

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 623 405**

51 Int. Cl.:

**G01H 9/00** (2006.01)

**G01M 3/00** (2006.01)

**G01M 5/00** (2006.01)

**G01M 7/00** (2006.01)

**G01M 3/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.11.2011 PCT/DK2011/050415**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.05.2012 WO12059108**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.11.2011 E 11837602 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.02.2017 EP 2635875**

54 Título: **Un sistema de supervisión de integridad y un método para supervisar la integridad de una estructura estacionaria**

30 Prioridad:

**05.11.2010 DK 201001005**

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

**11.07.2017**

73 Titular/es:

**NKT CABLES GROUP A/S (50.0%)**

**Vibeholms Allé 25**

**2605 Brøndby, DK y**

**Energinet.dk (50.0%)**

72 Inventor/es:

**HANSEN, HENRIK ROLAND;**

**HØJSGAARD, LARS y**

**MAIWALD, DIRK**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 623 405 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 de supervisión de integridad y un método para supervisar la integridad de una estructura estacionaria

**Campo técnico**

5 La invención se refiere a un sistema de supervisión de integridad para supervisión la integridad de por lo menos una parte de una estructura estacionaria en alta mar o en tierra, tal como una tubería o un cable de alimentación. La invención se refiere asimismo a un método para controlar la integridad de al menos una parte de una estructura estacionaria.

**Antecedentes**

10 Es bien conocido utilizar sensores acústicos para supervisar tuberías, por ejemplo, para observar una rotura de un cable o similar. Un ejemplo de tal sistema de supervisión se describe, por ejemplo, en el documento US 6.082.193. Dicho sistema de supervisión comprende una serie de sensores acústicos separados a lo largo de un cable y desplegados en una tubería de hormigón llena de fluido. Los sensores son supervisados para encontrar anomalías acústicas, particularmente anomalías resultantes de la rotura de un cable de refuerzo para el hormigón. La ubicación de las roturas de cable se puede encontrar a partir de los datos recogidos.

15 En alta mar, se han aplicado asimismo sistemas de supervisión acústica. El documento US 7.751.977 describe un sistema para evitar la colisión entre un buque y una estructura artificial, en el que un sensor acústico está conectado o dispuesto cerca de la estructura artificial. Los datos medidos por el sensor acústico se transmiten al buque de manera inalámbrica.

20 El documento WO 03/100453 describe un sistema de supervisión acústica con varios hidrófonos. Con la ayuda de mediciones acústicas el sistema puede descubrir desequilibrios, vibraciones y fugas. El documento US 2009/0132183 describe una técnica para supervisar una tubería conectada operativamente a una fibra óptica. La fibra óptica puede, por ejemplo, combinar la observación de la retrodispersión de Brillouin y el ruido coherente de Rayleigh.

25 El documento EP 2006 654 da a conocer varios métodos para la detección de fugas mediante sensores acústicos de tuberías de transmisión y distribución utilizando hidrófonos.

En muchas situaciones, los sistemas de sensores acústicos de la técnica anterior funcionan bien. Sin embargo, en general, existe la necesidad de un sistema de supervisión mejorado, para supervisar la integridad de una estructura estacionaria y, en particular para la supervisión de la integridad de una estructura estacionaria que debe permanecer en su posición a lo largo del tiempo, tal como varios años.

30 El documento GB 2462096 A da a conocer un aparato para controlar un rascador en una tubería. El proceso de supervisión se lleva a cabo mediante la instalación de un portador de sensor que comprende una serie de sensores acústicos a lo largo de la tubería. Los sensores acústicos detectan las señales provocadas por el rascador o proporcionadas por un transductor de a bordo y transmiten las señales a un dispositivo de procesamiento de señales y a un dispositivo de interpretación de datos para determinar información sobre el estado y el avance de la tubería  
35 en base a la firma acústica del rascador que está pasando a través de la tubería.

40 El documento CA 2270066 A1 da a conocer un detector de desprendimiento de rocas en las vías del ferrocarril. El detector utiliza sensores que detectan vibraciones, por ejemplo, cuando una roca cae cerca de las vías del ferrocarril, y se transmiten señales a una unidad de procesamiento de señales acústicas. No obstante, el detector incluye una biblioteca de señales acústicas en la que se almacenan señales procedentes de diferentes eventos. Cuando se recibe una señal acústica, se compara con las señales almacenadas en la librería de señales acústicas y, en caso de que la señal indique que se ha producido una situación peligrosa, tal como un desprendimiento de rocas, se envía una advertencia a un receptor relevante. El detector recibe señales procedentes de los sensores acústicos que indican que se ha producido un evento, las señales son procesadas en la unidad de procesamiento de señales acústicas, el cual, eventualmente, determinará la naturaleza del evento, y si dos o más sensores detectan el  
45 evento y simultáneamente transmiten señales, también se puede determinar la posición del evento.

50 El documento US 2007/0210929 da a conocer un método para mapear infraestructuras subterráneas, tales como tuberías. El método utiliza sensores inalámbricos que están situados en las proximidades de la infraestructura subterránea. El método se puede calcular la separación relativa del equipo de construcción y la infraestructura subterránea utilizando datos de los sensores. El equipo de construcción puede comprender asimismo dispositivos inalámbricos, tales como sensores de audio o sensores de movimiento, que se pueden utilizar para una advertencia temprana.

**Divulgación de la invención**

El objetivo de la invención es proporcionar un sistema de supervisión de integridad para la supervisión de la integridad de al menos una parte de una estructura estacionaria, cuyo sistema de supervisión de la integridad

proporciona una elevada seguridad para la estructura estacionaria, y cuyo sistema de supervisión de la integridad se puede proporcionar simultáneamente con un coste relativamente bajo en comparación con su elevado efecto beneficioso.

El objetivo anterior se consigue mediante el sistema y método de las reivindicaciones independientes.

- 5 Otras ventajas de la invención y de sus modos de realización quedarán claras a partir de las reivindicaciones dependientes, así como a partir de la siguiente descripción, ejemplos y dibujos.

Se debe hacer hincapié en que el término "comprende / que comprende", cuando se usa en el presente documento, se debe interpretar como un término abierto, es decir, se debe tomar para especificar la presencia de una característica indicada específicamente o de características indicadas específicamente, tales como un elemento o  
10 elementos, una unidad o unidades, un número entero o números enteros, un componente o componentes de etapa o etapas y combinación o combinaciones de los mismos, pero no excluye la presencia o adición de una o más características indicadas adicionales.

Todas las características de la invención, incluyendo rangos y rangos preferentes, se pueden combinar de diversas maneras dentro del alcance de la invención, a menos que existan razones específicas para no combinar dichas  
15 características.

Una característica principal del sistema de supervisión de integridad de la invención es que el sistema de supervisión de integridad está dispuesto o es capaz de obtener datos de al menos dos fuentes diferentes, y combinar y/o comparar dichos datos.

De este modo, la supervisión de la integridad puede ser muy fiable de una manera muy sencilla.

- 20 Además, el sistema de supervisión de la integridad se puede proporcionar y gestionar de una manera económicamente atractiva para supervisar al menos una parte de una estructura estacionaria.

El término "estructura estacionaria" se usa en la presente memoria para significar cualquier estructura sólida que en un estado no dañado se mantiene en una posición generalmente estacionaria sometida opcionalmente a movimientos limitados debido a influencias medioambientales naturales, por ejemplo, por viento y/o agua. Si, por  
25 ejemplo, la estructura estacionaria es una estructura submarina, los cambios en el fondo marino, por ejemplo, debido a desplazamientos en los sedimentos, por ejemplo, las dunas de arena pueden, en un ejemplo, provocar una inundación libre de la estructura estacionaria, por ejemplo, cuando las vibraciones son inducidas por corrientes submarinas. A continuación, se proporcionan otros ejemplos de estructuras estacionarias.

En lo que sigue, el término "estructura estacionaria" comprende la totalidad o una parte de la estructura estacionaria,  
30 a menos que se indique específicamente otra cosa.

El sistema de supervisión de integridad de la invención para supervisar la integridad de al menos una parte de una estructura estacionaria comprende al menos

- un sensor de vibración,
- un ordenador,
- 35 - medios de transmisión para transmitir datos de vibración desde el sensor de vibración al ordenador; y
- medios para obtener y transmitir una posición en función de los datos de tiempo.

Se debe observar que el sistema de supervisión de integridad puede comprender elementos y/o funciones adicionales, tal como se describe a continuación.

Además, se debe tener en cuenta que el ordenador puede estar integrado en cualquier otro elemento del sistema de supervisión de la integridad; por ejemplo, el ordenador o una parte del mismo, pueden estar integrados con el sensor de vibración. El ordenador puede ser cualquier tipo de dispositivo informático o parte de un dispositivo. Un ordenador se define en la presente memoria como un dispositivo capaz de calcular datos. En otras palabras, el ordenador puede recibir datos y se puede programar para realizar cálculos utilizando los datos recibidos. El ordenador puede ser una máquina programable que puede recibir datos de entrada, manipular los datos y proporcionar una salida en un formato útil. Una memoria es habitualmente una parte integrada del ordenador o está en comunicación de datos  
40 con un ordenador. El ordenador funciona preferentemente utilizando un sistema operativo digital o sistemas operativos digitales y, preferentemente, utiliza tecnología de circuitos integrados y comprende microprocesadores. En la mayoría de las situaciones, se prefiere que el ordenador sea o comprenda un PC o una parte del mismo en el que uno o más elementos informáticos pueden estar incorporados en un elemento adicional o elementos adicionales  
50 del sistema, por ejemplo, estando integrados en dichos elemento adicional o elementos adicionales.

"Datos" significa cualquier tipo de datos, pero en la mayoría de las situaciones será en forma de señal digital de datos o señal analógica de datos o una combinación, por ejemplo, convertida utilizando una tarjeta gráfica u otros elementos de conversión de datos.

5 "Posición en función de los datos de tiempo" también se denominará "posición (h)" y significa una posición física en un tiempo dado. La posición puede estar en relación con la estructura submarina o en coordenadas geográficas. El tiempo puede ser en forma de tiempo transcurrido desde un punto de partida conocido (por ejemplo, seleccionado) o puede ser en un tiempo estándar tal como el tiempo estándar náutico o UTC (Tiempo Universal Coordinado) u otras zonas horarias estándar.

10 "Supervisión de integridad" significa que la supervisión es al menos capaz de detectar si la parte de la estructura submarina que se va a supervisar está gravemente dañada, tal como un daño que obstaculice su funcionamiento ordinario. Preferentemente, la supervisión de integridad es lo suficientemente sensible para supervisar incluso menos daños a la estructura submarina o incluso evitar daños mediante el parámetro de supervisión que indica un mayor riesgo de daño de la estructura submarina.

15 "Vibraciones" se debe entender en la presente memoria como vibraciones de cualquier longitud de onda, pero, en particular, vibraciones acústicas, que en la presente memoria se deben interpretar como ondas mecánicas en líquidos y, opcionalmente, en sólidos.

20 El sistema de supervisión de integridad comprende al menos un sensor de vibración para detectar la vibración en función del tiempo, un ordenador, medios de transmisión para transmitir datos de vibración desde el sensor de vibración al ordenador, un medio para obtener y transmitir una posición de un objeto móvil en función de los datos de tiempo, que comprenden un transmisor hacia el ordenador cuando el objeto móvil está dentro de una distancia seleccionada a un sitio de supervisión, en el que el sitio de supervisión comprende la parte de la estructura estacionaria, y el sensor de vibración está dispuesto para detectar vibraciones como una función del tiempo dentro del sitio de supervisión, el ordenador comprende hardware y software para comparar la vibración en función de los datos de tiempo con la posición en función de los datos de tiempo.

25 El objeto móvil puede ser, en principio, cualquier tipo de objeto móvil que comprenda un transmisor, de tal manera que su posición en función de los datos de tiempo pueda ser transmitida al ordenador, directamente o a través de uno o más elementos, por ejemplo, que comprenden un satélite, Internet una o más transmisiones inalámbricas, elementos de posición global u otros elementos de transmisión. El objeto móvil puede ser, por ejemplo, un vehículo, un avión, una herramienta motorizada o un buque.

30 A continuación, se proporcionan más ejemplos.

En un modo de realización, la estructura estacionaria es una estructura sustancialmente fija, tal como una estructura aplicada de manera estacionaria y/o depositada sobre el suelo y/o sobre el fondo marino y/o enterrada y/o una estructura estacionaria en forma de zanja.

35 "Sustancialmente fija" significa que la estructura estacionaria no está sometida activamente a movimientos, es decir, no está conectada o comprende una unidad motorizada. Preferentemente, la estructura submarina sustancialmente fija no está sometida a movimientos que exceden una distancia de aproximadamente  $\pm 20$  m, más preferentemente la estructura submarina sustancialmente fija no está sometida a movimientos que exceden una distancia de aproximadamente  $\pm 10$  m, incluso más preferentemente la estructura submarina sustancialmente fija está sometida como máximo a movimientos de hasta una distancia de aproximadamente  $\pm 5$  m. La fijación se puede proporcionar mediante un anclaje o una estructura de anclaje, uno o más sistemas de pernos / tuercas u otros elementos de fijación que limitan u obstruyen los movimientos de la estructura estacionaria.

En un ejemplo, la estructura sustancialmente fija está sometida a un movimiento pasivo proporcionado por influencias no estructuradas del entorno, por ejemplo, proporcionado por la influencia del viento o el agua directa o indirectamente.

45 En un modo de realización en el que la estructura estacionaria es una estructura sustancialmente fija, la estructura se aplica de manera estacionaria como una estructura submarina depositada sobre el fondo marino o enterrada y/o una estructura submarina en una zanja o como una estructura no submarina enterrada.

50 Por "estructura submarina" se entiende en la presente memoria una estructura o la parte de una estructura que está dispuesta por debajo de la superficie del mar, de modo que al menos la parte de la estructura submarina cuya integridad se va a supervisar se aplica por debajo de la superficie del mar.

Por "estructura no submarina" se entiende en la presente memoria una estructura o la parte de una estructura que no es una estructura submarina tal como se ha definido anteriormente, de manera que al menos la parte de la estructura no submarina cuya integridad se va a supervisar se aplica por encima de la superficie del mar.

55 Por lo tanto, una estructura estacionaria puede comprender tanto una estructura submarina como una estructura no submarina si una parte de la estructura estacionaria cuya integridad se va a supervisar está por encima de la

superficie del mar y otra parte de la estructura estacionaria cuya integridad se va a supervisar está por debajo de la superficie del mar.

5 El término "en zanja" se utiliza para especificar que la estructura submarina se aplica en una zanja, pero no totalmente cubierta con sedimento. El término "enterrado" se utiliza para especificar que la estructura estacionaria, por ejemplo, la estructura submarina, está completamente cubierta con sedimentos, arena, piedra, hormigón y/o asfalto.

