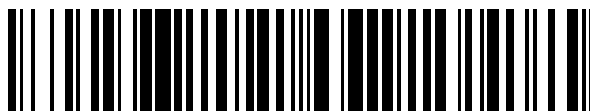


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 928**

51 Int. Cl.:

**G01S 5/30** (2006.01)

**G01S 11/14** (2006.01)

**G01V 1/38** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.09.2012 PCT/EP2012/067724**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.03.2013 WO13041408**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.09.2012 E 12762250 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.03.2017 EP 2748626**

54 Título: **Método para la determinación de la distancia entre dispositivos acústicos bajo el agua**

30 Prioridad:

**22.09.2011 NO 20111288**

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

**16.08.2017**

73 Titular/es:

**SCANTRAWL A.S. (100.0%)  
P.O. Box 44  
3167 Asgårdstrand, NO**

72 Inventor/es:

**SKJOLD-LARSEN, HENNING**

74 Agente/Representante:

**SALVA FERRER, Joan**

ES 2 629 928 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Método para la determinación de la distancia entre dispositivos acústicos bajo el agua

## 5 INTRODUCCIÓN

**[0001]** La presente invención comprende un método para la determinación de la distancia desde un punto de referencia al menos a dos módulos de sensor, todos ellos ubicados bajo el agua.

## 10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

**[0002]** La medida de las distancias entre los módulos de sensor bajo el agua y un punto de referencia, que, por ejemplo, es una embarcación que remolca los módulos de sensor detrás de ella, ha sido un área de problema bien conocida que hasta ahora se ha solucionado midiendo la longitud de la línea o cable entre la embarcación y los  
15 módulos de sensor. Una alternativa puede ser enviar una señal acústica desde un punto de referencia a un módulo de sensor y, a continuación, medir el tiempo que tarda en recibir una señal de respuesta desde el módulo de sensor. Esta medida sola hará no obstante una medida incierta.

**[0003]** La medida precisa de la longitud de línea se ha encontrado difícil en la práctica ya que la línea puede estar estirada, curvada o doblada. Es el caso si la longitud de la línea se mide manualmente a medida que deja la  
20 embarcación o si se mide el número de rotaciones que ha realizado una manivela al proporcionar y ajustar una cierta longitud de línea. Además, lo anteriormente mencionado depende de cómo se enrolle la línea, lo que puede ser diferente de una ocasión a otra. El problema se agrava cuando la distancia entre los módulos de sensor y la embarcación se vuelve mayor, es decir, varios cientos de metros. Una línea o cable será capaz entonces de  
25 estirarse lo suficiente de forma considerable y volverse más larga que cuando está enrollada.

**[0004]** Hoy, hay diferentes dispositivos para medir las distancias bajo el agua mediante el uso de un principio de medición que comprende la transmisión y recepción de ondas de sonido. Esto comprende principalmente el uso  
30 de sonares o ecosondas.

**[0005]** El principio de estos dispositivos es emitir una onda de sonido y medir el tiempo que tarda antes de que la misma onda de sonido se refleje. Para encontrar la distancia desde, por ejemplo, una embarcación a uno o más módulos de sensor, el principio de sonar se puede utilizar mediante la emisión de una onda de sonido desde la  
35 embarcación y la recepción de reflejos o señales transmitidas desde los módulos de sensor remolcados detrás de la embarcación. El tiempo que las ondas de sonido tardan en pasar a o desde los módulos de sensor será entonces proporcional a la distancia entre ellos y la embarcación. El principio anteriormente mencionado se utiliza también para encontrar la distancia entre dos o más módulos de sensor bajo el agua.

**[0006]** El documento WO-2010/090526 A1 describe un método para la determinación de la diferencia en la  
40 distancia desde un punto de referencia al menos a dos módulos de sensor donde el punto de referencia y los módulos de sensor están bajo el agua. Los módulos de sensor comprenden medios para el envío y la recepción de señales acústicas y el punto de referencia comprende un hidrófono para la recepción de señales acústicas desde los módulos de sensor. Dicho método describe la diferencia en la distancia y no la distancia en sí.

**[0007]** El documento US-5214617A muestra un ejemplo de una técnica estándar y describe un sistema y un  
45 método para la determinación de la distancia entre transceptores hidro acústicos individuales colocados en objetos bajo el agua. El sistema utiliza la sincronización de relojes en los módulos de sensor comprendidos en el sistema.

**[0008]** El documento GB 2 089 042 A describe un aparato y método para la determinación de la ubicación de  
50 una serpentina sísmica remolcada. La determinación se basa en varios hidrófonos alojados en el cable de serpentina que reciben señales acústicas de fuentes montadas en una embarcación. Las señales de respuesta se envían de vuelta a la embarcación a través del cable sísmico.

**[0009]** El documento US 2007/091719 A1 describe un sistema y método para la determinación de las  
55 posiciones de serpentinas remolcadas. Esto se basa en el uso de una pluralidad de transmisores y receptores montados dentro de la serpentina y correlación cruzada de señales recibidas con señales transmitidas.

**[0010]** Es conveniente una determinación de distancia más precisa donde varios parámetros medidos se coordinan para la determinación de la distancia.

**[0011]** El cálculo de la distancia desde un punto a otro se puede llevar a cabo de dos formas. La primera es medir el tiempo de trabajo de una señal mediante el uso de relojes de tal forma que el receptor de la señal enviada conozca cuándo se envió. Entonces solo es necesario enviar la señal de una forma únicamente, por ejemplo, desde un módulo de sensor a un punto de referencia que tiene un hidrófono para la recogida de las señales.

**[0012]** El otro método conocido es enviar una señal desde un sensor a otro y medir el tiempo antes de que se devuelva la señal.

10 **[0013]** Mediante el envío de señales desde dos o más módulos de sensor con una diferencia de tiempo conocida, las señales que son recibidas por un hidrófono indicarán la diferencia en la distancia entre los módulos de sensor. Esto puede ser información útil en sí misma si, por ejemplo, es conveniente que dos o más módulos de sensor tengan en todo momento una diferencia constante en la distancia o la misma distancia a, por ejemplo, una embarcación que los remolca tras de sí.

