un conjunto de receptores sísmicos sumergidos (11, 11', 11'', 11''') sostenidos por un bastidor (10).
2. Sistema según la reivindicación 1 en el que el bastidor (10) está configurado para la fijación en el extremo de proa del barco, bastidor el cual alinea los receptores sísmicos (11, 11', 11'', 11''') por encima y delante del cabezal de corte (4).
- 10 3. Sistema según la reivindicación 2 en el que el bastidor está adaptado para sostener el conjunto de receptores sísmicos (11, 11', 11'', 11''') en una línea horizontal.
4. Sistema según la reivindicación 2 o 3 en el que el conjunto de receptores sísmicos (11, 11', 11'', 11''') comprende por lo menos dos hidrófonos.
- 15 5. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4 en el que el bastidor está adaptado para sostener el receptor sísmico (11') lo más cerca del extremo de proa (20) del barco (25) a una distancia horizontal de por lo menos 3 m más allá del cabezal de corte (4).
6. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5 en el que el bastidor está configurado para la fijación rígida al barco.
7. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5 en el que el bastidor está configurado para la fijación al barco a través de una junta articulada o una suspensión de amortiguación.
- 20 8. Sistema según la reivindicación 1 en el que el bastidor está adaptado para flotar en agua.
9. Sistema según la reivindicación 8 provisto de las características de la reivindicación 3 o 4.
10. Sistema según la reivindicación 8 o 9 en el que el bastidor flotante está provisto de medios de propulsión para mover su posición y orientación remotamente e independientemente de la posición del barco.
- 25 11. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 adicionalmente comprendiendo:
 - un medio para recibir datos convencionales del suelo del área que se va a dragar,
 - un medio para optimizar los parámetros de dragado para una posición actual y subsiguiente del cabezal de corte sobre la base de la combinación de la información convencional y local del suelo para optimizar el rendimiento y el desgaste del cortador,
 - 30 - un medio para emitir de salida los parámetros de dragado, ajustando de ese modo los parámetros del cortador sobre la base de los parámetros de dragado proporcionando de ese modo un rendimiento óptimo en una posición actual y subsiguiente del cabezal de corte.
- 35 12. Un procedimiento para la optimización, durante el dragado, del dragado de un área mediante un barco equipado con un cabezal de corte de succión que comprende las etapas de:
 - la obtención de información convencional sobre el suelo del área que se va a dragar,
 - la medición de uno o más de los parámetros locales del suelo que incluye la velocidad sísmica local del suelo delante del cabezal de corte durante el dragado,
 - 40 - el cálculo de los parámetros de dragado para una posición actual y subsiguiente del cabezal de corte sobre la base de la combinación de los parámetros convencionales y locales del suelo para optimizar el rendimiento y el desgaste del cortador,
 - la utilización de los parámetros de dragado obtenidos de ese modo para ajustar los parámetros del cortador proporcionando de ese modo un rendimiento óptimo en una posición actual y subsiguiente del cabezal de corte.
 - 45
13. Procedimiento según la reivindicación 12 en el que los parámetros locales del suelo adicionalmente comprenden datos de la geo - resistividad.
- 50 14. Procedimiento según la reivindicación 12 o 13 en el que los parámetros locales del suelo adicionalmente comprenden datos de reflexión sísmica tales como datos de sonda acústica paramétrica o datos del trazador de perfiles del fondo submarino.

15. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14 en el que los parámetros locales del suelo adicionalmente comprenden datos cualesquiera de la vibración, datos de sonido, mediciones de la temperatura en el cabezal de corte, la velocidad de oscilación del cabezal de corte.
- 5 16. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 15 en el que los parámetros del cortador comprenden datos cualesquiera de la velocidad de oscilación lateral, la velocidad de giro del cabezal de corte, momentos de torsión del giro del cabezal de corte, el grosor de la capa atacada y el ancho por corte.
- 10 17. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 16 en el que los datos del estudio geológico se obtienen a partir de la perforación, pozos de sondeo, vibrocores, pistón de toma de muestras, prueba de penetración cónica y toma de muestras por lavado.
- 15 18. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 17 en el que el grosor de la capa o el ancho de la capa atacada o la velocidad de oscilación lateral del cortador se reducen cuando se mide o se espera la proximidad de suelo más duro o roca y en el que el grosor de la capa o el ancho de la capa atacada o la velocidad de oscilación lateral del cortador se aumentan cuando se mide o se espera la proximidad de suelo más blando.