El término "sedimento" significa cualquier material sólido que ha sido o está siendo transportado y depositado. El término "material de cobertura" es un nombre común para el material que cubre o puede cubrir la estructura estacionaria, e incluye sedimentos, arena, piedra, hormigón y/o asfalto.

10 Para obtener un beneficio sustancial de aplicar un sistema de supervisión de integridad de la invención, la estructura estacionaria puede ser preferentemente una estructura que esté al menos parcialmente en riesgo de ser dañada por un objeto móvil o una parte de la misma o una parte conectada o móvil con el objeto móvil. Además, la estructura estacionaria puede estar oculta total o parcialmente de la supervisión visual, o puede tener al menos una dimensión grande que puede hacer difícil o costoso supervisarla visualmente.

15 En un ejemplo, la estructura estacionaria es una estructura alargada con una dimensión de longitud que está en al menos aproximadamente 100 veces su dimensión mayor determinada perpendicular a su dimensión de longitud. La estructura estacionaria puede tener preferentemente una longitud de al menos aproximadamente 10 m, tal como al menos aproximadamente 100 m.

20 El sistema de supervisión de integridad es particularmente beneficioso en la situación en la que la estructura estacionaria es o comprende un cable, una tubería y/o una fibra óptica. Los cables, tuberías, fibras ópticas y combinaciones de los mismos son a menudo bastante largos, difíciles o costosos de supervisar visualmente y pueden, en muchas situaciones, ser dañados por piezas móviles tales como objetos en movimiento o una parte de los mismos o una parte conectada o móvil con el objeto móvil. El sistema de supervisión de integridad de la invención proporciona, en particular, una solución beneficiosa para la supervisión de cables, tuberías, fibras ópticas y/o combinaciones o partes de los mismos.

En un modo de realización, la estructura estacionaria opcionalmente es o comprende un haz de cables.

30 Un haz de cables consiste en dos o más tipos diferentes de cables, tuberías y/o fibras. pueden estar más o menos integrados entre sí, por ejemplo, estar unidos entre sí al menos en dos o más posiciones a lo largo de su longitud, o bien pueden estar completamente integrados, por ejemplo, en un conducto, una capa de cobertura externa umbilical o similar.

En un ejemplo en el que la estructura estacionaria es una estructura submarina, la estructura submarina es una línea de flujo aplicada en una dirección sustancialmente horizontal.

En un ejemplo en el que la estructura estacionaria es una estructura submarina, la estructura submarina es un elevador aplicado en una dirección sustancialmente vertical.

35 Dichas estructuras submarinas son bien conocidas en la técnica y no se describirán con más detalle en la presente memoria.

En un ejemplo, la estructura estacionaria es una estructura estacionaria de transferencia, tal como una estructura estacionaria capaz de transmitir energía y/u ondas electromagnéticas y/o una estructura estacionaria capaz de transportar un medio fluido tal como un fluido, por ejemplo, un fluido hidrocarbonado y/o agua.

40 Por ondas electromagnéticas se entiende una radiación electromagnética con cualquier frecuencia de onda u ondas. Las ondas electromagnéticas pueden ser, por ejemplo, ondas de radio, microondas, radiación infrarroja, luz visible, radiación ultravioleta, rayos X y rayos gamma. Las ondas electromagnéticas pueden tener, preferentemente, longitudes de onda de aproximadamente 10 nm o más. Para fibras ópticas, la longitud de onda será normalmente de aproximadamente 10 nm hasta aproximadamente 2000 nm, y preferentemente en el rango de 400 nm a 1600 nm.

45 En un ejemplo, la longitud de onda puede ser preferentemente ondas de radio (de aproximadamente 1 m y más) o microondas (de aproximadamente 1 m hasta aproximadamente 1 mm).

50 La supervisión de la integridad de una estructura estacionaria de transferencia proporciona una seguridad importante y puede incluso resultar en la prevención de daños debidos a fugas y derrames de hidrocarburos, y/o pérdida de suministro de gas, agua o energía que puede ser costosa, por ejemplo, a fábricas, hospitales y otros, y/o provocar molestias a los hogares ordinarios. Debido al sistema de supervisión de integridad de la invención se pueden predecir daños y la estructura estacionaria de transferencia puede ser cerrada y/o sustituida antes de una explosión total de la estructura estacionaria de transferencia.

El sistema de supervisión de la integridad puede, en un ejemplo, proporcionar la opción de reparar una estructura estacionaria de transferencia ligeramente dañada para impedir su explosión y, de este modo, prolongar el tiempo de vida de la estructura estacionaria de transferencia.

5 En un modo de realización, la estructura estacionaria comprende un cable, tal como un cable de señal y/o de transmisión de energía, seleccionado preferentemente de un cable eléctrico de alimentación de alta tensión (por encima de aproximadamente 72 kV, por ejemplo, hasta aproximadamente 550 kV o incluso mayor), un cable eléctrico de alimentación de media tensión (aproximadamente 10 a 72 kV), un cable conductor superconductor, un cable de fibra óptica y/o un cable de comunicación.

10 En un modo de realización, la estructura estacionaria comprende una tubería, tal como una tubería para transportar fluidos, tal como agua, gas y/o hidrocarburos, por ejemplo, crudo. De acuerdo con ello, se puede proporcionar la prevención del derrame de fluidos como resultado del sistema de supervisión de integridad de la invención.

15 El sensor de vibración puede ser, en principio, cualquier tipo de sensor que tenga una sensibilidad suficiente para detectar vibraciones, para proporcionar una supervisión de integridad de la estructura estacionaria o de la parte de la misma que se va a supervisar. Los sensores de vibración son generalmente conocidos por un experto en la técnica, y el experto en la técnica podrá encontrar un sensor o sensores de vibración adecuados para un sistema de supervisión de integridad dado, por ejemplo, poniéndose en contacto con un productor de sensores de vibración.

20 En la selección de los sensores de vibración, el experto puede considerar, por ejemplo, la sensibilidad del sensor de vibración, por ejemplo, para diferentes tipos de vibraciones / ruido, el coste del sensor de vibración, el tiempo de vida previsto del sensor de vibración, la precisión del sensor de vibración, así como el tamaño del mismo y las posibles maneras de obtener la salida del sensor de vibración.

A continuación, se proporcionan ejemplos de sensores preferentes, por ejemplo, para aplicaciones dadas del sistema de supervisión de integridad.

25 En un modo de realización, el sensor de vibración es un sensor acústico. Los sensores acústicos son generalmente conocidos en la técnica y se utilizan para muchas aplicaciones diferentes. El sensor de vibración puede comprender preferentemente un micrófono, un hidrófono, un sismómetro y/o un sensor acústico de fibra óptica.

En un ejemplo, el sensor de vibración funciona de manera continua y se puede obtener una señal de salida de manera continua a lo largo del tiempo. Muchos tipos de sensores de vibración son adecuados para dicho funcionamiento continuo, pero se pueden aplicar asimismo para funcionar a intervalos predeterminados, tras el impacto y/o vibraciones por encima de cierto nivel de db seleccionado.

30 En un ejemplo, el sensor de vibración funciona a intervalos predeterminados.

En un ejemplo, el sistema de supervisión de integridad comprende una función para regular el funcionamiento del sensor de vibración.

La función de regulación puede ser, por ejemplo, un mecanismo de regulación automático, semiautomático o regulable aplicado para regular la actividad y/o la sensibilidad del sensor de vibración.

35 Para ahorrar energía (por ejemplo, potencia de la batería), la función de regulación puede ser regulada automáticamente, en un ejemplo, en relación con la actividad. Sin embargo, en la mayoría de las situaciones, un modo de ahorro de energía no tendría mucho sentido, es decir, en situaciones en las que todos los componentes activos se colocan en tierra y no existe ningún sistema basado en baterías. Generalmente, la cantidad de energía necesaria es relativamente baja, incluso sin un modo de ahorro de energía.

40 En un ejemplo, la función de regulación es un mecanismo de regulación automática o semiautomática, que regula la sensibilidad del sensor de vibración. Generalmente, el ruido en el entorno alrededor de la estructura estacionaria y también dentro del sitio de supervisión no será constante a lo largo del tiempo y no será homogéneo en la totalidad de la estructura estacionaria. Para tener una sensibilidad adecuada, por lo tanto, resulta beneficioso que el sensor de vibración comprenda un mecanismo de regulación automático o semiautomático para filtrar el ruido. El mecanismo de regulación automática o semiautomática puede comprender, por ejemplo, un control de ganancia dependiente del rango y del tiempo para tener en cuenta los cambios en los niveles del ruido de fondo a lo largo de la estructura estacionaria y/o en el tiempo.

45 Para aumentar la seguridad, el sistema de supervisión de integridad puede comprender, en un ejemplo, uno o más sensores de vibración redundantes. Dicho / dichos uno o más sensores de vibración redundantes pueden ser aplicados para sustituir sensores de vibración de mal funcionamiento y/o para probar sensores de vibración activos, por ejemplo, para calibrar un sensor de vibración activo. El sensor o los sensores redundantes pueden ser iguales o diferentes del sensor o los sensores de vibración que se supone que se reemplazan y/o prueban. Generalmente, es más sencillo si el o los sensores redundantes se seleccionan para ser sustancialmente iguales o al menos de tipo similar al sensor o a los sensores de vibración a los que el sensor o los sensores redundante o redundantes se  
55 supone que van a sustituir y/o probar. En un ejemplo, el sensor o los sensores redundantes se selecciona o

seleccionan para ser de una calidad inferior a la del sensor o sensores de vibración a los que el sensor o sensores redundante o redundantes se supone que van a sustituir, y están adaptados simplemente para ser utilizados mientras que el sensor o los sensores de vibración original u originales está siendo sustituido o están siendo sustituidos.

- 5 El sensor o sensores redundantes se pueden colocar preferentemente de manera inmediatamente contigua al sensor o sensores de vibración para cuya sustitución o prueba están adaptados.

En un ejemplo, el o los sensores redundantes está situado o están situados a una distancia del sensor o los sensores de vibración para cuya sustitución o prueba están adaptados. Si, por ejemplo, el sensor de vibración es un sensor de vibración integrado, el sensor de vibración redundante puede ser un sensor de vibración no integrado.

- 10 En principio, el sensor de vibración se puede colocar en cualquier parte en relación con la estructura estacionaria, siempre que sea capaz de detectar vibraciones dentro del sitio de supervisión que comprende al menos la parte de la estructura estacionaria a supervisar. El lugar óptimo para el o los sensores de vibración depende en gran medida del tipo de estructura estacionaria que se va a supervisar y del lugar donde se llevará a cabo la supervisión. Además, algunas disposiciones del sensor o los sensores de vibración han demostrado proporcionar beneficios adicionales, tal como se explicará más adelante.

- 15 En un ejemplo, el sistema comprende un sensor de vibración que está dispuesto en contacto directo con la estructura estacionaria para supervisar las vibraciones de la propia estructura estacionaria. En entornos relativamente ruidosos puede ser muy beneficioso disponer el sensor de vibración en contacto directo con la estructura estacionaria para supervisar las vibraciones de la propia estructura estacionaria. Por ello, puede ser más sencillo filtrar para eliminar el ruido y se puede obtener una supervisión más correcta de la integridad de la estructura estacionaria. Además, en situaciones en las que el sensor de vibración puede estar muy expuesto a daños, el sensor de vibración puede estar protegido estando en contacto directo, por ejemplo, estando integrado en la estructura estacionaria.

- 25 En un ejemplo, el sistema comprende un sensor de vibración que está dispuesto para no estar en contacto directo con la estructura estacionaria. Dicho ejemplo puede tener el beneficio adicional de que se puede obtener una determinación muy exacta entre la estructura estacionaria y el objeto móvil. Por ejemplo, el sistema de supervisión de integridad puede estar dispuesto para activar una alarma si un objeto móvil pasa al lado de un sensor de vibración. Si, por ejemplo, la estructura estacionaria es una tubería de agua enterrada y el sensor está enterrado por encima de, por ejemplo, 10 cm por encima de la tubería de agua, y el objeto móvil es una herramienta de perforación, se puede emitir una advertencia si el taladro en funcionamiento se acerca demasiado a la tubería de agua, evitando a la vez las falsas advertencias simplemente porque la herramienta de perforación está cerca de la tubería de agua.

- 30 En un modo de realización, el sensor de vibración comprende al menos un hidrófono, tal como un hidrófono eléctrico convencional o un hidrófono láser de fibra. Esto es beneficioso, en particular, en una situación en la que el sensor de vibración funcione en un entorno mojado o húmedo, por ejemplo, en un entorno de alta mar.

En particular, se aplicará un hidrófono para sistemas de alta mar en los que la estructura estacionaria es una estructura submarina. Un hidrófono es un sensor puntual.

- 40 Dichos sensores son bien conocidos en la técnica y no se describirán con más detalle en la presente memoria. En un ejemplo, el hidrófono es un hidrófono láser de fibra. Dicho hidrófono láser de fibra permite un cable de señal óptica (conexión) muy largo. Pero sigue siendo un sensor puntual. Ejemplos de hidrófonos útiles se describen en las patentes US 5.227.624, US 4.536.861, US 4.841.192, US 4.958.329 y US 5.136.549.

En un modo de realización, el sensor de vibración es un sensor de vibración distribuido.

- 45 Un sensor distribuido tal como un sensor de fibra proporciona la ventaja de que un rango grande, por ejemplo, tal como 1 km o más, por ejemplo, incluso hasta varios cientos de kilómetros, tal como 5 a 100 km o 10 a 50 km puede ser supervisado con un solo sensor.

- 50 Por consiguiente, un sensor de vibración distribuido es muy beneficioso para utilizar en el sistema de supervisión de la integridad en la situación en la que la estructura estacionaria a supervisar es relativamente grande. Sin embargo, el procesamiento de los datos obtenidos por un sensor de vibración distribuido puede necesitar una programación compleja del ordenador. Sin embargo, el software para dicho procesamiento de datos está disponible y puede ser elegido por una persona experta -sin cargas excesivas-. A menudo, el software necesario para un determinado sensor de vibración distribuido se vende junto con el sensor de vibración distribuido.

En un modo de realización, el sensor de vibración comprende un sensor de fibra óptica, el sensor de fibra óptica está dispuesto preferentemente para funcionar por efecto de una retrodispersión, tal como Retrodispersión de Brillouin, Retrodispersión de Raman o Retrodispersión de Rayleigh.

En un ejemplo, el sensor óptico funciona utilizando las propiedades de polarización de la fibra óptica, preferentemente de tal manera que las propiedades de polarización de la señal retrodispersada se utilizan para detectar deformaciones, si es que existen (por ejemplo, por ondas acústicas) de la fibra.

En un ejemplo, el sensor de vibración comprende un sensor Fibre Bragg Gratings (FBG).