15 **[0014]** Un problema bien conocido al utilizar ondas de sonido bajo el agua es además que la velocidad de propagación del sonido depende de un número de factores tales como la temperatura del agua, el contenido de sal, la presión, etc. Estos variarán según la ubicación, la estación, las condiciones actuales, etc. Es la temperatura del agua la que tiene el mayor impacto en el resultado de medición.

20 **[0015]** Varios proveedores de módulos de sensor para el uso bajo el agua utilizan una velocidad fija de 1.500 m/s para la propagación de ondas de sonido o la velocidad de sonido en agua "se establece" manualmente buscando valores relevantes para la velocidad de sonido en agua a una temperatura dada.

25 **[0016]** La temperatura del agua en la dirección vertical cambia con la profundidad. El agua caliente se eleva y el agua fría se hunde hacia abajo. Además, el sol calentará el agua de la superficie.

30 **[0017]** La temperatura del agua en la dirección horizontal puede variar también dependiendo de las distancias y de dónde se realicen las medidas. Por ejemplo, el agua cerca de la orilla tendrá una temperatura más elevada que el agua que está más lejos de la orilla.

**[0018]** Hay algunos dispositivos que tienen un sensor de temperatura incorporado para la medición de la temperatura localmente en el agua donde está ubicado el dispositivo. La desventaja de tales sistemas es que una temperatura de agua medida localmente en la ubicación de, por ejemplo, una ecosonda puede ser muy diferente de la temperatura del agua a lo largo de la ruta de propagación total de la onda de sonido. Este será el caso, en particular, a través de grandes distancias. La velocidad del sonido que se utiliza entonces en cálculos de distancias bajo el agua será incorrecta y resultará en grandes desviaciones en la distancia calculada en relación con la distancia real.

40 **[0019]** La presente invención soluciona el problema anteriormente mencionado mediante la medición de las temperaturas al menos en uno o más puntos a lo largo de la ruta que el sonido propagará para recopilarlos para un cálculo más preciso de distancias bajo el agua. Esto se realiza mediante la transferencia de la temperatura medida real o la velocidad de sonido calculada desde la temperatura medida a una unidad conectada a un hidrófono en el punto de referencia para calcular la distancia bajo el agua. Se obtendrán de este modo precisiones mayores mediante una medición de este tipo.

50 **[0020]** La combinación de las señales recibidas relacionadas con el tiempo de llegada y el tiempo de vuelo de la emisión de ondas de sonido desde al menos dos módulos de sensor y el ajuste de forma simultánea de la velocidad de sonido en relación con la temperatura del agua medida permitirá que se encuentre la diferencia en la distancia a los módulos de sensor con mayor precisión. Esto se puede utilizar por ejemplo para el ajuste y posicionamiento precisos de una red de arrastre.

## RESUMEN DE LA INVENCION

55 **[0021]** El objeto de la presente invención es proporcionar un método para la determinación de la distancia desde un punto de referencia al menos a dos módulos de sensor, todos los cuales están ubicados bajo el agua, en el que los módulos de sensor están en conexión de señal entre sí cuando comprenden medios para el envío y la recepción de señales acústicas y en el que el punto de referencia comprende un hidrófono para la recepción de señales acústicas desde los módulos de sensor, estando dicho método caracterizado porque comprende los

siguientes pasos:

- envío de una señal acústica desde el primer módulo de sensor al segundo módulo de sensor;
- 5 - envío de una señal acústica desde el segundo módulo de sensor al primer módulo de sensor y el hidrófono tanto inmediatamente como tras los retrasos establecidos después de que el segundo módulo de sensor reciba dicha primera señal acústica enviada desde el primer módulo de sensor;
- medición en el primer módulo de sensor del tiempo  $T_1$  que tarda desde que la señal acústica se envía desde el primer módulo de sensor hasta que el primer módulo de sensor recibe dicha señal acústica enviada desde el segundo módulo de sensor;
- 10 - envío de una señal acústica desde el primer módulo de sensor al hidrófono tanto inmediatamente como tras un retraso establecido después de que el primer módulo de sensor reciba dicha señal acústica enviada desde el segundo módulo de sensor;
- medición de los tiempos de llegada y tiempos de recorrido de las señales acústicas recibidas enviadas desde el primer y segundo módulo de sensor al hidrófono en el punto de referencia;
- 15 - determinación de la diferencia en la distancia desde el punto de referencia a cada uno de los módulos de sensor mediante el cálculo de esta diferencia en una unidad de cálculo conectada al hidrófono en el punto de referencia basándose en los tiempos de llegada medidos de las señales acústicas en el hidrófono y en el tiempo  $T_1$  y retrasos establecidos opcionales, **caracterizado por** la realización de los siguientes pasos adicionales:
- 20 - ajuste y posicionamiento de la distancia a los módulos de sensor en relación con el punto de referencia de forma que la diferencia calculada en la distancia se aproxime a cero;
- registro de valores de tiempo de las señales acústicas recibidas dentro de una incertidumbre establecida para las diferencias calculadas para las distancias que se aproximan a cero;
- 25 - determinación de la distancia desde el punto de referencia al menos a dos módulos de sensor mediante el uso de tiempos de recorrido medidos de las señales acústicas que se incluyen en dichos valores registrados.

[0022] Características adicionales del método inventivo se definen en las reivindicaciones dependientes del conjunto de las reivindicaciones.

30

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0023] La presente invención presenta un método para calcular la distancia desde un punto de referencia al menos a dos módulos de sensor, todos los cuales están ubicados bajo el agua. La solución es ventajosa para el rendimiento de diversos tipos de operaciones que tienen lugar bajo el agua, por ejemplo, en pesquerías y la industria offshore. La invención será de importancia para el funcionamiento del equipo, el remolque del equipo de pesca, tiro sísmico, etc. Otras áreas donde la invención se puede utilizar de manera ventajosa son en la instalación de, por ejemplo, tuberías y cables submarinos.