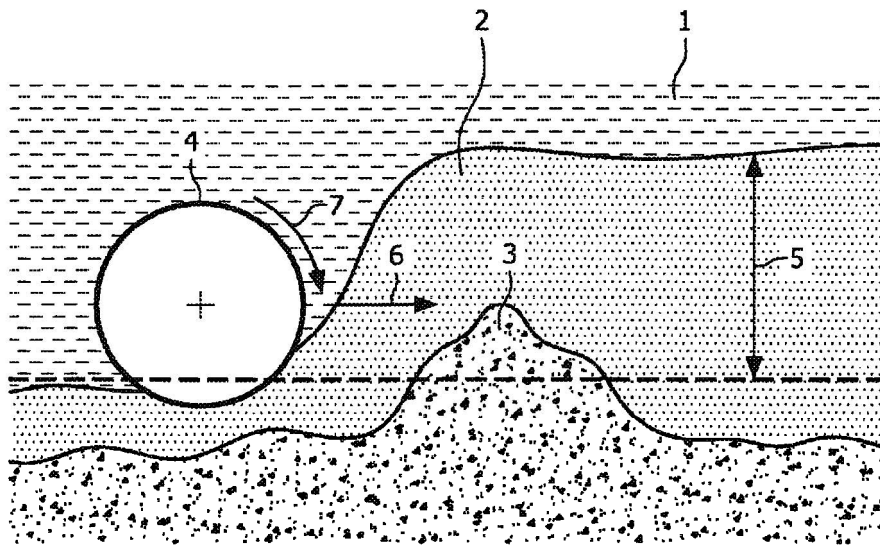


FIG. 1

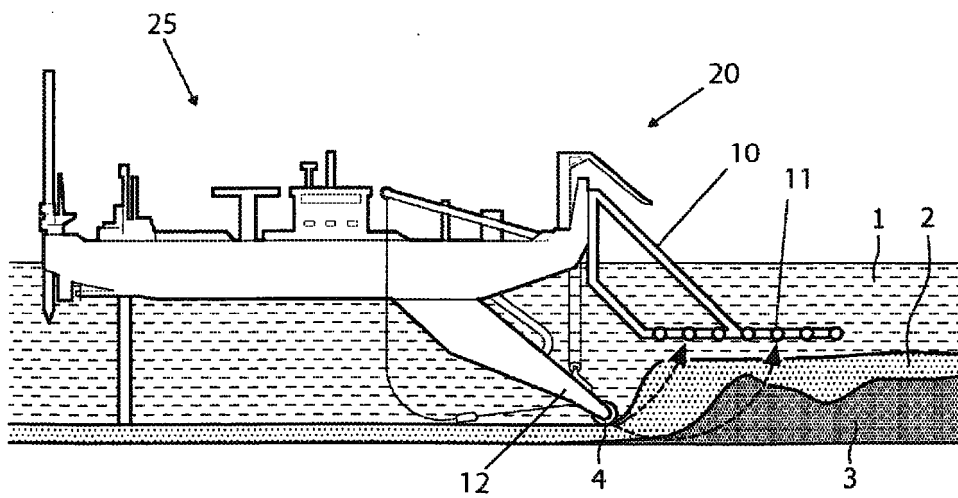


FIG. 2