5 Todos los tipos de sensores de vibración anteriormente mencionados son bien conocidos en la técnica. Los medios de transmisión para transmitir datos de vibración desde el sensor de vibración al ordenador pueden ser cualquier tipo de medios que pueden o no estar integrados en cualquiera de los elementos / objetos del sistema de supervisión de integridad, o que pueden proporcionados total o parcialmente por un elemento externo, tal como Internet. Hoy en día es bien sabido que los datos pueden ser transmitidos de una serie de maneras diferentes,  
10 incluyendo medios de transmisión digital.

En un ejemplo, el sensor de vibración está integrado con o directamente conectado a los medios de transmisión. El sensor de vibración puede estar conectado, por ejemplo, directamente al ordenador y el medio de transmisión está provisto por la conexión directa, y/o el sensor de vibración comprende un transmisor Bluetooth o un transmisor de largo alcance. En este ejemplo, el sensor de vibración puede ser preferentemente un sensor de fibra óptica.

15 En un ejemplo, el ordenador no está conectado directamente al sensor de vibración. En dicho ejemplo, el ordenador es opcionalmente un ordenador remoto dispuesto a una distancia del sensor de vibración, cuya distancia en principio puede ser cualquier distancia. En un modo de realización, el ordenador es un ordenador remoto dispuesto a una distancia del sensor de vibración que es al menos aproximadamente 1 m, tal como al menos aproximadamente 5 m, tal como al menos aproximadamente 100 m, tal como hasta aproximadamente 100 km o incluso más.

20 El ordenador puede ser, por ejemplo, un ordenador central de supervisión de integridad que conecta varios sistemas de supervisión de la integridad en los que al menos uno del sistema de supervisión de integridad es de acuerdo con la presente invención. Por ello, es posible proporcionar un sistema de supervisión de integridad centralizado de muchas estructuras estacionarias situadas en cualquier parte del mundo. En dicho modo de realización, se prefiere que los medios de transmisión para transmitir datos de vibración desde el sensor de vibración al ordenador comprendan preferentemente transmitir datos a través de Internet.  
25

En un ejemplo, el ordenador está conectado directamente al sensor de vibración y el sensor de vibración es un sensor de vibración de fibra y la conexión directa proporciona al menos una parte de los medios de transmisión.

30 En un ejemplo, los medios de transmisión para transmitir datos de vibración desde el sensor de vibración al ordenador comprenden una transmisión inalámbrica y/o una transmisión a través de una fibra óptica y/o una comunicación a través de la red eléctrica (PLC – Power Line Communication, en inglés), la transmisión inalámbrica puede ser, por ejemplo, una transmisión de radio o de frecuencia de microondas que comprende tanto transmisiones de largo alcance como transmisiones de corto alcance (Bluetooth).

35 En un ejemplo, los medios para transmitir datos de vibración desde el sensor de vibración al ordenador comprenden un medio de grabación. En dicho ejemplo, los datos de vibración transmitidos comprenden la vibración en función del tiempo y la vibración en función de los datos de tiempo se retrasa, por ejemplo, con un tiempo de retardo de aproximadamente 10 minutos hasta aproximadamente 30 días, tal como de aproximadamente 1 hora hasta aproximadamente 24 horas.

40 En el ejemplo anterior, en el que los medios para transmitir datos de vibración desde el sensor de vibración al ordenador comprenden un medio de grabación, el sistema de supervisión de integridad puede funcionar registrando la vibración en función del tiempo y transmitiendo los datos grabados al ordenador por radio, sin cable con un retardo de tiempo. En un ejemplo, el sistema de supervisión de integridad funciona grabando la vibración en función del tiempo en un primer medio de grabación durante un cierto período de tiempo, finalizando la grabación en el primer medio de grabación y transmitiendo los datos grabados al ordenador, por ejemplo, de manera inalámbrica o, por ejemplo, conectando físicamente el primer medio de grabación (que puede ser un medio de grabación móvil) al ordenador.  
45 El sistema puede ser operado de tal manera que la transmisión de los datos grabados sobre el primer medio de grabación al ordenador está condicionada a la posición de un objeto móvil en función de los datos de tiempo transmitida al ordenador y/o al posible mal funcionamiento / daño observado en la estructura estacionaria. En el momento o solapándose con el tiempo de finalización de la grabación en un primer medio de grabación, se puede iniciar la grabación en otro medio de grabación para obtener una grabación completa.

50 De esa manera no todos los datos de vibración necesitan ser transmitidos al ordenador, sino que los datos de vibración se pueden examinar posteriormente, por ejemplo, en caso de incidentes anteriores, por ejemplo, el daño a la estructura estacionaria o los datos de vibración se pueden comprobar en una etapa posterior por otras razones.

55 Los medios de transmisión para transmitir datos de vibración desde el sensor de vibración al ordenador pueden estar dispuestos para transmitir la vibración en función de los datos de tiempo, en particular si los datos de vibración sin datos de tiempo. Sin embargo, los datos de vibración pueden ser transmitidos alternativamente sin datos de tiempo. En esta última situación el tiempo conectado a los respectivos datos de vibración es generado por



el ordenador. Esto puede ser beneficioso en particular si los datos de vibración se transmiten sin retardo, o si la magnitud del retardo se conoce, por ejemplo, si es un retardo de tiempo constante.

5 En un ejemplo, el sistema de supervisión de integridad comprende un medio de grabación para registrar los datos transmitidos de vibración en función del tiempo. Esta grabación se puede utilizar para estadísticas de calibración y/o para un examen posterior de un incidente.

10 El medio para obtener y transmitir la posición de un objeto móvil en función de los datos de tiempo puede comprender cualquier medio y combinaciones de los mismos. Tal como se ha mencionado anteriormente, la transmisión de datos, en particular en forma digital o analógica, es bien conocida y una persona experta puede aplicar una gran cantidad de sistemas / métodos sin carga excesiva, sino simplemente utilizando una habilidad ordinaria.

Generalmente se desea que el medio para obtener y transmitir la posición de un objeto móvil en función de los datos de tiempo que comprenden un transmisor, comprenden medios de transmisión inalámbricos.

15 En un modo de realización, el medio para obtener y transmitir la posición de un objeto móvil en función de los datos de tiempo comprende un receptor capaz de recibir la posición en función de los datos de tiempo directamente desde el transmisor (por ejemplo, utilizando un transmisor VHF) del objeto móvil, mediante transmisión por Internet, vía satélite y/o vía y/o a través de una antena externa. El receptor puede ser opcionalmente una parte integrada del ordenador o estar en comunicación inalámbrica o de fibra óptica con el ordenador.

20 En un ejemplo, el medio para obtener y transmitir la posición de un objeto móvil en función de los datos de tiempo comprende un medio de grabación. En este ejemplo la posición transmitida en función de los datos de tiempo se retrasa, por ejemplo, con un tiempo de retardo de aproximadamente 10 minutos hasta aproximadamente 30 días, tal como de aproximadamente 1 hora hasta aproximadamente 24 horas.

25 En el ejemplo anterior, en el que el medio para obtener y transmitir al ordenador la posición de un objeto móvil en función de los datos de tiempo comprende un medio de grabación, el sistema de supervisión de integridad puede funcionar grabando la posición de un objeto móvil en función del tiempo y transmitiendo los datos grabados al ordenador por vía inalámbrica con un retardo de tiempo.

30 En un ejemplo, el sistema de supervisión de integridad funciona grabando la posición en función del tiempo en un primer medio de grabación durante un cierto período de tiempo, finalizando la grabación en el primer medio de grabación y transmitiendo los datos grabados al ordenador, por ejemplo, de manera inalámbrica o, por ejemplo, conectando físicamente el primer medio de grabación (que puede ser un medio de grabación móvil) al ordenador. El sistema puede funcionar de tal manera que la transmisión al ordenador de los datos grabados sobre el primer medio de grabación esté condicionada a la vibración en función de los datos de tiempo transmitida al ordenador y/o al posible mal funcionamiento / daño observado en la estructura estacionaria. En ese momento o superponiéndose con el tiempo de finalización de la grabación en un primer medio de grabación, se puede iniciar la grabación en otro medio de grabación para obtener una grabación completa.

35 De esta manera no todas las posiciones del objeto móvil en función del tiempo necesitan ser transmitidas al ordenador, sino que la posición en función de los datos de tiempo se puede examinar posteriormente para examinar los incidentes anteriores.

40 En un ejemplo, el sistema de supervisión de integridad comprende un medio de grabación para grabar la posición transmitida en función de los datos de tiempo. Esta grabación se puede utilizar para estadísticas de calibración y/o para un examen posterior de un incidente.

El ordenador comprende hardware y software que comprende al menos un procesador para comparar la posición en función de los datos de tiempo con los datos de vibración correlacionados para el mismo tiempo, de tal manera que se puede estimar al menos si las vibraciones detectadas por el sensor de vibración en un momento dado eran o comprendían vibraciones provocadas por un objeto móvil, tal como un buque.

45 Hardware significa en este contexto el medio físico del ordenador, y software significa programas informáticos. Tal como se ha mencionado anteriormente, el hardware o partes del mismo pueden estar integrados en otras partes del sistema de supervisión de integridad, tal como en el sensor de vibración. El software que se utilizará en el sistema de supervisión de integridad puede ser un software bien conocido aplicado para recoger los diversos datos, comparar la vibración en función de los datos de tiempo con la posición en función de los datos de tiempo y, preferentemente, proporcionar una salida del resultado, por ejemplo, en una pantalla, un monitor y/o a través de una impresora.

50

En un ejemplo, el ordenador comprende o está en comunicación de datos con un monitor y/o una impresora para visualizar los datos recibidos, y el resultado de la comparación de los datos de vibración con la posición en función de los datos de tiempo.

Tal como se ha mencionado anteriormente, el sistema de supervisión de integridad puede comprender una serie de sensores de vibración que pueden ser idénticos o diferentes entre sí.

5 El sensor de vibración y, opcionalmente el software para el sensor de vibración, se pueden seleccionar preferentemente de modo que el sistema de supervisión de integridad sea capaz de determinar la dirección de una vibración con respecto al sensor de vibración y/o con relación a la estructura estacionaria.

En un modo de realización, el sistema de supervisión de integridad comprende al menos un sensor de vibración de fibra óptica en forma de un sensor distribuido o cuasi distribuido. Un sensor cuasi distribuido se debe entender como un sensor que no es un sensor distribuido, pero que se puede aplicar para proporcionar una salida de detección como si se tratara de un sensor distribuido.

10 El sensor de vibración de fibra óptica y/o el ordenador pueden, en un modo de realización, estar adaptados para obtener, y opcionalmente procesar, señales de salida de una serie de secciones N de longitud seleccionadas del sensor de vibración de fibra óptica, cada una de las secciones N seleccionadas preferentemente tiene una longitud de al menos aproximadamente 1 m, tal como hasta aproximadamente 50 m, tal como de aproximadamente 1 m hasta aproximadamente 10 m, la longitud de las secciones respectivas es preferentemente sustancialmente igual.

15 En el modo de realización anterior, la serie de secciones N de longitud seleccionadas del sensor de vibración de fibra óptica puede estar dispuesta, por ejemplo, de forma sustancialmente sistemática a lo largo de la longitud del sensor de vibración de fibra óptica, simplificando con ello el proceso de cálculo para obtener los datos de vibración distribuidos. Las secciones N de longitud pueden ser secciones superpuestas, secciones inmediatamente contiguas o secciones con una distancia unas de otras.

20 En un modo de realización, el sistema comprende una serie de sensores, por ejemplo, en forma de un conjunto de sensores discretos o en forma de un sensor de fibra distribuido o cuasi distribuido. El ordenador puede estar adaptado preferentemente para obtener y procesar los datos de vibración del conjunto de sensores. En un modo de realización preferente, el ordenador comprende un software para determinar una dirección, una distancia y/o una velocidad de un objeto emisor de vibraciones, en el que el objeto emisor de vibraciones es opcionalmente el objeto móvil.

En un modo de realización preferente, el sistema de supervisión de integridad está dispuesto para realizar una función de formación de haz sobre los datos de vibración del conjunto de sensores o del sensor distribuido o cuasi distribuido.

30 En un modo de realización se desea que el sistema de supervisión de integridad esté dispuesto para realizar una función de formación de haz, es decir, se puede calcular una dirección de la vibración (sonido) que permita la estimación de dirección de una onda sonora entrante.

35 Los conjuntos de sensores y los métodos de cálculo (software) son bien conocidos en la técnica y se pueden encontrar descripciones adicionales en los documentos US 7.415.117 y US 7.369.459. La función de formación de haz puede comprender un cálculo basado en un método de soporte cruzado. Se puede encontrar más información y ejemplos sobre cómo realizar y optimizar el procesamiento los conjuntos, por ejemplo, en "Optimum Array Processing (Detection, Estimation, and Modulation Theory, Part IV)" de Harry L. Van Trees (ISBN 0-471-09390-4).

40 De acuerdo con la invención, el sistema de supervisión de integridad comprende un medio para obtener y transmitir al ordenador la posición de un objeto móvil en función de los datos de tiempo cuando el objeto móvil comprende un transmisor y está dentro de una distancia seleccionada hasta un sitio de supervisión, en el que el sitio de supervisión comprende la parte de la estructura estacionaria a supervisar. El sitio de supervisión es preferentemente el sitio que se desea supervisar y, para simplificar el sistema, el sitio de supervisión se puede seleccionar preferentemente para ser idéntico al sitio ocupado por la parte de la estructura estacionaria a supervisar. Si varias estructuras estacionarias han de ser supervisadas por un sistema de supervisión de integridad, el sitio de supervisión se selecciona preferentemente para ser el sitio más pequeño que comprenda todas las estructuras estacionarias a supervisar.

45 La distancia seleccionada hasta el sitio de supervisión puede ser una distancia en algunas direcciones o en todas las direcciones. Si, por ejemplo, la estructura estacionaria es una estructura estacionaria enterrada, la distancia seleccionada no necesita comprender una distancia seleccionada debajo de la estructura estacionaria, ya que es muy improbable que un objeto móvil se acerque a la estructura estacionaria desde debajo de la estructura estacionaria enterrada.

50 Además, la distancia seleccionada no tiene que ser la misma en todas las direcciones, sino que puede variar, por ejemplo, de modo que la distancia seleccionada en la dirección horizontal sea mayor que la distancia seleccionada en la dirección vertical. La selección de la distancia se realiza preferentemente en relación con el riesgo de daño de los objetos móviles o elementos relacionados / conectados.

55 El sistema está dispuesto de tal manera que cuando un objeto móvil que comprende un transmisor está dentro de la distancia seleccionada, se puede obtener y transmitir al ordenador la posición del objeto móvil en función de datos

de tiempo. Mientras que el objeto móvil no esté dentro de la distancia seleccionada, la posición en función de los datos de tiempo puede no tenerse en cuenta y no puede ser obtenida y/o transmitida al ordenador. Por ello, la posición no relevante en función de los datos de tiempo puede ser ignorada por el sistema.

5 Se debe observar que la distancia seleccionada puede ser seleccionada tan grande que se transmiten al ordenador un gran número de posiciones irrelevantes en función de datos de tiempo. En esta situación se desea que el ordenador comprenda un software para ordenar la posición en función de los datos de tiempo.