40 [0024] La invención se describirá ahora con más detalle en referencia a las figuras adjuntas, en las que:

La figura 1 ilustra cómo una unidad de cálculo conectada a un hidrófono puede calcular la diferencia en la distancia entre dos módulos de sensor;

45 La figura 2 muestra un sistema para la aplicación práctica de módulos de sensor para la optimización de una operación de red de arrastre;

La figura 3 muestra módulos de sensor montados en conexión con una red de arrastre;

50 La figura 4 muestra módulos de sensor montados en cables sísmicos, y

La figura 5 muestra una imagen en pantalla para un sistema de monitoreo de red de arrastre.

[0025] La invención se define por un método para determinar la distancia desde un punto de referencia al menos a dos módulos de sensor 10, 20 cuando estos tienen la misma distancia al punto de referencia y todos los cuales están ubicados bajo el agua, en el que los módulos de sensor 10, 20 están en conexión de señal entre sí cuando comprenden medios para el envío y la recepción de señales acústicas y en el que el punto de referencia comprende un hidrófono 30 con medios para la recepción de señales acústicas desde los módulos de sensor 10, 20, estando dicho método caracterizado porque comprende varios pasos que se llevan a cabo.

- 5 **[0026]** La figura 1 indica con flechas a) a d) la secuencia y dirección de señales acústicas que se envían entre los módulos de sensor 10 y 20 y un hidrófono 30. Esto permite a una unidad de cálculo 40 conectada al hidrófono 30 calcular la diferencia en distancia a los módulos de sensor 10 y 20.
- [0027]** El primer paso en el método inventivo es enviar una primera señal acústica a) desde el primer módulo de sensor 10 al segundo módulo de sensor 20.
- 10 **[0028]** El segundo paso es enviar una señal acústica b) desde el segundo módulo de sensor 20 al primer módulo de sensor 10 y el hidrófono 30, tanto inmediatamente como tras los retrasos establecidos después de que el segundo módulo de sensor 20 reciba dicha primera señal acústica a) enviada desde el primer módulo de sensor 10. Un retraso fijado se conocerá en ese caso con antelación al primer módulo de sensor 10.
- 15 **[0029]** El tercer paso es medir en el primer módulo de sensor 10 el tiempo  $T_1$  que tarda desde que la señal acústica a) se envía desde el primer módulo de sensor 10 hasta que el primer módulo sensor 10 recibe dicha señal acústica b) enviada desde el segundo módulo de sensor 20. Esta medición se realiza midiendo el tiempo que una señal a) tarda desde que se envía desde el primer módulo de sensor 10 hasta que recibe una señal b) desde el segundo módulo de sensor 20 y restando una diferencia de tiempo conocida opcional de señal acústica emitida b) en el segundo módulo de sensor 20 y dividiendo el tiempo restante medido por dos.
- 20 **[0030]** El cuarto paso es enviar una señal acústica d) desde el primer módulo de sensor 10 al hidrófono 30 tanto inmediatamente como tras un retraso establecido después de que el primer módulo de sensor 10 reciba dicha señal acústica enviada desde el segundo módulo de sensor 20.
- 25 **[0031]** Los tiempos de llegada de las señales acústicas recibidas en el hidrófono 30 en el punto de referencia se miden entonces. Si uno de los módulos de sensor 10, 20 tiene una distancia más larga a la embarcación que el otro, la señal recibida en el hidrófono 30 desde allí tardará más que la señal desde el otro. Esto resultará en una diferencia de tiempo entre las señales acústicas emitidas desde los módulos del sensor 10, 20.
- 30 **[0032]** Los tiempos de recorrido entre el hidrófono 30 y los módulos de sensor 10, 20 se utilizan para calcular la distancia desde un punto a otro, y se puede realizar de dos formas. Una forma es medir el tiempo de recorrido de una señal por el uso de relojes en el hidrófono 30 y los módulos de sensor 10, 20 de forma que los medios de computación de señal en el receptor conozcan cuándo se envió una señal recibida.
- 35 **[0033]** La otra forma de medir el tiempo de recorrido de una señal es enviar una señal desde una ubicación en el hidrófono 30 a un módulo de sensor y medir el tiempo antes de que se devuelva una señal.
- 40 **[0034]** El siguiente paso en el método es determinar la diferencia en la distancia desde el punto de referencia a cada uno de los módulos de sensor 10, 20 mediante el cálculo de esta diferencia en una unidad de cálculo 40 conectada al hidrófono 30 en el punto de referencia basándose en tiempos de llegada medidos de las señales acústicas enviadas desde el primer y segundo módulo de sensor 10, 20 al hidrófono 30 y el tiempo  $T_1$  y retrasos establecidos opcionales. Esta información se puede utilizar entonces para ajustar y posicionar los módulos de sensor 10, 20 de tal forma que la diferencia calculada en distancia entre el hidrófono 30 y los módulos de sensor 10, 20 se aproxime a cero.
- 45 **[0035]** Los valores de las señales acústicas recibidas dentro de una incertidumbre establecida para las diferencias calculadas para las distancias que se aproximan a cero se registran entonces a lo largo del tiempo. Todos los valores que no entran dentro de una desviación estándar pueden descartarse por ejemplo.
- 50 **[0036]** La distancia desde un punto de referencia al menos a dos módulos de sensor 10, 20 se determina mediante el uso de tiempos de recorrido medidos a las señales acústicas que están comprendidos en los valores registrados.
- [0037]** Un objeto de la presente invención es principalmente determinar la diferencia en la distancia desde el punto de referencia a cada uno de los módulos de sensor 10, 20 con tanta precisión como sea posible.
- [0038]** Otro objeto es ajustar y posicionar los módulos de sensor 10, 20 en relación con dicho punto de referencia de tal forma que la distancia entre el punto de referencia y cada uno de los módulos de sensor 10 y 20 sea igual de larga, es decir, que la diferencia en la distancia se aproxime a cero.