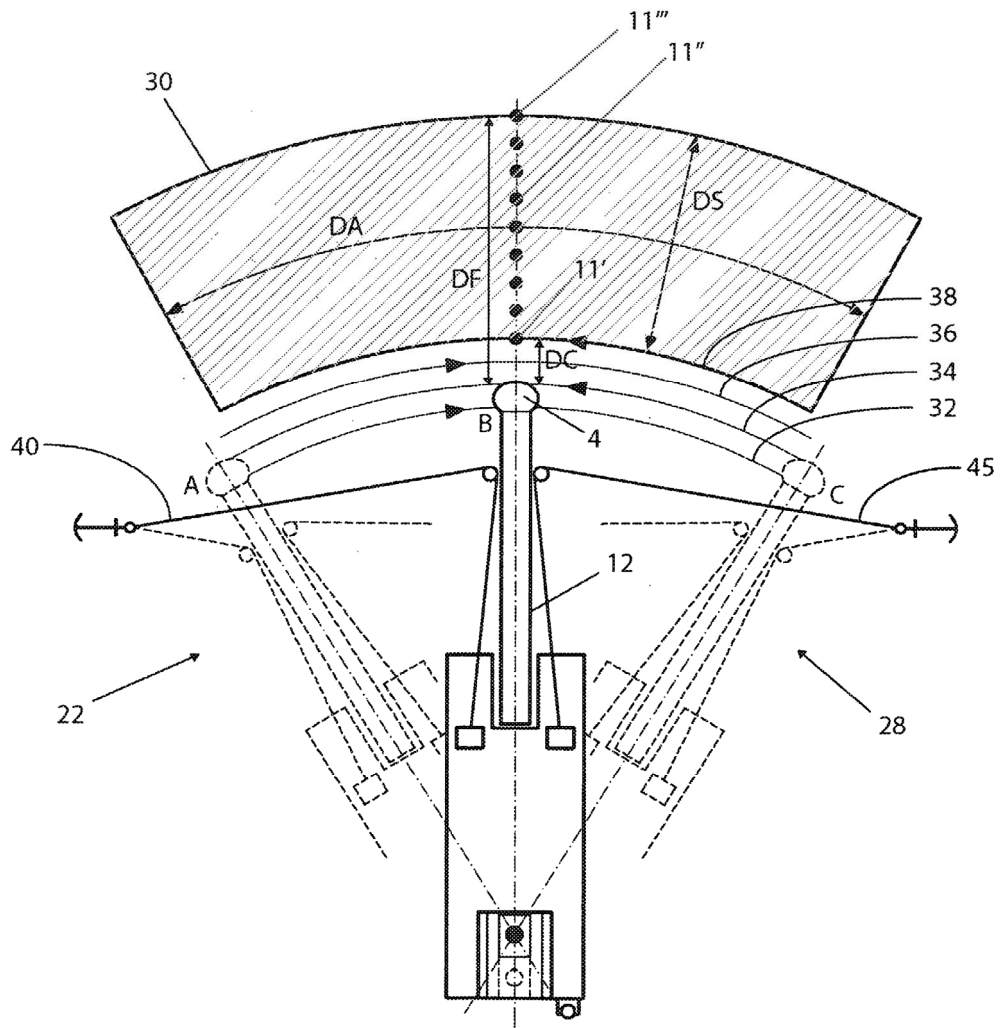


FIG. 3

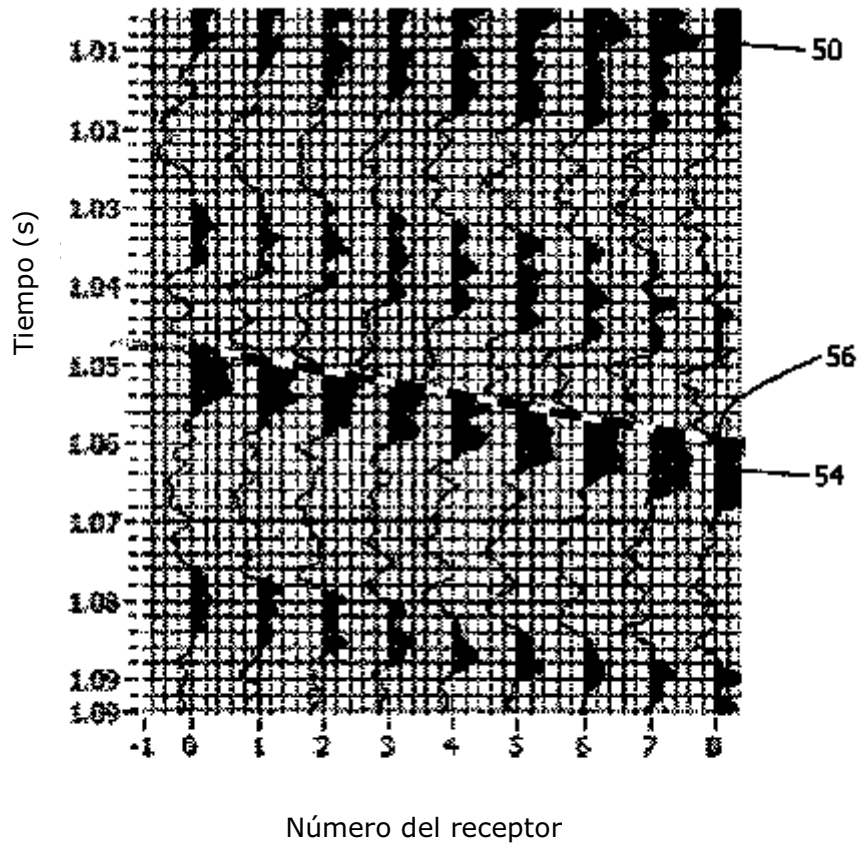


FIG. 4