10 El sistema de supervisión de integridad de la invención puede ser un sistema de supervisión de la integridad en tierra o un sistema de supervisión de la integridad en alta mar. Tal como debe estar claro para el experto en la técnica, la parte seleccionada detallada del sistema de supervisión de la integridad en tierra y el sistema de supervisión de la integridad en alta mar se puede seleccionar preferentemente en relación con el tipo de sistema y en relación a si se debe o no aplicar en agua.

En un modo de realización preferente el sistema de supervisión de integridad es un sistema de supervisión de la integridad en alta mar, y la estructura estacionaria es una estructura submarina y el objeto móvil es un buque.

15 El término "buque" se utiliza en la presente memoria para designar cualquier tipo de buque de navegación, barco o submarino capaz de cruzar y/o capaz de navegar sobre el océano, los canales, y/o en ríos. En un ejemplo, los buques comprenden al menos todos los buques de más de 300 t. En un ejemplo, los buques comprenden al menos todos los buques de más de 40 t, tales como barcos de pesca de, por ejemplo, 25 a 100 m de longitud, incluyendo arrastreros.

20 La estructura submarina puede ser, por ejemplo, cualquiera de la estructura estacionaria mencionada anteriormente que se aplica en alta mar.

25 En un ejemplo, la estructura submarina es un elevador que se extiende en dirección sustancialmente vertical en al menos una sección de la estructura submarina. Se debe considerar una "dirección sustancialmente vertical" en relación con la superficie del mar en aguas tranquilas y significa, en general, que el elevador no se aplica sobre el fondo marino, en una zanja y/o enterrado, y que no se aplica esencialmente perpendicular a la superficie del mar. En un ejemplo, el elevador se extiende desde el fondo marino hasta una estación de la superficie marina tal como un barco o una plataforma.

En un ejemplo, la estructura submarina comprende un cable flexible y/o un tubo flexible dispuesto sobre el fondo marino, en una zanja y/o enterrado.

30 En el sistema de supervisión de la integridad en alta mar de la invención, el medio para obtener y transmitir al ordenador la posición en función de los datos de tiempo puede comprender preferentemente la obtención de datos de un Sistema de Identificación Automática (AIS – Automatic Identification System, en inglés), los datos son obtenidos directamente desde el transmisor del buque, a través de transmisión por Internet, a través de un servicio de tráfico de buques (VTS – Vessel Traffic Service, en inglés) y/o a través de una antena externa, siendo el transmisor del buque un transpondedor.

35 El AIS es un sistema internacional de rastreo de buques. A partir de diciembre de 2004, la Organización Marítima Internacional (IMO – International Maritime Organization, en inglés) exige que todos los buques de más de 300 t lleven un transpondedor AIS a bordo, que transmite su posición, velocidad y rumbo, entre otra información estática, tal como la identificación del buque, dimensiones y detalles del viaje.

40 El propósito de AIS era inicialmente ayudar a los buques a evitar colisiones, así como ayudar a las autoridades portuarias a controlar mejor el tráfico marítimo. Generalmente, los transpondedores AIS aceptados a bordo de los buques comprenden un sistema de localización, tal como el receptor LORAN-C o GPS (Sistema de Localización Global - Global Positioning System, en inglés), que recoge los detalles de posición y de movimiento, y un transmisor VHF que transmite dicha información y pone estos datos a disposición del dominio público. Los transpondedores AIS pueden estar además integrados con otros sensores electrónicos de navegación, tales como un giroscopio o un indicador de velocidad angular de evolución. Otros buques o estaciones base pueden recibir esta información, procesarla mediante el uso de un software simple y mostrar las ubicaciones de los buques en un trazador de gráficos o en un ordenador. Los datos de posición del AIS están disponibles en Internet a través de muchos sistemas de información geográfica gubernamentales, así como operados de manera privada, tal como [www.marinetraffic.com](http://www.marinetraffic.com), [www.vesseltracker.com](http://www.vesseltracker.com), [www.vtexplorer.com](http://www.vtexplorer.com) y [www.shiptracking.eu](http://www.shiptracking.eu).

50 "Un servicio de tráfico de buques (VTS – Vessel Traffic Service, en inglés)" es un sistema de supervisión de tráfico marítimo establecido por los puertos o las autoridades portuarias. El propósito de VTS es mejorar la seguridad y la eficacia de la navegación, la seguridad de la vida en el mar y la protección del medio marino en las zonas alrededor de los muelles y puertos. VTS se rige por la regla 12 del capítulo V del Convenio SOLAS, junto con las Directrices para los Servicios de Tráfico de Buques (Resolución IMO A. 857 (20)) adoptadas por la Organización Marítima Internacional el 27 de noviembre de 1997.

55

5 Un VTS tendrá normalmente una imagen completa del tráfico, lo que significa que todos los factores que influyen en el tráfico, así como información sobre todos los buques participantes y sus intenciones están fácilmente disponibles. Mediante la imagen del tráfico, las situaciones que se están desarrollando pueden ser evaluadas y respondidas a continuación. En un modo de realización del sistema de supervisión de la integridad en alta mar, la posición en función de datos de tiempo se obtiene a través de Internet al ordenador.

En un modo de realización, el sitio de supervisión se selecciona para que sea sustancialmente idéntico al sitio ocupado por la parte de la estructura submarina que se va a supervisar.

10 En un ejemplo, el sitio de supervisión se selecciona para ser un área alargada con una anchura de hasta aproximadamente 100 m, tal como hasta aproximadamente 10 m en la dirección horizontal y perpendicular a la dirección global de la estructura submarina, y una altura suficiente para comprender la estructura submarina. La dirección global de la estructura submarina es la dirección de la longitud de la estructura submarina ignorando pequeñas curvas a lo largo de 5 m o menos.

15 En un ejemplo del sistema de supervisión de la integridad en alta mar, la distancia seleccionada hasta el sitio de supervisión proporciona un área horizontal seleccionada, el sistema está dispuesto de tal manera que el ordenador obtiene la posición de buques con transmisor en función de datos de tiempo dentro del área horizontal seleccionada.

En un ejemplo del sistema de supervisión de la integridad en alta mar, la distancia seleccionada hasta el sitio de supervisión se selecciona de manera que al menos un buque de ruido medio 40 t y/o un buque que emita una vibración (sonido) de aproximadamente 100 db que esté dentro del rango de detección del sensor de vibración está también dentro de la distancia seleccionada.

20 De este modo, se puede asegurar que cuando el sensor de vibración detecta un buque de 40 t de ruido medio, la posición en función de los datos de tiempo del buque de 40 t de ruido medio es transmitida al ordenador para correlacionarse con los datos de vibración detectados.

25 En un ejemplo, se selecciona una distancia seleccionada hasta el punto de supervisión lo suficientemente grande para que cualquier buque en una posición en la que sea perceptible por el sensor de vibración (se encuentre en una posición en la que pueda ser registrado por el sensor de vibración) estará dentro de la distancia seleccionada.

30 En general, los buques más importantes que tengan la posición en función de los datos de tiempo se acercan a los arrastreros y buques de pesca, ya que dichos buques a menudo tienen equipo tirado a lo largo del fondo marino y, además, se ha observado a menudo que dichos buques navegan con su ancla echada a lo largo del fondo marino. En dichas situaciones las estructuras submarinas pueden estar en grave peligro de ser dañadas. La distancia seleccionada desde el sistema de supervisión de la integridad en alta mar se selecciona preferentemente de tal manera que el sistema de supervisión de la integridad en alta mar pueda detectar dichos arrastreros y barcos de pesca con tiempo suficiente para activar una alarma y, preferentemente, advertir a los buques.

35 A este respecto se debe observar que la velocidad del sonido y la distancia desde la cual un sensor dado puede detectar una vibración, dependen por lo menos ligeramente de la temperatura del agua, del contenido de sal del agua y de la turbulencia y corriente del agua. A menos que se especifique lo contrario, la determinación se debe efectuar en aguas tranquilas, a la temperatura y concentración de sal medias del agua.

40 En la mayoría de las situaciones, las condiciones meteorológicas medias, temperatura, turbulencia, concentración de sal etc. son bien conocidas para una zona dada y la distancia seleccionada se puede seleccionar con un margen de seguridad, de manera que la posición en función de los datos de tiempo para todos los buques que son detectados por el sensor de vibración puede ser transmitida al ordenador.

45 En un ejemplo, la distancia seleccionada hasta el lugar de supervisión corresponde al menos a unos 100 m desde la estructura submarina, preferentemente a una distancia de 1 km desde la estructura submarina, preferentemente a por lo menos 2 km desde la estructura submarina, más preferentemente a por lo menos 5 km desde la estructura submarina. Cuando el sitio de supervisión es el sitio ocupado por la estructura submarina, la distancia hasta la estructura submarina es idéntica a la distancia hasta el sitio de supervisión.

50 El sensor de vibración preferentemente debe tener un rango relativamente grande cuando el sistema es un sistema de supervisión de la integridad en alta mar. A menudo se tarda un tiempo relativamente largo en detener o girar un buque y, en caso de peligro, se prefiere que se proporcione una alarma relativamente temprana con relación a un daño potencial. Además, el patrón de vibración en el mar a menudo es relativamente estable y fácil de identificar, de tal manera que dicho ruido se puede filtrar eliminándolo. La carga de tener sensores de vibración de largo alcance / muy sensibles es a menudo que dichos sensores de vibración también capturan una gran cantidad de ruido, pero tal como se mencionó anteriormente, dicha carga puede ser fácil de filtrar y eliminar mediante la filtración de la mayor cantidad o todo el ruido.

55 En un ejemplo los uno o más sensores de vibración están dispuestos para detectar las vibraciones de una bajada de ancla ordinaria y/o un arrastre de un ancla o una herramienta similar a lo largo del fondo marino a una distancia de aproximadamente 100 m desde la estructura submarina, preferentemente a una distancia de aproximadamente 500

m desde la estructura submarina. Por ello, puede ser posible activar una alarma con tiempo suficiente para evitar daños de un buque que se aproxima con un ancla u otro equipo arrastrado a lo largo del fondo marino.

5 En un ejemplo, los uno o más sensores de vibración están dispuestos para detectar vibraciones de aproximadamente 500 Hz en el sitio de supervisión con un nivel de hasta aproximadamente 30 db, preferentemente de hasta aproximadamente 10 db, más preferentemente de hasta aproximadamente 3 db o incluso de hasta aproximadamente 1 db.

10 Generalmente, los sensores de fibra óptica conocidos en la actualidad son menos sensibles que los hidrófonos más eficaces. Sin embargo, para la mayoría de los sensores de vibración, un rango de detección de vibraciones en el intervalo de aproximadamente 50 Hz hasta aproximadamente 1 kHz será de aproximadamente 2 km o más para la detección de la vibración (sonido) proporcionada por un buque medio de 40 t, y/o un buque que emite una vibración (sonido) de 100 db de cantidad.

Proporcionando una serie de sensores de vibración y disponiendo una formación de haz de los mismos, se puede aumentar el alcance de detección y también se puede aumentar la sensibilidad del sistema de supervisión.

15 En un ejemplo, se desea que el alcance de detección alrededor de la estructura submarina y el sitio de supervisión sea de al menos aproximadamente 1 km, como por lo menos aproximadamente 2 km y preferentemente hasta aproximadamente 10 km.

Para una frecuencia de 500 Hz se espera que la amortiguación del fondo de arena sea de aproximadamente 0,12 dB/m. La relación de velocidad del sonido en la interfaz agua-sedimento está en el rango de 1,04 a 1,08. La velocidad del sonido en el agua es de aproximadamente 1470 m/s.

20 En un ejemplo del sistema de supervisión de la integridad en alta mar, uno o más sensores de vibración están dispuestos para detectar vibraciones de aproximadamente 50 Hz hasta aproximadamente 1 kHz en el sitio de supervisión con un nivel de hasta 30 db, preferentemente hasta aproximadamente 10 db, más preferentemente de hasta aproximadamente 3 db o incluso hasta aproximadamente 1 db.

25 En un ejemplo del sistema de supervisión de la integridad en alta mar, uno o más sensores de vibración están dispuestos para detectar vibraciones de aproximadamente 500 Hz hasta aproximadamente 1 kHz a un nivel de hasta 100 db provocadas por un buque en aguas tranquilas cuando el buque se encuentra a una distancia aproximada de 2 km desde la estructura submarina, preferentemente cuando el buque se encuentra a una distancia de aproximadamente 4 km desde la estructura submarina, preferentemente cuando el buque está dentro de un intervalo de aproximadamente 6 km desde la estructura submarina, preferentemente cuando el buque está dentro de una distancia de aproximadamente 10 km desde la estructura submarina.

30 Tal como se mencionó anteriormente, el sensor de vibración puede estar dispuesto a una distancia de la estructura estacionaria, en contacto con la estructura estacionaria u opcionalmente integrado en la estructura estacionaria. En un ejemplo del sistema de supervisión de la integridad en alta mar, el sensor de vibración está montado a una distancia de montaje de la estructura submarina.

35 La distancia de montaje puede ser en principio tan grande como se desee, siempre que el sensor de vibración sea capaz de detectar vibraciones desde el sitio de supervisión. La distancia de montaje puede ser, por ejemplo, de hasta aproximadamente 1 km, tal como hasta aproximadamente 500 m, tal como hasta aproximadamente 100 m, tal como hasta aproximadamente 25 m. En un ejemplo, la distancia de montaje está entre aproximadamente 1 m y aproximadamente 100 m.

40 En un ejemplo del sistema de supervisión de la integridad en alta mar, el sensor de vibraciones está en contacto con o integrado en la estructura submarina.

“En contacto con” se utiliza en la presente memoria con el significado, por ejemplo, de estar montado o simplemente puesto en contacto.

45 Preferentemente el ordenador del sistema de supervisión de la integridad en alta mar comprende hardware y software que comprenden al menos un procesador para comparar la posición en función de los datos de tiempo con los datos de vibración correlacionados para el mismo tiempo, de tal manera que puede ser por lo menos estimada si las vibraciones detectadas por el sensor de vibración en un momento dado fueran o comprendiesen vibraciones provocadas por un buque identificado.

50 Generalmente se desea que el sistema de supervisión de la integridad en alta mar comprenda al menos una memoria, por ejemplo, una o más memorias tales como las descritas anteriormente.

En un modo de realización, el ordenador comprende o está en comunicación de datos con una memoria de base de datos. Una memoria de base de datos se debe interpretar en la presente memoria como una memoria que comprende o está dispuesta para comprender una base de datos. Una base de datos se debe interpretar como una colección organizada de datos que pueden ser utilizados por uno o más usuarios. La memoria de base de datos

almacena, preferentemente, al menos parte de la vibración en función de los datos de tiempo y/o parte de la posición en función de los datos de tiempo obtenidos por el ordenador.