**[0039]** Lo anteriormente mencionado se visualiza mejor cuando los módulos de sensor 10, 20 están conectados a dispositivos, la posición de los cuales se desea controlar y cambiar.

5 **[0040]** En una realización, el punto de referencia puede estar conectado a una embarcación y los módulos de sensor 10, 20 se mueven en relación con la embarcación.

**[0041]** En otra realización, el punto de referencia puede estar conectado a una estructura fija y los módulos de sensor 10, 20 se mueven en relación con la estructura fija.

10

**[0042]** El ajuste y posicionamiento de los módulos de sensor 10, 20 en lo que respecta a la diferencia en la distancia entre un punto de referencia y cada uno de los módulos de sensor 10, 20 se puede llevar a cabo cuando las diferencias calculadas en las distancias se envían al controlador 50 que controla una unidad de control 60 que ajusta y posiciona los módulos de sensor 10, 20.

15

**[0043]** Lo anteriormente mencionado se puede realizar cuando los módulos de sensor 10, 20 están remolcados detrás, por ejemplo, de una embarcación a través de una línea o cable que está fijado a manivelas de red de arrastre que los controlan cuando las manivelas de red de arrastre están conectadas a dicha unidad de control 60.

20

**[0044]** El ajuste y posicionamiento de módulos de sensor 10, 20, que no están necesariamente sujetos a una red de arrastre se pueden efectuar cuando las señales de control se envían desde la unidad de control 60 a los módulos de sensor 10, 20 que viajan detrás de la embarcación con la ayuda de medios de propulsión controlados remotos independientes.

25

**[0045]** Dicho punto de referencia no tiene que ser un hidrófono en una embarcación, pero puede estar conectado, por ejemplo a una estructura fija tal como una estructura offshore, desplazándose los módulos de sensor 10, 20 en relación con la estructura fija. El método inventivo será capaz entonces de determinar la diferencia en distancia y, opcionalmente, ajustar y posicional los módulos de sensor 10, 20 en relación con la estructura fija basándose en la diferencia calculada en distancia.

30

**[0046]** La figura 2 muestra un sistema para la aplicación práctica de módulos de sensor para la optimización de una operación de red de arrastre. En tal configuración, los pares de módulos de sensor 10A, 20A, 10B, 20C y 10B, 20B funcionan como sensores de simetría que se pueden utilizar para detectar si la apertura de una red de arrastre 70 se remolca de forma simétrica tras una embarcación o con simetría óptima y deseada. Si no es el caso, la posición y la apertura de la red de arrastre 70 se pueden ajustar y posicionar de tal forma que se obtenga la simetría deseada.

35

**[0047]** Cuando los módulos de sensor 10A, 10B, 20A, 20B, 20C se fijan en diferentes puntos en conexión con la red de arrastre 70, será posible, a través del uso del método inventivo, detectar la diferencia en el tiempo de llegada de señales en un hidrófono 30 en una embarcación y calcular la diferencia en la distancia desde la embarcación a los diferentes módulos de sensor 10A, 10B, 20A, 20B, 20C y, de este modo, determinar si la red de arrastre 70 se remolca con la simetría deseada. Esta información se puede utilizar entonces para controlar las manivelas de red de arrastre tanto manual como automáticamente. La forma de control anteriormente mencionada se efectúa cuando el controlador 50 en la embarcación controla las manivelas 60 que ajustan las líneas a las que los módulos de sensor 10A, 10B, 20A, 20B, 20C están fijados. Mediante el uso de una pluralidad de módulos de sensor 10A, 10B, 20A, 20B, 20C que funcionan juntos como pares, como se muestra en la figura 2, se puede suministrar información adicional a la unidad de cálculo 50 y se pueden ajustar más líneas conectadas a la red de arrastre.

45

50 **[0048]** La figura 3 es una sección lateral que muestra los módulos de sensor 10A, 20A, 20B montados en conexión con la red de arrastre 70. Los módulos de sensor 10A, 20A, 20B pueden estar equipados con unas células de presión de profundidad e indicadores de altura acústica. La transferencia de señales entre los módulos de sensor será similar a lo mencionado más arriba. La información adicional de profundidad y altura será información adicional útil para determinar la diferencia en la distancia entre los módulos de sensor 10A, 20A, 20B.

55

**[0049]** La figura 4 muestra otro ejemplo del uso del método inventivo mediante el empleo de dos o más módulos de sensor 10A, 20B, 20C fijados a un cable sísmico en ubicaciones separadas de forma diferente en el cable. El método inventivo hace posible determinar las diferencias en la distancia desde los módulos de sensor a un hidrófono 30 en un punto de referencia, por ejemplo, una embarcación, de forma que el perfil que el cable sísmico

tiene en cualquier momento dado se pueda determinar cuando las propiedades del cable tales como la sección transversal, rigidez, etc. sean conocidas. Como un cable de serpentina puede tener varios kilómetros de largo, puede ser favorable para corregir diferentes perfiles de velocidad en el agua.