5 Por lo tanto, el sistema de supervisión de la integridad en alta mar de la invención puede construir una base de datos de al menos parte de la vibración en función de los datos de tiempo y/o de una parte de la posición en función de los datos de tiempo obtenidos por el ordenador, y la base de datos se puede utilizar, por ejemplo, para calibrar el sistema, para predecir incidentes, para regular las condiciones para la activación de una alarma o para otras cosas.

10 En un modo de realización, el sistema comprende una memoria de base de datos en comunicación de datos con el ordenador, y la memoria de base de datos comprende una curva de calibración para el patrón de vibración en función de la distancia del buque para uno o más buques o tipos de buques, el ordenador comprende un software para calcular la distancia hasta un buque en tránsito.

En un modo de realización, la estructura submarina comprende una estructura submarina enterrada o en una zanja, y el sistema comprende una memoria de base de datos en comunicación de datos con el ordenador, en la que la memoria de base de datos comprende una curva de calibración para el patrón de vibración en función de la distancia del buque para uno o más buques o tipos de buques.

15 Se puede desear que el sistema de supervisión de integridad sea capaz de reconocer un patrón de vibración, Por ejemplo, en una situación en la que un buque está pasando repetidamente, por ejemplo, regularmente al lado de una estructura submarina enterrada o en una zanja, y el sensor de vibración está enterrado o en una zanja con o fuera de la estructura submarina, el sistema de supervisión de integridad puede detectar un cambio en el nivel de vibración en caso de que el nivel del material de cobertura haya cambiado. Si el sistema de supervisión de la integridad en alta mar puede reconocer el patrón de vibración, opcionalmente calcular la dirección, velocidad y otros, el ordenador del sistema de supervisión de la integridad en alta mar puede comprender preferentemente software para calcular la variación de nivel del material de cobertura por encima de la estructura submarina.

20 Por ello, el sistema de supervisión de integridad puede ser capaz de calcular y/o predecir si y cuándo el nivel del material de cobertura es o se hace insuficiente, y se puede aplicar material de cobertura adicional antes de dañar la estructura submarina, por ejemplo, para evitar daños en la estructura submarina.

25 En un modo de realización en el que el medio para determinar y transmitir al ordenador la posición en función de los datos de tiempo comprende la obtención de datos procedentes de un Sistema de Identificación Automática (AIS), el ordenador está dispuesto para obtener datos adicionales del AIS o de otra fuente. El ordenador puede estar dispuesto, por ejemplo, para obtener uno o más de identificación única, curso, velocidad, dirección del movimiento, advertencias, condiciones meteorológicas y predicciones / previsiones de los datos mencionados. Generalmente, se desea que los datos adicionales comprendan al menos una identificación única del buque.

La información sobre las condiciones meteorológicas puede comprender, por ejemplo, la dirección del viento y los datos de velocidad, así como información sobre tormentas. Los datos meteorológicos se pueden proporcionar directamente a través de Internet.

35 La información sobre las condiciones meteorológicas puede, por ejemplo, predecir riesgos potenciales mediante el anclaje en situaciones de viento fuerte, y puede activar una alarma.

40 Puede ser que ciertas condiciones meteorológicas disminuyan / aumenten la sensibilidad del sensor de vibración. Las condiciones meteorológicas o previsiones de condiciones meteorológicas se pueden por lo tanto aplicar en un ejemplo para regular el punto de ajuste de la activación de una alarma, en otras palabras, el punto de activación de la alarma depende del tiempo.

Independientemente de la fuente de la cual se obtiene la posición en función de los datos de tiempo, el sistema de supervisión de integridad puede estar dispuesto para recoger datos relacionados con el tiempo, tales como previsiones meteorológicas y/o estadísticas relacionadas con el tiempo y/o datos relacionados con las condiciones meteorológicas en función de tiempo.

45 Las estadísticas meteorológicas y/o los datos relacionados con las condiciones meteorológicas en función del tiempo se pueden utilizar, por ejemplo, para predecir cómo reaccionará un sistema de supervisión de la integridad en varios tipos de clima y/o para proporcionar un mejor pronóstico del tiempo, que de nuevo se puede utilizar en la regulación de uno o más elementos del sistema de supervisión de integridad.

50 En un modo de realización, el ordenador comprende un software para calcular el peligro potencial de dañar la estructura submarina por parte de un buque o el equipo de un buque. Este cálculo N se puede basar, por ejemplo, en al menos una parte de los datos de vibración y de la posición en función de datos de tiempo y, opcionalmente de otros datos de una memoria de base de datos, tales como, por ejemplo, datos meteorológicos y/o velocidad, dirección del movimiento y/o curso del objeto en movimiento.

55 En un modo de realización del sistema de supervisión de la integridad en alta mar, el ordenador comprende un software para asociar al menos parte de los datos de vibración, con un peligro potencial de dañar la estructura

submarina por parte de un buque o el equipo de un buque. Por ello, se puede activar una alarma cuando se estima, se calcula o se predice de otro modo un peligro.

5 En un modo de realización, el sistema comprende una alarma dispuesta para activarse ante el peligro real o potencial de daño de la estructura submarina. El ordenador puede estar dispuesto, preferentemente, para calcular el riesgo potencial o real de daño de la estructura submarina. Este cálculo se puede basar, preferentemente, en al menos algunos de los datos de vibración y en al menos algunos de la posición en función de los datos de tiempo. En un modo de realización, el sistema está regulado para activar la alarma tras la detección de datos de vibración con un patrón predefinido y/o con un nivel de vibración por encima de un nivel máximo ajustado. Por ello, el riesgo de activar una falsa alarma puede ser muy reducido y se obtiene un sistema de alarma más fiable.

10 En un ejemplo uno o más de los casos siguientes se evalúan como alarmas.

Detección de un buque de velocidad inusualmente baja con o sin cambio de dirección.

Nivel de vibración inusualmente alto.

Nivel de vibración muy alto que no se puede correlacionar con un objeto móvil específico.

Nivel de vibración / ruido sin datos AIS disponibles.

15 Aumento constante del nivel de vibración durante el período de tiempo de, por ejemplo, 1 mes / 6 meses / 1 año para una cierta parte de una estructura submarina.

20 En un modo de realización, el sistema de supervisión de integridad es un sistema de supervisión de la integridad en tierra. En dicho modo de realización, la estructura estacionaria es una estructura no submarina, cualquiera de las estructuras estacionarias mencionadas anteriormente aplicadas en tierra. La estructura estacionaria preferentemente comprende un cable y/o un tubo.

En un ejemplo del sistema de supervisión de la integridad en tierra, la estructura estacionaria está enterrada o está soportada en uno o más pilotes.

25 En el sistema de supervisión de la integridad en tierra, el objeto móvil puede ser cualquier tipo de objeto móvil que es móvil en tierra y que comprende un transmisor para transmitir su posición en función de los datos de tiempo. El objeto móvil puede ser, por ejemplo, un vehículo, un avión y/o una herramienta motorizada.

En la situación en que la estructura estacionaria es una estructura estacionaria transmisora, por ejemplo, un tubo, un cable y/o una fibra, el objeto móvil puede ser, por ejemplo, un vehículo industrial, un tractor, un vehículo con herramientas de excavación y o una herramienta de excavación motorizada, tal como una perforadora.

30 Preferentemente, el objeto móvil comprende o está conectado a un sistema de localización, tal como la posición del GPS (Sistema de localización global) y, opcionalmente, detalles del movimiento, y un transmisor, dispuesto para transmitir los datos al ordenador, preferentemente junto con una identificación única del objeto móvil.

35 En un modo de realización del sistema de supervisión de la integridad en tierra, el sistema comprende un transpondedor para recibir la posición en función de los datos de tiempo y para transmitir los datos al ordenador, opcionalmente de manera inalámbrica y/o vía Internet, el transpondedor opcionalmente de manera adicional, es además capaz de recibir y transmitir los datos de vibración.

En un modo de realización del sistema de supervisión de la integridad en tierra, el sistema está dispuesto de tal manera que el ordenador está obteniendo la posición de objetos móviles con transmisor en función de datos de tiempo dentro de la distancia seleccionada hasta el sitio de supervisión. El ordenador puede obtener la posición en función de datos de tiempo directamente desde el objeto móvil a través de su transmisor.

40 En el sistema de supervisión de la integridad en tierra de la invención, la distancia seleccionada es preferentemente relativamente corta, en particular si la estructura estacionaria está dispuesta como un entorno relativamente ruidoso.

45 En un ejemplo del sistema de supervisión de la integridad en tierra, la distancia seleccionada al sitio de supervisión corresponde a al menos aproximadamente 10 m de la estructura estacionaria, preferentemente a al menos aproximadamente 100 m de la estructura submarina, preferentemente a al menos aproximadamente 500 m de la estructura submarina.

En un ejemplo del sistema de supervisión de la integridad en tierra, la distancia seleccionada hasta el sitio de supervisión es de al menos 10 m, preferentemente al menos aproximadamente 100 m, preferentemente al menos aproximadamente 500 m desde la estructura submarina.

50 En un ejemplo, la distancia seleccionada puede variar de un tipo de objeto móvil a otro tipo de objeto móvil. Por ejemplo, en un ejemplo la distancia seleccionada para una perforadora puede ser de aproximadamente 20 cm y la distancia seleccionada para un vehículo industrial puede ser de aproximadamente 10 m.

En un ejemplo del sistema de supervisión de la integridad en tierra en el que el objeto móvil en una herramienta motorizada, la distancia hasta el sitio de supervisión es de aproximadamente 5 cm hasta aproximadamente 5 m, tal como de 5 cm hasta aproximadamente 1 m, tal como de aproximadamente 10 cm hasta aproximadamente 50 cm.

5 En un ejemplo del sistema de supervisión de la integridad en tierra los uno o más sensores de vibración están dispuestos para detectar vibraciones de aproximadamente 50 Hz hasta aproximadamente 1 kHz en el sitio de supervisión con un nivel de hasta aproximadamente 30 db, preferentemente de hasta aproximadamente 10 db, más preferentemente de hasta aproximadamente 3 db o incluso de hasta aproximadamente 1 db.

10 En un ejemplo del sistema de supervisión de la integridad en tierra, el sensor de vibración está montado a una distancia de montaje de la estructura estacionaria. La distancia de montaje puede ser, por ejemplo, de hasta aproximadamente 100 m, tal como hasta aproximadamente 25 m. En un entorno muy ruidoso, la distancia de montaje debe ser preferentemente relativamente corta.

En un ejemplo del sistema de supervisión de la integridad en tierra, el sensor de vibración está en contacto o integrado en la estructura estacionaria.

15 En un modo de realización del sistema de supervisión de la integridad en tierra, el ordenador comprende hardware y software que comprenden al menos un procesador para comparar la posición en función de los datos de tiempo con los datos de vibración correlacionados para el mismo tiempo, de tal manera que se puede estimar al menos si las vibraciones detectadas por el sensor de vibración en un momento dado eran o comprendían vibraciones provocadas por un objeto móvil identificado.

20 En un modo de realización del sistema de supervisión de la integridad en tierra, el ordenador comprende o está en comunicación de datos con una memoria de base de datos. La memoria de base de datos puede almacenar preferentemente al menos parte de la vibración en función de datos de tiempo y/o al menos parte de la posición en función de datos de tiempo obtenidos por el ordenador.

25 En un ejemplo del sistema de supervisión de la integridad en tierra, para obtener datos adicionales, los datos adicionales comprenden al menos uno de identificación única, curso, velocidad, dirección del movimiento, advertencias, condiciones meteorológicas y predicciones / previsiones de los datos mencionados. Los datos adicionales pueden comprender, preferentemente, al menos una identificación única.

Los datos adicionales y la base de datos se pueden aplicar de una manera correspondiente, tal como se ha descrito anteriormente para el sistema de supervisión de la integridad en tierra.

30 En un ejemplo del sistema de supervisión de la integridad en tierra, el ordenador comprende un software para calcular un peligro potencial de daño de la estructura estacionaria por parte de un objeto móvil o de equipos asociados con dicho objeto móvil. El cálculo se puede basar preferentemente en al menos algunos de los datos de vibración y algunas de las posiciones en función de datos de tiempo y, opcionalmente, en otros datos de una memoria de base de datos, por ejemplo, los tipos de datos descritos o mencionados anteriormente.

35 El sistema de supervisión de la integridad en tierra puede comprender una alarma de una manera similar a la descrita para el sistema de supervisión de la integridad en alta mar, y la alarma se puede configurar para funcionar de manera similar.

40 En un ejemplo del sistema de supervisión de la integridad en tierra, el sistema comprende una alarma dispuesta para activarse ante el peligro potencial o real de daño de la estructura estacionaria, el ordenador está dispuesto para calcular el peligro potencial o real de daño de la estructura estacionaria, preferentemente sobre la base de al menos algunos de los datos de vibración y al menos parte de la posición en función de datos de tiempo. Preferentemente, el sistema puede ser regulado para activar la alarma tras la detección de datos de vibración con un patrón predefinido y/o con un nivel de vibración por encima de un nivel de vibración máximo de referencia, para reducir las falsas alarmas.

45 Tal como se ha indicado anteriormente, una serie de sistemas de supervisión de integridad se pueden conectar o combinar, por ejemplo, de tal manera que se pueda llevar a cabo una supervisión centralizada de la estructura estacionaria con supervisión de integridad. La serie de sistemas de supervisión de la integridad se pueden combinar, por ejemplo, de modo que sus ordenadores de los sistemas de supervisión de integridad respectivos se sitúen en un punto central para ser gestionados de manera centralizada. En un ejemplo, la serie de sistemas de supervisión de integridad se combinan compartiendo una parte o partes entre sí, la serie de sistemas de supervisión de integridad pueden, por ejemplo, compartir un ordenador central común.

50 La invención se refiere asimismo a un método para supervisar la integridad de por lo menos una parte de una estructura estacionaria. El método de la invención comprende

- (i) proporcionar al menos un sensor de vibración para detectar la vibración en función del tiempo,
- (ii) proporcionar un ordenador;



(iii) proporcionar un medio de transmisión para transmitir datos de vibración desde el sensor de vibración al ordenador, en el que dichos datos de vibración se transmiten al ordenador como vibración en función de datos de tiempo, o el ordenador genera una vibración en función de los datos de tiempo de dichos datos de vibración;

5 (iv) disponer el sensor de vibración para detectar vibraciones dentro de un sitio de supervisión que comprende al menos la parte de la estructura estacionaria,

(v) obtener la posición de un objeto móvil que comprende un transmisor en función de los datos de tiempo cuando los buques están dentro de una distancia seleccionada hasta el sitio de supervisión;

(vi) proporcionar el ordenador para comparar los datos de vibración con la posición en función de los datos de tiempo correlacionados con el mismo.

10 Ejemplos de lo anterior ya han sido descritos anteriormente. Además, el método de la invención comprende la utilización de un sistema de supervisión de integridad tal como se ha descrito anteriormente.

Los elementos individuales, así como sus combinaciones, pueden ser tal como se han descrito anteriormente.

15 En un modo de realización del método de la invención, la estructura estacionaria es una estructura submarina dispuesta sobre el fondo marino, o una estructura submarina enterrada y/o en una zanja, o la estructura estacionaria es una estructura no submarina. De acuerdo con la invención, el método comprende determinar la integridad de al menos una parte de la estructura estacionaria.

20 Tal como se mencionó anteriormente, en un modo de realización preferente, la estructura estacionaria es o comprende un cable, tal como una señal y/o un cable de transmisión de potencia, seleccionado preferentemente de un cable de alimentación eléctrica de alta tensión (de aproximadamente 72 kV, por ejemplo, hasta aproximadamente 550 kV o incluso más), un cable de alimentación eléctrica de media tensión (de aproximadamente 10 a 72 kV), un cable superconductor, un cable de fibra óptica y/o un cable de comunicación.

25 En un ejemplo del método de la invención el sensor de vibración funciona de manera continua o en intervalos predeterminados, y el sistema de supervisión de integridad comprende una función de regulación para regular el funcionamiento del sensor de vibración, el método comprende regular manualmente, semiautomáticamente o automáticamente el funcionamiento del sensor de vibración, por ejemplo, en relación con la cantidad de ruido, en relación con el número de objetos móviles dentro de la distancia seleccionada, en relación con las condiciones meteorológicas, en relación con la hora (noche / día / día laborable / día festivo, etc. ) y/o en relación con otro aspecto.

30 En un ejemplo del método de la invención la función reguladora es un mecanismo automática o semi - un mecanismo de regulación automática o semiautomática, y el método comprende regular la sensibilidad del sensor de vibración, preferentemente dependiendo de la concentración de vibraciones dentro de la distancia seleccionada desde el sitio de supervisión.

35 En un ejemplo del método de la invención, el método comprende filtrar eliminando el ruido, preferentemente al menos una parte del ruido de fondo se elimina por filtración. Los métodos de filtrar el ruido son bien conocidos para un experto en la técnica.

40 En un ejemplo del método de la invención el método comprende registrar la posición de un objeto móvil en función de datos de tiempo y, preferentemente, los datos registrados son o pueden ser utilizados para el análisis posterior de un evento. Si por ejemplo una estructura estacionaria supervisada sufre repentinamente un daño, la posición registrada en función de datos de tiempo, preferentemente, en combinación con datos de vibración registrados, se puede utilizar para analizar el accidente y, opcionalmente, identificar el objeto móvil. Por ejemplo, puede ser que el operador del objeto móvil haya ignorado una alarma y que se pueda reclamar daños al operador o al propietario del objeto móvil.

45 El método comprende que el ordenador compare la posición en función de los datos de tiempo con los datos de vibración correlacionados para el mismo tiempo y, sobre la base de dicha correlación, calcule si las vibraciones detectadas por el sensor de vibración en un tiempo dado eran o comprendían vibraciones provocadas por un objeto móvil.

En un modo de realización del método de la invención, el método comprende determinar la dirección de una vibración con respecto al sensor de vibración y/o con relación a la estructura estacionaria. El método de determinación de la dirección de vibración puede ser, por ejemplo, tal como se ha descrito anteriormente.

50 En un modo de realización del método de la invención, el sistema comprende un conjunto de sensores, por ejemplo, en forma de un conjunto de sensores discretos o en forma de un sensor de fibra distribuido o cuasi distribuido, comprendiendo el método determinar una dirección, distancia y/o velocidad de un objeto emisor de vibraciones, siendo el objeto emisor de vibraciones, opcionalmente, el objeto móvil.

En un modo de realización del método de la invención, el sistema comprende la formación de un haz con los datos de vibración del conjunto de sensores, por ejemplo, tal como se ha descrito anteriormente.

5 En un modo de realización del método de la invención, el sistema de supervisión de integridad es un sistema de supervisión de la integridad en alta mar, comprendiendo el método determinar la integridad de al menos una parte de una estructura submarina.

En un modo de realización del método de la invención, el método comprende que el ordenador esté en comunicación con un Sistema de identificación automática (AIS).

10 En un modo de realización del método de la invención, el sistema es un sistema de supervisión de la integridad en alta mar, y el método comprende comparar la posición en función de los datos de tiempo con los datos de vibración correlacionados para el mismo tiempo, de tal manera que pueda al menos estimar si las vibraciones detectadas por el sensor de vibración en un momento dado eran o comprendían vibraciones provocadas por un buque identificado.

15 En un ejemplo del método de la invención, el método comprende almacenar al menos algunas de las vibraciones en función de datos de tiempo y al menos algunas de las posiciones en función de los datos de tiempo obtenidos por el ordenador en una memoria de base de datos, y construir a continuación una colección de datos, por ejemplo, tal como se ha descrito anteriormente. El método de la invención puede, adicionalmente, comprender utilizar la base de datos, por ejemplo, tal como se ha descrito anteriormente.

20 En un modo de realización de la invención, el método comprende obtener y/o adquirir datos adicionales, pudiendo ser los datos adicionales tal como los descritos anteriormente y, por ejemplo, comprender al menos uno de la identificación, el rumbo, la velocidad, la dirección del movimiento, las advertencias, las condiciones meteorológicas y las predicciones / previsiones de los datos mencionados.

25 En un modo de realización del método de la invención, el método comprende calcular un potencial peligro de daño de la estructura estacionaria por parte de un objeto móvil o de un equipo asociado con un objeto móvil. El cálculo se basa, preferentemente, en al menos parte de los datos de vibración y en la posición en función de los datos de tiempo y, opcionalmente, en otros datos de una memoria de base de datos, por ejemplo, cualquiera de los datos mencionados anteriormente.

En un modo de realización del método de la invención, el método comprende asociar los datos de vibración y, en particular, los datos de vibración que comprenden un alto nivel de vibración, con un peligro potencial de daño de la estructura estacionaria, tal como una estructura submarina, por parte de un objeto móvil o de equipos asociados con el objeto móvil, tal como un buque o equipos de un buque.

30 En un modo de realización del método de la invención, el método comprende activar una alarma, por ejemplo, tal como se ha descrito anteriormente. La alarma se puede activar, por ejemplo, en caso de riesgo potencial o real de daño a la estructura estacionaria. Preferentemente, el ordenador está dispuesto para calcular el peligro potencial o real de daño a la estructura estacionaria, preferentemente, sobre la base de al menos algunos de los datos de vibración y de al menos parte de la posición en función de los datos de tiempo. El método de la invención  
35 comprende, preferentemente, la regulación del sistema para activar la alarma tras la detección de datos de vibración con un patrón predefinido y/o con un nivel de vibración por encima de un nivel de vibración máximo de referencia, para reducir las falsas alarmas.

En un ejemplo del método de la invención, el método comprende calibrar los datos de vibración para el patrón de vibración normal de la estructura estacionaria.

40 En un modo de realización del método de la invención en el que el sistema es un sistema de alta mar y comprende una memoria de base de datos en comunicación de datos con el ordenador, la memoria de base de datos comprende una curva de calibración para el patrón de vibración en función de la distancia del buque para uno o más buques o tipo de buques, y el método comprende calcular la distancia hasta un buque que se desplaza y/o calcular la variación de nivel del material de cobertura por encima de la estructura submarina, por ejemplo, tal como se ha  
45 descrito anteriormente.

### Breve descripción de los dibujos

La invención se explicará a continuación más detalladamente en relación con un modo de realización preferente y con referencia a los dibujos, en los que:

50 La figura 1 es una ilustración esquemática de una parte de un sistema de supervisión de integridad de la invención, en el que la estructura estacionaria es una sección de un tubo.

La figura 2 es una ilustración esquemática de un sistema de supervisión de la integridad en alta mar de la invención.

La figura 3 es una ilustración esquemática de un sistema combinado de supervisión de la integridad en alta mar y en tierra de la invención.

La figura 4 es una ilustración esquemática de un sistema de supervisión de la integridad en alta mar de la invención, en el que el sistema comprende varios sensores de fibra y la estructura submarina está parcialmente enterrada y parcialmente descubierta.

5 La figura 5 es una ilustración esquemática de un sistema de supervisión de la integridad en alta mar de la invención, en el que el sistema comprende sensores puntuales y la estructura submarina es un elevador.

La figura 6 es una ilustración esquemática de un sistema de supervisión de la integridad en alta mar de la invención, en el que el sistema comprende sensores integrados, y la estructura submarina está dispuesta sobre el fondo marino.

10 La figura 7 es una ilustración esquemática de un sistema de supervisión de la integridad en alta mar de la invención, visto desde una distancia desde arriba, en el que se muestran varios buques, algunos dentro de la distancia seleccionada y algunos fuera.

La figura 8 es una ilustración esquemática de un sensor de vibración y un principio de formación de haz.

La figura 9 es una ilustración esquemática de un modo de realización del método de la invención, en el que el sistema de supervisión de integridad es un sistema de supervisión de la integridad en alta mar.

15 Las figuras son esquemáticas y se pueden simplificar para mayor claridad. En ellas, se utilizan números de referencia iguales para partes idénticas o correspondientes.

20 Otro alcance de la aplicabilidad de la presente invención resultará evidente a partir de la descripción detallada que se proporciona a continuación. Sin embargo, se debe entender que la descripción detallada y los ejemplos específicos, aunque indican modos de realización preferentes de la invención, se proporcionan solamente a modo de ilustración, puesto que diversos cambios y modificaciones dentro del espíritu y alcance de la invención resultarán evidentes para los expertos en la técnica a partir de la descripción detallada.

25 El sistema de supervisión de integridad mostrado en la figura 1 está adaptado para supervisar la integridad de al menos una sección de longitud de un tubo 1. El sistema de supervisión de integridad comprende un sensor de fibra 2 enrollado helicoidalmente alrededor del tubo 1. El sensor de fibra es o comprende un sensor de vibración, por ejemplo, tal como se ha descrito anteriormente. El sensor de fibra está conectado al sistema de sensor no mostrado para proporcionar luz al sensor y para recibir y opcionalmente analizar las señales resultantes.

30 El sistema de supervisión de la integridad comprende asimismo un ordenador 3, que se ilustra en este ejemplo como un ordenador personal, pero, tal como se ha explicado, el ordenador puede ser cualquier otro elemento o combinación de elementos que pueda realizar el cálculo prescrito. El sistema de supervisión de integridad comprende un medio de transmisión no mostrado para transmitir datos de vibración desde el sensor de vibración 2 al ordenador 3. Dicho medio de transmisión puede estar proporcionado mediante una conexión directa del sensor de fibra 2 al ordenador 3, mediante transmisión inalámbrica y/o mediante cualquier otro medio, por ejemplo, tal como se ha descrito anteriormente.

35 El sistema de supervisión de la integridad está dispuesto además para obtener y transmitir la posición en función de los datos de tiempo de los objetivos móviles 4a, 4b que comprenden un transmisor 5 al ordenador 3 cuando los objetivos móviles 4a están dentro de una distancia 6a, 6b seleccionada, ilustrada en esta memoria con puntos, hasta un sitio de supervisión que es, en dicho modo de realización, el sitio ocupado por el tubo 1.

40 Los objetivos móviles 4a, 4b pueden ser, por ejemplo, vehículos y/o herramientas, por ejemplo, tal como se ha descrito anteriormente. Los objetos móviles 4a, 4b comprenden antenas 5 mediante el uso de las cuales pueden transmitir sus datos de posición o posición en función de datos de tiempo, por ejemplo, directamente para ser recibidos por el ordenador 3 o mediante otro sistema tal como Internet o un sistema centralizado de recogida de datos, que puede transmitir la posición en función de los datos de tiempo más adelante al ordenador 3.

45 Tal como se ilustra, la distancia seleccionada 6a, 6b hasta el sitio de supervisión no necesita ser equidistante en todas las direcciones desde el sitio de supervisión, sino que a menudo puede ser mayor en una dirección (por ejemplo, la dirección desde el sitio de supervisión y en la dirección a la distancia seleccionada 6a) desde el sitio de supervisión que en otra dirección (por ejemplo, la dirección desde el sitio de supervisión y en la dirección a la distancia seleccionada 6b) desde el sitio de supervisión.

50 El ordenador, en dicho modo de realización, está prescrito y programado para comparar los datos de vibración con la posición en función de datos de tiempo y, por tanto, estimar si el objeto móvil 4a dentro de la distancia seleccionada 6a, 6b está en riesgo de dañar el tubo 1.

El sistema de supervisión de integridad mostrado en la figura 2 es un sistema de supervisión de la integridad en alta mar, y está adaptado para supervisar la integridad de al menos una sección de longitud del cable 11 enterrado. El cable 11 enterrado está recubierto con un material de cobertura en el fondo marino 17. Justo por encima del cable 11 se encuentra un sensor de vibración 12, en forma de un sensor de fibra enterrado. El sensor de fibra 12 está

conectado a un sistema de sensor no mostrado para proporcionar luz al sensor y para recibir y opcionalmente analizar las señales resultantes. La línea 10 ilustra una línea entre tierra y alta mar. La línea 18 ilustra la superficie del mar.

5 El sistema de supervisión de la integridad en alta mar comprende un ordenador 13, tal como se ha dado a conocer anteriormente. Dicho ordenador 13 está dispuesto, en el presente modo de realización, en tierra, por ejemplo, en un sitio de supervisión centralizada en el que, opcionalmente, varios sistemas de supervisión de integridad de la invención se mantienen bajo vigilancia. Las transmisiones de datos de vibración / vibración en función de datos de tiempo y posición en función de datos de tiempo se pueden realizar tal como se ha descrito anteriormente.

10 La figura 3 muestra un sistema combinado de supervisión de la integridad en alta mar y en tierra de la invención. El sistema combinado de supervisión de la integridad en tierra / en alta mar está adaptado para supervisar la integridad de al menos una sección de longitud de un tubo 21 que comprende una sección de tubo en tierra 21a y una sección de tubo en alta mar 21b. La parte en tierra del sistema de supervisión de la integridad comprende un elemento de obtención de datos 20a que comprende un receptor y un transmisor para recibir señales desde objetos móviles en tierra 24a y, opcionalmente, de objetivos móviles en alta mar 24b. En el modo de realización mostrado, se ilustra un objeto móvil en tierra 24a como un vehículo de trabajo con una herramienta de excavación 29a y un transmisor 25a, y un objeto móvil en alta mar 24b se muestra como un buque con un ancla echada 29b y un transmisor 25b.

15 La parte de alta mar del sistema de supervisión de integridad comprende un elemento 20b de obtención de datos no mostrado dispuesto para obtener una posición en función de los datos de tiempo del AIS tal como se ha descrito anteriormente. La posición en función de los datos de tiempo obtenida tanto del elemento de obtención de datos en tierra 20a como del elemento de obtención de datos en alta mar 20b se transmite a un primer ordenador 23(1) en el que se clasifica la posición irrelevante en función de los datos de tiempo, y opcionalmente se puede almacenar la posición relevante en función de los datos de tiempo. La posición relevante en función de los datos de tiempo, opcionalmente en forma retardada, se transfiere a un segundo ordenador 23(2) para análisis adicionales, tal como se describe a continuación.