- 5 **[0050]** Las figuras de 2 a 4 muestran a modo de ejemplo realizaciones del uso del método según la invención. Las realizaciones también son posibles donde la unidad de cálculo 40 recibe los datos de posición desde un GPS en una embarcación que indica la posición de la embarcación, el rumbo y la velocidad. Esta será información adicional útil para ajustar y posicionar los módulos de sensor 10, 20.
- 10 **[0051]** Si la embarcación también comprende medios acústicos para el envío de señales a los módulos de sensor 10, 20 que, tras la recepción de estas señales, envían señales acústicas de vuelta al hidrófono 30 en la embarcación, la distancia real entre los módulos de sensor 10, 20 y se determinará el hidrófono 30 y no solo la diferencia en la distancia entre los módulos de sensor 10, 20 y el hidrófono 30. Una alternativa es permitir a los módulos de sensor 10, 20 y al hidrófono estar equipados con relojes. En este caso es como se ha mencionado  
15 anteriormente solo necesariamente con comunicación unidireccional desde los módulos de sensor 10, 20 al hidrófono 30.
- [0052]** La combinación de la información sobre la distancia entre los módulos de sensor 10, 20 y el hidrófono 30 con la información sobre la posición de la embarcación, el rumbo y la velocidad permitirá que se determine la  
20 posición precisa de los módulos de sensor.
- [0053]** Será información importante al arrastrar en áreas críticas que contienen instalaciones tales como tuberías, etc. En tales lugares, un posicionamiento y manejo preciso de la red de arrastre será necesario para evitar el deterioro de la red de arrastre o equipo.  
25
- [0054]** Para información adicional sobre la posición de los módulos de sensor 10, 20, su profundidad y altura se pueden medir, como se ha mencionado, mediante el uso de sensores de presión e indicador de altura. Esta información se puede enviar al hidrófono 30 en la embarcación con el fin de proporcionar una posición tridimensional precisa (x, y, z) de los módulos de sensor 10, 20 que a su vez proporciona mejores medios de optimización y ajuste  
30 de la posición de los módulos de sensor 10, 20 y, de este modo, el equipo al que están fijados.
- [0055]** La presente invención utiliza la medición del tiempo que transcurre desde la transmisión a la recepción del sonido bajo el agua. Como se ha mencionado anteriormente, es un problema bien conocido que las mediciones que utilizan ondas de sonido bajo el agua pueden proporcionar mediciones inciertas dependiendo de un número de  
35 factores tales como la temperatura del agua, el contenido de sal, la presión, etc. Aquí es la temperatura del agua la que tiene el mayor impacto sobre el resultado de medición.
- [0056]** Con el fin de llevar a cabo operaciones de pesca eficientes y optimizar el consumo de combustible, es necesario tener un elevado nivel de precisión para las mediciones que se utilizan para optimizar una operación de  
40 red de arrastre.
- [0057]** Mediante la incorporación de las mediciones de temperatura tanto por medio de un sensor de temperatura en al menos un módulo de sensor o mediante el uso de al menos un sensor de temperatura independiente y el envío de la temperatura medida del agua al hidrófono 30 en la embarcación, la unidad de cálculo  
45 40 en la embarcación puede utilizar la temperatura medida en el cálculo preciso de la diferencia en la distancia a los módulos de sensor 10, 20.
- [0058]** Cuando un sensor de temperatura está instalado también en las cercanías del hidrófono 30 en la embarcación, un perfil de temperatura se puede establecer a lo largo de la ruta de propagación del sonido de las  
50 señales acústicas, proporcionando este perfil la velocidad de sonido correcta en el agua que se puede utilizar al calcular la diferencia en la distancia y la distancia a los módulos de sensor 10, 20.
- [0059]** Para el control óptimo de una red de arrastre, es importante tener como objetivo la geometría de red de arrastre óptima y la velocidad de remolque a través del recorrido de la red de arrastre, también a través de los  
55 cambios en curso, velocidad del motor, paso de hélice, manivelas y cambios en los ángulos de las puertas de red de arrastre y plomadas. Es evidente que este es un proceso complejo que requiere información precisa.
- [0060]** Un cambio en cada uno de los parámetros de control solo no hace posible obtener la geometría de red de arrastre óptima. Solo una combinación de cambios en dos o más parámetros simultáneamente, dependiendo de

las condiciones, hace posible obtener la geometría de red de arrastre óptima, mediante el posicionamiento de la red de arrastre y la velocidad de remolque correcta, es decir, la velocidad de la red de arrastre a través del mar.

**[0061]** Un sistema completo para el ajuste y posicionamiento de una red de arrastre con el fin de obtener una geometría de red de arrastre óptima y velocidad de remolque a través de un recorrido de red de arrastre puede comprender el uso de dichos módulos de sensor 10, 20, ecosonda, sonar, sonar de red de arrastre, GPS, anemómetro, gráfico de fondo marino, indicador de onda y datos de manivela y cómo los datos de medición de estos son utilizados por la unidad de cálculo 40 para controlar los diferentes parámetros tales como el cambio en el recorrido de la embarcación, la velocidad del motor, paso de hélice, manivelas y cambio en el ángulo de las puertas de red de arrastre y plomadas.

**[0062]** La figura 5 muestra un ejemplo de una imagen de pantalla para un monitoreo de red de arrastre para arrastre. Tal sistema estará conectado de este modo a dicha unidad de cálculo 40. En la imagen en la izquierda hay una representación de una red de arrastre 70 y módulos de sensor 10, 20 en relación con un sistema de gráfico marino. Debido a las correcciones de temperatura y a dicha tecnología de posicionamiento inventiva, la posición de la red de arrastre y la distancia a la embarcación proporcionarán al pescador la posición precisa de su red de arrastre en relación con la embarcación.

**[0063]** Además de proporcionar información sobre la ubicación de una embarcación en relación con un gráfico de fondo marino, tal imagen de pantalla puede proporcionar también información sobre varios parámetros diferentes relacionados con los módulos de sensor 10, 20 montados en la red de arrastre 70 como se muestra en la imagen a la derecha, donde, entre otros, también se muestra la profundidad de las puertas de red de arrastre.

**[0064]** El método inventivo hace posible adaptar los parámetros de control ya mencionados entre sí. Como la geometría de los cambios de red de arrastre con condiciones de fondo marino cambiantes, un cambio en la profundidad de red de arrastre, la velocidad y el rumbo de las corrientes submarinas, grado de llenado, etc., información correcta sobre la diferencia en la distancia entre un conjunto de módulos de sensor 10, 20 proporcionarán información importante para el ajuste y el posicionamiento de los módulos de sensor 10, 20.



**REIVINDICACIONES**

1. Un método para la determinación de la distancia desde un punto de referencia al menos a dos módulos de sensor (10, 20) cuando estos están colocados aproximadamente a las mismas distancias desde el punto de referencia, todos los cuales están ubicados bajo el agua, en el que los módulos de sensor (10, 20) están en conexión entre sí cuando comprenden medios para el envío y la recepción de señales acústicas y en el que un hidrófono (30) con medios para la recepción de señales acústicas desde los módulos de sensor (10, 20) está colocado en el punto de referencia, comprendiendo el método los pasos de
- 10 a) envío de una señal acústica desde el primer módulo de sensor (10) al segundo módulo de sensor (20);  
 b) envío de una señal acústica desde el segundo módulo de sensor (20) al primer módulo de sensor (10) y al hidrófono (30) tanto inmediatamente como tras los retrasos establecidos después de que el segundo módulo de sensor (20) reciba la señal acústica enviada desde el primer módulo de sensor (10);  
 15 c) medición en el primer módulo de sensor (10) del tiempo  $T_1$  que tarda desde que la señal acústica se envía desde el primer módulo de sensor (10) hasta que el primer módulo de sensor (10) recibe la señal acústica enviada desde el segundo módulo de sensor (20);  
 d) envío de una señal acústica desde el primer módulo de sensor (10) al hidrófono (30) tanto inmediatamente como tras un retraso establecido después de que el primer módulo de sensor (10) reciba la señal acústica enviada desde el segundo módulo de sensor (20);  
 20 e) medición de los tiempos de llegada y tiempos de recorrido de las señales acústicas enviadas desde el primer y segundo módulo de sensor (10, 20) al hidrófono (30);  
 f) uso de una unidad de cálculo (40) conectada al hidrófono (30) para la determinación de la diferencia en la distancia desde el punto de referencia a cada uno de los módulos de sensor (10, 20) basándose en los tiempos de llegada medidos de las señales acústicas en el hidrófono (30) y en el tiempo  $T_1$  y retrasos establecidos opcionales,  
 25 g) ajuste de la distancia y posicionamiento de los módulos de sensor (10, 20) en relación con el punto de referencia de forma que la diferencia calculada en la distancia se aproxime a cero;  
 h) registro a lo largo del tiempo de los valores de las señales acústicas dentro de una incertidumbre establecida para la que las diferencias calculadas en la distancia se aproximan a cero;  
 30 i) determinación de la distancia desde el punto de referencia al menos a dos módulos de sensor (10, 20) mediante el uso de los tiempos de recorrido medidos de las señales acústicas que se incluyen en dichos valores registrados.
2. Un método según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la incertidumbre establecida en el paso h) está dentro de una desviación estándar.
3. Un método según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el ajuste y posicionamiento de los módulos de sensor (10, 20) se efectúa **cuando** los módulos de sensor (10, 20) se remolcan detrás de una embarcación a través de una línea o cable que se sujeta a manivelas de red de arrastre que los controlan.
- 40 4. Un método según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el ajuste y posicionamiento de los módulos de sensor (10, 20) se efectúa **cuando** las señales de control se envían a los módulos de sensor (10, 20) que viajan detrás de la embarcación con la ayuda de medios de propulsión controlados remotos independientes.
- 45 5. Un método según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el punto de referencia está conectado a una estructura fija y donde los módulos de sensor (10, 20) se desplazan en relación con la estructura fija, y en el que el método comprende un paso adicional de ajuste y posicionamiento de los módulos de sensor (10, 20) en relación con la estructura fija basada en la diferencia calculada en la distancia.
- 50 6. Un método según la reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende además el uso de un GPS en la embarcación para determinar la posición de la embarcación, el rumbo y la velocidad, siendo utilizada esta información en el ajuste y posicionamiento de los módulos de sensor (10, 20).
7. Un método según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el hidrófono (30) envía señales a los 55 módulos de sensor (10, 20) que, tras la recepción de estas señales, envía señales acústicas de vuelta al hidrófono (30) de tal forma que se puedan determinar las distancias desde los módulos de sensor (10, 20) al hidrófono (30).
8. Un método según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el hidrófono (30) y los módulos de sensor (10, 20) están conectados a medios de temporización de tal forma que se puedan determinar las distancias desde

los módulos de sensor (10, 20) al hidrófono (30).

9. Un método según la reivindicación 1, **caracterizado por** la medición de la profundidad, la altura y el ángulo de al menos uno de los módulos de sensor (10, 20), siendo enviada esta información al hidrófono (30) en el punto de referencia para proporcionar información adicional sobre los módulos de sensor (10, 20).
10. Un método según la reivindicación 1, en el que al menos un módulo de sensor (10, 20) comprende un sensor de temperatura y en el que el método está **caracterizado por** la medición de la temperatura del agua y el envío de esta información al hidrófono (30) en el punto de referencia y donde la unidad de cálculo (40) conectada al hidrófono utiliza la temperatura medida en el cálculo de la diferencia en la distancia a los módulos de sensor (10, 20).
11. Un método según la reivindicación 9, **caracterizado porque** se establece un perfil de temperatura a lo largo de la ruta de propagación de sonido de las señales acústicas, siendo utilizado este perfil en el cálculo de la diferencia en la distancia a los módulos de sensor (10, 20) y donde el perfil de temperatura se establece midiendo las temperaturas al menos en un punto a lo largo de la ruta en la que el sonido se propagará y transferirá a continuación la temperatura medida actual o la velocidad de sonido calculada desde la temperatura medida de la unidad de cálculo (40) conectada al hidrófono en el punto de referencia.
12. Un método según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el primer y segundo módulo de sensor (10, 20) están fijados a su respectiva puerta de red de arrastre en una red de arrastre, de tal forma que la posición y la apertura de una red de arrastre se puedan ajustar y posicionar para obtener una geometría de red de arrastre óptima y constante.
13. Un método según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dos o más módulos de sensor (10, 20) se sujetan a un cable sísmico en ubicaciones separadas de forma diferente en el cable con el fin de ser capaces de determinar la distancia entre un punto de referencia y los módulos de sensor (10, 20) y el perfil que el cable sísmico tiene en cualquier momento dado.
14. Un método según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al proporcionar un sistema automático y completo para el ajuste y posicionamiento de una red de arrastre con el fin de obtener una geometría de red de arrastre óptima y velocidad de remolque durante un recorrido de red de arrastre, mediante el uso de dichos módulos de sensor (10, 20), ecosonda, sonar, sonar de red de arrastre, GPS, giroscopio, anemómetro, indicador de onda, datos de manivela, gráfico de fondo marino y donde los datos de medición de estos son utilizados por la unidad de cálculo (40) para controlar los diferentes parámetros con el fin de alterar el recorrido de una embarcación, la velocidad del motor, el paso de hélice, las manivelas y para alterar los ángulos de las puertas de red de arrastre y plomadas.