25 El sistema de supervisión de la integridad combinado en alta mar y en tierra de la invención comprende un sensor de vibración 22 en forma de un sensor de fibra con una sección de sensor de vibración en tierra 22a y una sección de sensor de vibración en alta mar 22b. El sensor de vibración 22 está conectado a un sistema de sensor 22c para proporcionar luz al sensor y para recibir y opcionalmente analizar y/o almacenar las señales de vibración resultantes. Las señales de vibración son transferidas al segundo ordenador 23(2) ya sea en tiempo real como señales de vibración como tales, o en tiempo real o retardadas como vibración en función de los datos de tiempo.

30 Los datos adicionales, tales como datos relacionados con el tiempo u otros tal como se describen más adelante se transmiten al segundo ordenador 23(2) ya sea a través del elemento de obtención de datos en tierra 20a y/o del elemento de obtención de datos en alta mar 20b y/o a través de otro elemento de obtención 20(1).

35 El segundo ordenador 23(2) comprende un software para comparar la vibración en función de los datos de tiempo con la posición en función de los datos de tiempo para el mismo tiempo y, basándose en dicha comparación y opcionalmente, en datos adicionales, calcular el riesgo de daño de la tubería 21, 21a, 21b en tierra y en alta mar.

40 El segundo ordenador 23(2), en el modo de realización mostrado, está en comunicación de datos con un tercer ordenador 23(3) que es un ordenador de supervisión, y comprende preferentemente un monitor y un indicador de alarma. Se pueden acoplar varios sistemas de supervisión de la integridad al mismo ordenador de supervisión que, por ejemplo, se puede mantener bajo supervisión por parte de un operador que también mantiene otros equipos de supervisión bajo vigilancia. Si se activa una alarma, el operador puede advertir inmediatamente los objetos móviles que pueden estar en riesgo de dañar una tubería. Por ejemplo, si el capitán de un buque 24b ha olvidado llevar su ancla 29b y se está arrastrando sobre el fondo marino dentro de la distancia seleccionada hasta el sitio de supervisión, esto puede hacer que salte una alarma y el operador puede identificar inmediatamente el buque 24b y advertir al capitán, de tal manera que el capitán pueda llevar el ancla 29b antes de que dañe el tubo 22b.

45 La figura 4 ilustra un sistema de supervisión de la integridad en alta mar visto en una vista en perspectiva. El plano 38 ilustra la superficie del mar y el plano 37a, 37b ilustra el fondo marino. El sistema de supervisión de la integridad en alta mar comprende 3 sensores ópticos de vibración 32a, 32b, 32c dispuestos paralelos a un tubo 31a, 31b para ser supervisar su integridad. Las distancias mostradas MDa, MDb, MDc indican las distancias de montaje respectivamente del sensor de vibración 32a, 32b y 32c.

50 Los sensores de vibración 32a, 32b y 32c están conectados a un sistema de sensor 32d para proporcionar luz al sensor y para recibir y, opcionalmente, analizar y/o almacenar, las señales de vibración resultantes.

55 El sistema de supervisión de la integridad en alta mar comprende asimismo un ordenador 33. El ordenador 33 comprende hardware y software para obtener la posición en función de los datos de tiempo del AIS tal como se indica en el dibujo y tal como se ha descrito anteriormente. Las señales de vibración obtenidas por los sensores de vibración 32a, 32b y 32c se transfieren al ordenador 33 para ser analizadas y comparadas con la posición en función de los datos de tiempo, tal como se ha descrito anteriormente y, opcionalmente, para registrar los diversos datos.

La figura 4 muestra además un buque 34 con un transmisor 35 y un ancla 39.

Tal como se indica mediante la sección sombreada 37b del fondo marino 37a, 37b, una parte del tubo 31b y partes de los sensores de vibración 32a, 32b y 32c están enterradas, mientras que en la sección no sombreada 37a del fondo marino 37a, 37b, la tubería 31a y los sensores de vibración 32a, 32b y 32c están descubiertos. El que la sección de tubería descubierta 31a pueda preferentemente estar en una zanja, en particular en la parte descubierta, es una disposición elegida.

Dicha tubería descubierta es relativamente sensible y puede ser dañada fácilmente por un ancla que se arrastra sobre el fondo marino. Si el buque 34 se aproxima a la tubería 31a, 31b en el área no cubierta 31a, el sensor 32a más próximo al ancla 39 del buque 34 detectará el ancla 39 y su dirección de movimiento, y transferirá los datos de vibración detectados al ordenador 33. El ordenador obtendrá asimismo la posición del buque 34 en función de los datos de tiempo y, comparando estos datos, se puede calcular si el tubo 31a está en peligro de ser dañado por el ancla 39 y, de ser así, el buque 34 puede ser advertido.

Si la parte descubierta de la tubería no es, por ejemplo, una estructura intencionada, sino que el material de cobertura ha sido retirado al cabo del tiempo por los buques que pasan sobre la tubería 31 en un canal de navegación, el sistema de supervisión de la integridad en alta mar puede comprender una memoria de base de datos con una curva de calibración para el patrón de vibración en función de la distancia del buque para uno o más buques o tipos de buques.

Mediante la utilización de dicha curva de calibración, el sistema de supervisión de integridad es capaz de reconocer un patrón de vibración, de tal manera que se pueda detectar si el tubo ha sido descubierto de manera inadvertida debido al paso de los buques. Si el sistema de supervisión de la integridad en alta mar puede reconocer el patrón de vibración, puede calcular la dirección, velocidad y otros, y el ordenador 33 del sistema de supervisión de la integridad en alta mar preferentemente comprende software para calcular la variación de nivel del material de cobertura por encima de la estructura submarina 31a, 31b.

La figura 5 muestra una estructura submarina 41, por ejemplo, tal como se ha descrito anteriormente (cable / tubería) conectada a una estructura de alta mar 49a, 49b, tal como una plataforma dispuesta sobre el fondo marino 47. La estructura de alta mar 49a, 49b comprende una parte 49a por debajo de la superficie 48 del mar y una parte 49b sobre la superficie 48 del mar. Varios sensores de vibración puntuales 42a, 42b, 42c están dispuestos sobre la parte de superficie submarina de la estructura en alta mar 49a. Un buque 44 se está aproximando a la estructura en alta mar 49a, 49b, por ejemplo, para atracar en la estructura de alta mar 49a, 49b.

Los sensores de vibración puntuales 42a, 42b y 42c son una parte de un sistema de supervisión de integridad de la invención y están transmitiendo datos de vibración a un ordenador no mostrado, en el que los datos de vibración se comparan con la posición en función de los datos de tiempo obtenidos del AIS de los buques que se están aproximando.

En el caso de que el buque 44 esté en peligro de dañar la estructura submarina 41, el sistema de supervisión de integridad puede hacer saltar una alarma tal como se ha descrito anteriormente.

La figura 6 ilustra un sistema de supervisión de la integridad en alta mar observado en una vista en perspectiva. El plano 58 ilustra la superficie del mar y el plano 57 ilustra el fondo marino. El sistema de supervisión de la integridad en alta mar comprende un sensor óptico de vibración 52 (mostrado como una línea de puntos) integrado en la estructura submarina 51. La estructura submarina 51 está en una zanja, de tal manera que no sobresale por encima del fondo marino 57.

El sistema de supervisión de integridad comprende además un ordenador no mostrado, un medio de transmisión no mostrado para transmitir datos de vibración desde el sensor de vibración 52 al ordenador, un medio no mostrado para obtener y transmitir al ordenador la posición de un objeto móvil 54 que comprende un transmisor 55 en función de los datos de tiempo. En el modo de realización mostrado, el objeto móvil 54 tiene la forma de un buque 54 y comprende un transmisor y un ancla 59, que es arrastrada sobre el fondo marino 57. El sistema de supervisión de la integridad en alta mar funciona tal como se describió anteriormente.

El sistema de supervisión de integridad mostrado en la figura 7 está adaptado para supervisar la integridad de al menos una sección de longitud de una estructura submarina 61. El sistema de supervisión de integridad comprende un sensor de vibración 61 de fibra colocado inmediatamente contiguo a la estructura submarina 62. El sensor de vibración de fibra puede ser tal como el descrito anteriormente. El sensor de vibración de fibra está conectado a un sistema de sensor no mostrado para proporcionar luz al sensor y para recibir y opcionalmente analizar las señales resultantes. El sistema de supervisión de integridad comprende asimismo un ordenador no mostrado y varios medios de transmisión y medios de obtención tal como se ha descrito anteriormente.

La estructura submarina 61 y el sensor 62 están conectados a una estructura en alta mar 69, tal como una plataforma, por ejemplo, tal como se describe en la figura 4.

- 5 El sistema de supervisión de integridad está dispuesto para obtener y transmitir la posición de los objetos móviles 64a, 64b que comprenden transmisores, en función de datos de tiempo, al ordenador no mostrado cuando los objetos móviles 64a están dentro de una distancia seleccionada SD, ilustrada en la presente memoria mediante líneas de puntos 66, hasta un sitio de supervisión que es, en este modo de realización, el sitio ocupado por la estructura submarina 61.
- 10 Tal como se ve en la figura 7 algunos de los buques 64b están fuera de la línea de puntos 66 indicando la zona dentro de la distancia seleccionada SD hasta el sitio de supervisión y, en este modo de realización, la posición en función de los datos de tiempo para dichos buques 64b fuera de la línea de puntos 66 no será obtenida ni transmitida al ordenador no ilustrado, mientras que la posición en función de los datos de tiempo para los buques 64a dentro de la distancia seleccionada SD, rodeada por la línea de puntos 66 será obtenida y transmitida al ordenador no ilustrado.
- 15 La zona sombreada 60 indica una zona de protección 60, y el sistema de supervisión de integridad está configurado de tal manera que una alarma salta si / cuando un buque de 40 t de ruido medio o un buque que emite un sonido de aproximadamente 100 db se encuentra dentro de la zona de protección 60.
- 20 En una variante del modo de realización mostrado en la figura 7, la zona alargada rodeada por la línea de puntos 66 es sustancialmente paralela a la estructura submarina y la estructura submarina se aplica en el eje central del mismo, preferentemente con la estructura de alta mar 69 dispuesta sustancialmente en el centro del extremo curvado de la zona alargada.
- La figura 8 muestra un principio de formación de haz que se puede utilizar en el sistema de supervisión de integridad de la invención.
- 25 La formación del haz se puede utilizar, por ejemplo, en un método de estimación de la distancia entre una estructura estacionaria y un objeto móvil o un evento emisor de ruido mediante un objeto móvil, por ejemplo, la caída de un ancla. El sistema de supervisión de integridad puede ser, por ejemplo, el sistema de supervisión de integridad mostrado en la figura 3.
- 30 Cuando el buque 24b echa el ancla 29b, la distancia hasta el buque 24b y al ancla 29b se puede estimar / calcular utilizando la formación de haz de las señales de salida del sensor de fibra 22b. Las señales de salida están marcadas por ..., N-2, N-1, N, N+1, N+2, ... en relación con secciones de longitud del sensor 22b. Una longitud típica de una sección N es 1 a 10 m. La distancia entre las secciones es fija, siendo 1 a 3 m valores típicos.
- Las señales de salida de varias secciones (por ejemplo, 4) se procesan juntas y se generan señales orientadas en el espacio (haces, por ejemplo, 5) para cada conjunto con número ..., K-1, K, K+1, ... Esto permite estimar la dirección de una onda sonora entrante.
- 35 Si, por ejemplo, se echa el ancla 29b sobre el fondo del mar, se determina la sección con el nivel de salida más alto. Si, por ejemplo, esta sección es la de número N que pertenece al conjunto K, entonces se analizan las señales de salida de un conjunto en las proximidades del conjunto K y se determina una estimación de la distancia del evento por medio de soporte cruzado.
- 40 Este método se puede simplificar, por ejemplo, para cuando resultan relaciones de señal a ruido elevadas del procesamiento de la matriz. Si se echa un ancla en el fondo del mar, se determina la sección con el nivel de salida más alto (N). La señal de salida de una segunda sección (por ejemplo, la de número N+5) se analiza y correlaciona con la señal de salida de la sección N. La diferencia de tiempo entre las dos señales se utiliza para estimar la distancia del evento.
- 45 La figura 9 muestra un diagrama de un método de procesamiento de la invención. Un sensor de vibración 82a está conectado a un sistema de sensor 82b para proporcionar luz al sensor y para recibir las señales de vibración resultantes. Los datos de tiempo son obtenidos por el sistema de sensor, por ejemplo, de una unidad de ajuste de tiempo 80 o de un reloj no mostrado incorporado en el sistema de sensor 82b. Los datos de vibración se correlacionan con datos de tiempo para proporcionar vibración en función de datos de tiempo.
- 50 La vibración en función de los datos de tiempo se transmite a un primer ordenador 83(1), en el que se ordena la vibración en función de los datos de tiempo, opcionalmente se filtra para eliminar el ruido estacionario y se analiza posteriormente, por ejemplo, mediante formación de haz. La vibración analizada en función de los datos de tiempo se transfiere a una primera memoria de base de datos 89a. La primera memoria de base de datos 89a puede almacenar asimismo la vibración en función de los datos de tiempo no analizada.
- La vibración en función de los datos de tiempo analizada se transfiere también a un segundo ordenador 83(2), donde se compara con otros datos.
- 55 Simultáneamente, un primer elemento de obtención de datos 90a obtiene una posición en función de los datos de tiempo y opcionalmente otros datos del AIS. Los datos de tiempo son obtenidos por el primer elemento de obtención de datos 90, por ejemplo, de una unidad de ajuste de tiempo 80 o de un reloj no mostrado incorporado en el sistema

de sensor 82b. La posición en función de los datos de tiempo se correlaciona con los datos de tiempo obtenidos para asegurar que los datos de vibración y los datos de posición se correlacionen con los datos de tiempo armonizados.

5 La posición en función de los datos de tiempo se transmite a un segundo elemento de obtención de datos 90b, obteniendo asimismo el segundo elemento de obtención de datos 90b datos de otras fuentes, tales como Internet y una estación meteorológica. El segundo elemento de obtención de datos 90b también puede obtener datos de tiempo como el primer elemento de obtención de datos 90a.

10 Los datos procedentes del segundo elemento de obtención de datos 90b se transmiten a un elemento de filtro 88, donde se filtran datos irrelevantes para eliminarlos. El filtro se puede configurar dependiendo de los datos almacenados en la primera memoria de base de datos. Por ello, el ruido detectado por el sensor de vibración 82a influye en los datos que se eliminan mediante filtrado.