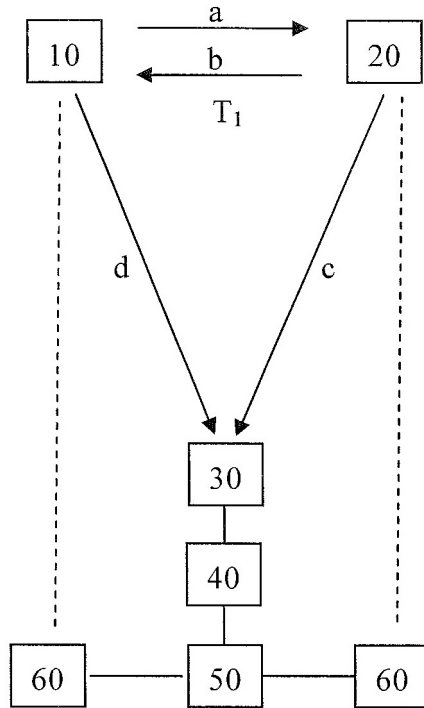


Fig. 1

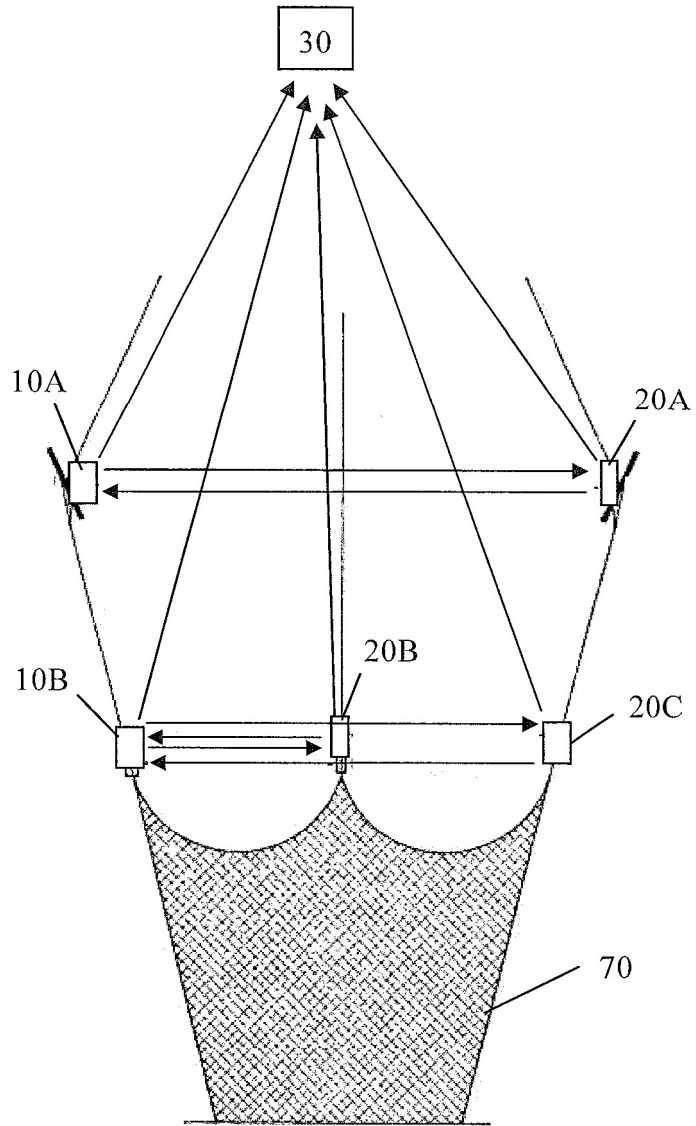


Fig. 2

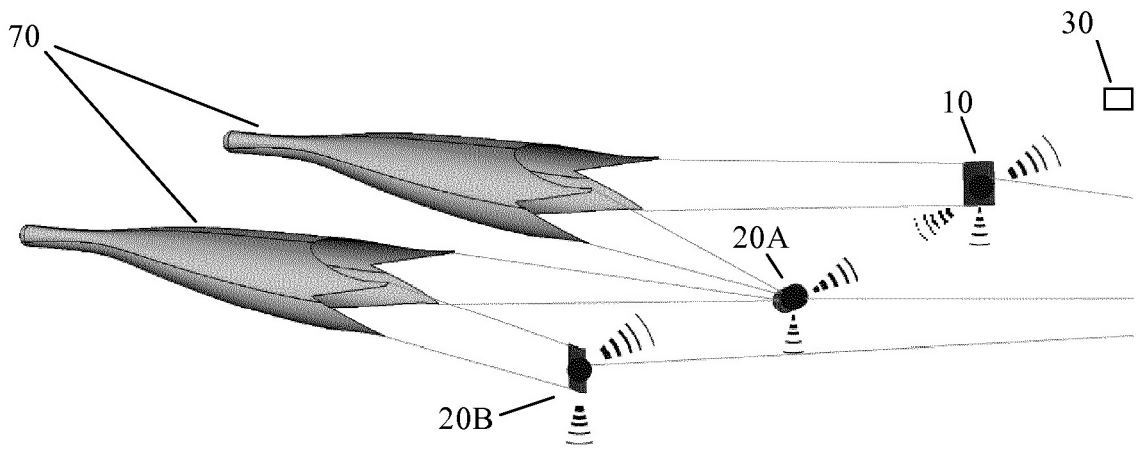


Fig. 3

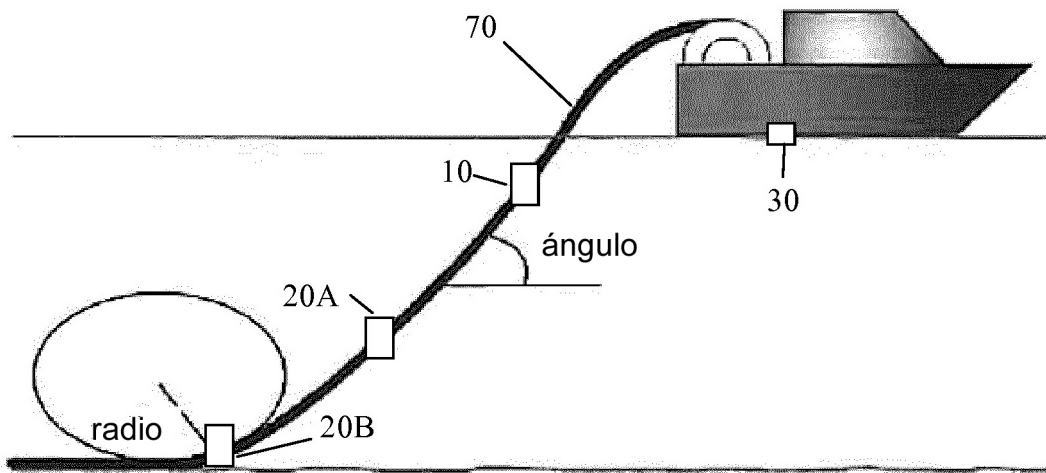


Fig. 4

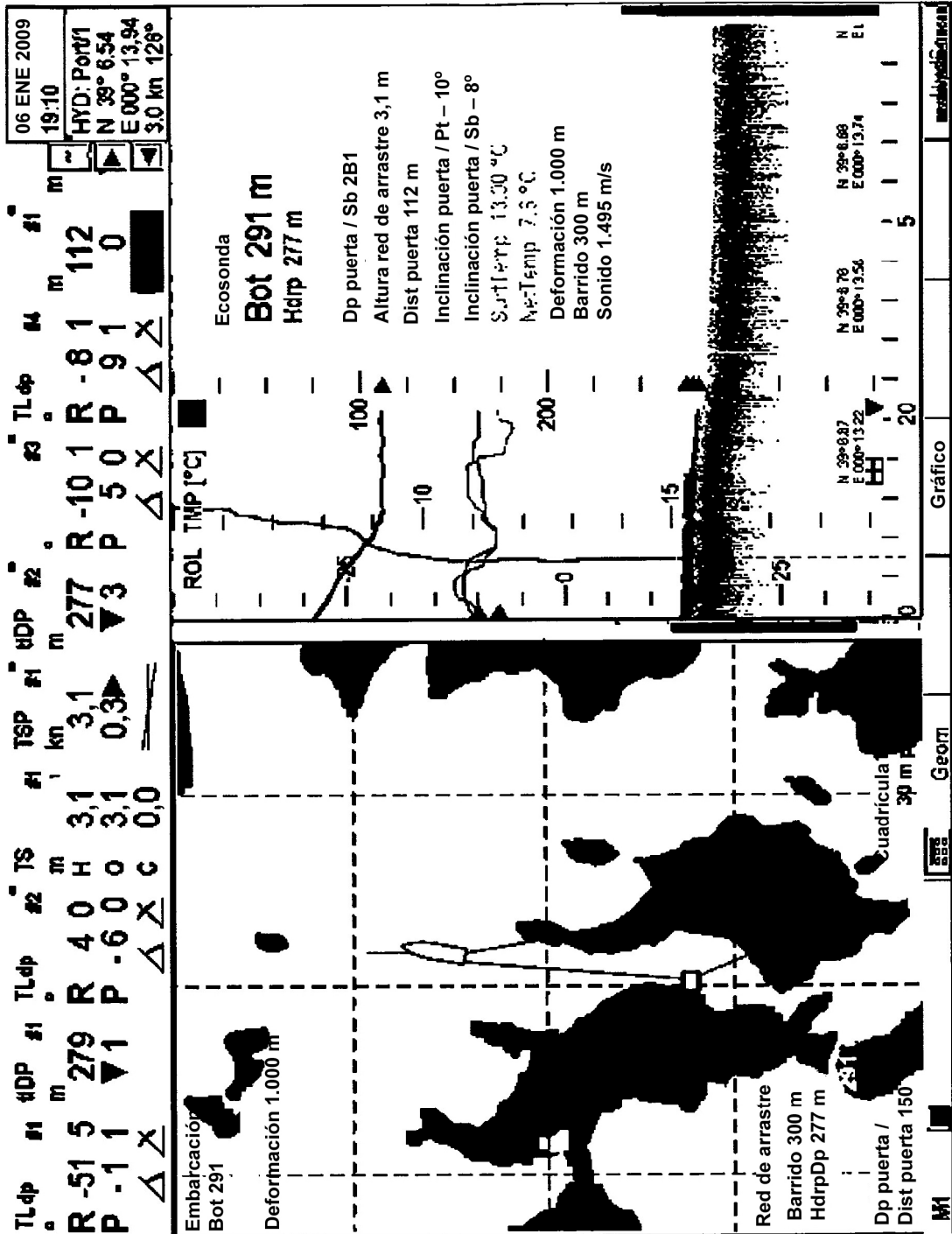


Fig. 5