15 Los datos filtrados se transmiten a un tercer ordenador 83(3). El segundo ordenador 83(2) y el tercer ordenador 83(3) están fusionados en un modo de realización en un solo ordenador, y en otro modo de realización -el modo de realización mostrado- el segundo ordenador 83(2) y el tercer ordenador 83(3) intercambian datos. En el segundo ordenador 83(2), los datos se ordenan y organizan y se transmiten a una segunda memoria de base de datos 89b, así como al monitor 87 de un operador. En el tercer ordenador 83(3), la posición en función de los datos de tiempo y la vibración en función de los datos de función de tiempo se comparan y, simultáneamente, se correlacionan otros datos entre sí y en el mismo ordenador o en un cuarto ordenador 84(4) (tal como en el modo de realización mostrado), se realizan evaluaciones de las amenazas y el resultado se transmite al monitor. Simultáneamente, el  
20 cuarto ordenador 84(4) puede activar, opcionalmente, una alarma, después de una confirmación de un operador que mantiene el monitor 87 bajo vigilancia.

El cuarto ordenador 83(4) también puede recibir datos de la segunda memoria de base de datos 89b para evaluar las amenazas o para realizar análisis suplementarios. La vibración en función de los datos de tiempo también se puede transmitir desde el primer ordenador 83(1) a la segunda memoria de base de datos 89b y/o al monitor 87.

25 Las figuras son esquemáticas y se pueden simplificar para mayor claridad. En todas ellas, se utilizan los mismos números de referencia para partes idénticas o correspondientes.

Anteriormente, se han mostrado algunos modos de realización preferentes, pero se debe subrayar que la invención no se limita a estas, sino que se puede incorporar de otras maneras dentro del asunto central definido en las siguientes reivindicaciones.

30

## REIVINDICACIONES

1. Sistema de supervisión de integridad para supervisar la integridad de al menos una estructura estacionaria (1, 11, 21, 21a, 21b, 31a, 31b, 41, 49a, 49b, 51, 61, 69), comprendiendo el sistema al menos un sensor de vibración (2, 12, 22, 22a, 22b, 32a, 32b, 32c, 42a, 42b, 42c, 52, 62) adaptado para detectar la vibración en función del tiempo, un ordenador (3, 13, 23(1), 23(2), 23(3), 33), un medio de transmisión adaptado para transmitir al ordenador (3, 13, 23(1), 23(2), 23(3), 33) los datos de vibración del al menos un sensor de vibración (2, 12, 22, 22a, 22b, 32a, 32b, 32c, 42a, 42b, 42c, 52, 62), un medio adaptado para obtener y transmitir la posición en función de los datos de tiempo del objeto móvil (4a, 4b, 24a, 24b, 34, 44, 54, 64a, 64b) a dicho ordenador (3, 13, 23(1), 23(2), 23(3), 33) cuando dicho objeto móvil (4a, 4b, 24a, 24b, 34, 44, 54, 64a, 64b) comprende un transmisor (5, 25a, 25b, 35, 55) y está dentro de una distancia (6a, 6b, SD) seleccionada con respecto a un sitio de supervisión, donde el sitio de supervisión comprende al menos una parte de la estructura estacionaria (1, 11, 21, 21a, 21b, 31a, 31b, 41, 49a, 49b, 51, 61, 69) y el al menos un sensor de vibración (2, 12, 22, 22a, 22b, 32a, 32b, 32c, 42a, 42b, 42c, 52, 62) está dispuesto para detectar vibraciones dentro de dicho lugar de supervisión, y el citado al menos un sensor de vibración está adaptado para transmitir dichos datos de vibración al ordenador (3, 13, 23(1), 23(2), 23(3), 33) como vibración en función de los datos de tiempo, o del ordenador (3, 13, 23(1), 23(2), 23(3), 33) está adaptado para generar vibración en función de datos de tiempo a partir de dichos datos de vibración, caracterizado por que el ordenador (3, 13, 23(1), 23(2), 23(3), 33) comprende hardware y está programado para comparar la vibración en función de los datos de tiempo con la posición en función de los datos de tiempo correlacionados para el mismo tiempo, preferentemente la estructura estacionaria (1, 11, 21, 21a, 21b, 31a, 31b, 41, 49a, 49b, 51, 61, 69) es una estructura sustancialmente fija, la estructura (1, 11, 21, 21a, 21b, 31a, 31b, 41, 49a, 49b, 51, 61, 69) preferentemente se aplica estacionaria, es decir siendo una estructura submarina (11, 21b, 31b) dispuesta sobre el fondo marino o enterrada y/o siendo una estructura submarina en zanja (31b, 51).
2. Sistema de supervisión de integridad según la reivindicación 1, en el que la estructura estacionaria (1, 11, 21, 21a, 21b, 31a, 31b, 41, 49a, 49b, 51, 61, 69) es o comprende un cable, una tubería y/o una fibra óptica, la estructura estacionaria opcionalmente es o comprende un haz de cables.
3. Sistema de supervisión de integridad según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sensor de vibración (2, 12, 22, 22a, 22b, 32a, 32b, 32c, 42a, 42b, 42c, 52, 62) es un sensor acústico tal como un micrófono, un hidrófono, un sismómetro y/o un sensor acústico de fibra óptica.
4. Sistema de supervisión de integridad según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sensor de vibración (2, 12, 22, 22a, 22b, 32a, 32b, 32c, 42a, 42b, 42c, 52, 62) es un sensor de vibración distribuido, preferentemente el sensor de vibración comprende un sensor de fibra óptica, el sensor de fibra óptica está dispuesto para operar por efecto de retrodispersión, tal como retrodispersión de Brillouin, retrodispersión de Raman o retrodispersión de Rayleigh.
5. Sistema de supervisión de integridad según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el medio para obtener y transmitir la posición de un objeto móvil (4a, 4b, 24a, 24b, 34, 44, 54, 64a, 64b) en función de los datos de tiempo comprende un receptor (20a) capaz de recibir la posición en función de los datos de tiempo directamente desde el transmisor del objeto móvil (4a, 4b, 24a, 24b, 34, 44, 54, 64a, 64b), por medio de transmisión por internet, vía satélite y/o por medio de una antena externa, siendo el receptor, opcionalmente, una parte integrada del ordenador (3, 13, 23(1), 23(2), 23(3), 33), o estando en comunicación inalámbrica o mediante fibra óptica con el ordenador (3, 13, 23(1), 23(2), 23(3), 33).
6. Sistema de supervisión de integridad según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el ordenador (3, 13, 23(1), 23(2), 23(3), 33) comprende hardware y software que comprende al menos un procesador para comparar la posición en función de los datos de tiempo con los datos de vibración correlacionados para el mismo tiempo, de tal manera que por lo menos se pueda estimar si las vibraciones detectadas por el sensor de vibración (2, 12, 22, 22a, 22b, 32a, 32b, 32c, 42a, 42b, 42c, 52, 62) en un momento dado eran o comprendían vibraciones provocadas por un objeto móvil (4a, 4b, 24a, 24b, 34, 44, 54, 64a, 64b), tal como un buque.
7. Sistema de supervisión de integridad según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema está adaptado para determinar la dirección de una vibración con relación al sensor de vibración (32a, 32b, 32c, 42a, 42b, 42c) y/o con relación a la estructura estacionaria (31a, 31b, 41, 49a, 49b).
8. Sistema de supervisión de integridad según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos un sensor de vibración de fibra óptica (2, 12, 22, 22a, 22b, 32a, 32b, 32c, 42a, 42b, 42c, 52, 62), en el que el sensor de vibración (2, 12, 22, 22a, 22b, 32a, 32b, 32c, 42a, 42b, 42c, 52, 62) es un sensor distribuido o cuasi distribuido en el que el sensor de vibración de fibra óptica y/o el ordenador (3, 13, 23(1), 23(2), 23(3), 33) está adaptado para obtener y opcionalmente procesar señales de salida de una serie de secciones N de longitud seleccionadas del sensor de vibración de fibra óptica, estando el sistema, preferentemente, dispuesto para realizar una función de formación de haz sobre los datos de vibración procedentes del conjunto de sensores o del sensor distribuido o cuasi distribuido.



- 5 9. Sistema de supervisión de integridad según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema comprende un conjunto de sensores, por ejemplo, en forma de un conjunto de sensores discretos (42a, 42b, 42c) o en forma de un conjunto distribuido o cuasi distribuido de sensores de fibra (32a, 32b, 32c), el ordenador (3, 13, 23(1), 23(2), 23(3), 33) está adaptado para obtener y procesar los datos de vibración del conjunto de sensores, el ordenador (3, 13, 23(1), 23(2), 23(3), 33) comprende un software para determinar una dirección, distancia y/o velocidad de un objeto emisor de vibraciones, siendo el objeto emisor de vibraciones opcionalmente el objeto móvil (4a, 4b, 24a, 24b, 34, 44, 54, 64a, 64b).
- 10 10. Sistema de supervisión de integridad según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de supervisión de integridad es un sistema de supervisión de la integridad en alta mar, la estructura estacionaria (1, 11, 21, 21b, 31a, 31b, 41, 49a, 49b, 51, 61, 69) es una estructura submarina y el objeto móvil (4a, 4b, 24b, 34, 44, 54, 64a, 64b) es un buque.
- 15 11. Sistema de supervisión de integridad según la reivindicación 10, en el que el medio para obtener y transmitir la posición en función de los datos de tiempo al ordenador (3, 13, 23(1), 23(2), 23(3), 33) comprende obtener datos de un Sistema de Identificación Automática (AIS), los datos son obtenidos directamente del transmisor del buque, a través de transmisión por Internet, a través de un servicio de tráfico de buques (VTS) y/o a través de una antena externa, siendo el transmisor del buque un transpondedor.
- 20 12. Sistema de supervisión de integridad según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 11 anteriores, en el que la distancia seleccionada hasta el sitio de supervisión proporciona una zona horizontal seleccionada, el sistema está dispuesto de tal manera que el ordenador (3, 13, 23(1), 23(2), 23(3), 33) está obteniendo la posición en función de los datos de tiempo de los buques con el transmisor (5, 25b, 35, 55) dentro de dicha zona horizontal seleccionada.
- 25 13. El sistema de supervisión de la integridad según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12 anteriores, en el que el medio para determinar y transmitir la posición en función de los datos de tiempo al ordenador (3, 13, 23(1), 23(2), 23(3), 33) comprende obtener los datos de un Sistema de Identificación Automática (AIS), el ordenador (3, 13, 23(1), 23(2), 23(3), 33) está dispuesto para obtener datos adicionales del AIS o desde otra fuente, los datos adicionales comprenden al menos una identificación única, curso, velocidad, dirección de movimiento, advertencias, condiciones meteorológicas y predicciones / previsiones de los datos mencionados, preferentemente los datos adicionales comprenden al menos una identificación única.
- 30 14. Sistema de supervisión de integridad según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13 anteriores, en el que el sistema comprende además una alarma dispuesta para ser activada por peligro real o potencial de dañar la estructura submarina (1, 11, 21, 21b, 31a, 31b, 41, 49a, 49b, 51, 61, 69), el ordenador (3, 13, 23(1), 23(2), 23(3), 33) está dispuesto para calcular el peligro real o potencial de dañar la estructura submarina (1, 11, 21, 21b, 31a, 31b, 41, 49a, 49b, 51, 61, 69) preferentemente sobre la base de al menos parte de los datos de vibración y de la posición en función de los datos de tiempo, preferiblemente el sistema está configurado para activar la alarma tras la detección de datos de vibración con un patrón predefinido y/o con un nivel de vibración por encima de un nivel de ajuste de vibración máxima para reducir las falsas alarmas.
- 35 15. Sistema de supervisión de integridad según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14 anteriores, en el que la estructura submarina (1, 11, 21, 21b, 31a, 31b, 41, 49a, 49b, 51, 61, 69) comprende una estructura enterrada o en zanja, el sistema comprende una memoria de base de datos en comunicación de datos con el ordenador (3, 13, 23(1), 23(2), 23(3), 33), la memoria de base de datos comprende una curva de calibración para el patrón de vibración en función de la distancia del buque para uno o más buques o tipos de buques, el ordenador (3, 13, 23(1), 23(2), 23(3), 33) comprende un software para calcular una variación del nivel del material de cobertura por encima de la estructura submarina (1, 11, 21, 21b, 31a, 31b, 41, 49a, 49b, 51, 61, 69).
- 40 16. Sistema de supervisión de integridad según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 anteriores, en el que el sistema de supervisión de integridad es un sistema de supervisión de la integridad en tierra, la estructura estacionaria (21a) es una estructura no submarina, que comprende preferentemente un cable y/o una tubería, preferentemente el objeto móvil (24a) es un vehículo, un avión o una herramienta motorizada que comprende un sistema de localización, tal como el GPS (Sistema de Posicionamiento Global) que obtiene la posición y, opcionalmente, detalles del movimiento, y un transmisor, dispuesto para transmitir los datos al ordenador (23(1), 23(2), 23(3)), preferentemente junto con una identificación única del objeto móvil (24a).
- 45 17. Método para supervisar la integridad de al menos una parte de una estructura estacionaria (1, 11, 21, 21a, 21b, 31a, 31b, 41, 49a, 49b, 51, 61, 69), comprendiendo el método
- 50 (i) proporcionar al menos un sensor de vibración (2, 12, 22, 22a, 22b, 32a, 32b, 32c, 42a, 42b, 42c, 52, 62) para detectar la vibración en función del tiempo,
- (ii) proporcionar un ordenador (3, 13, 23(1), 23(2), 23(3), 33);
- 55 (iii) proporcionar un medio de transmisión para transmitir los datos de vibración procedentes del sensor de vibración (2, 12, 22, 22a, 22b, 32a, 32b, 32c, 42a, 42b, 42c, 52, 62) al ordenador (3, 13, 23(1), 23(2), 23(3), 33),

en el que dichos datos de vibración se transmiten al ordenador (3, 13, 23(1), 23(2), 23(3), 33) en función de los datos de tiempo o el ordenador (3, 13, 23(1), 23(2), 23(3), 33) genera vibración en función de los datos de tiempo de dichos datos de vibración;

5 (iv) disponer dicho sensor de vibración (2, 12, 22, 22a, 22b, 32a, 32b, 32c, 42a, 42b, 42c, 52, 62) para detectar vibraciones dentro de un sitio de supervisión que comprende al menos una parte de la estructura estacionaria (1, 11, 21, 21a, 21b, 31a, 31b, 41, 49a, 49b, 51, 61, 69);

(v) obtener una posición de un objeto móvil (4a, 4b, 24a, 24b, 34, 44, 54, 64a, 64b) que comprende un transmisor en función de los datos de tiempo cuando dicho objeto móvil (4a, 4b, 24a, 24b, 34, 44, 54, 64a, 64b) está dentro de una distancia seleccionada hasta dicho sitio de supervisión;

10 (vi) proporcionar dicho ordenador (3, 13, 23(1), 23(2), 23(3), 33) para comparar los datos de vibración con la posición en función de los datos de tiempo correlacionados para el mismo tiempo

en el que el método comprende utilizar un sistema de supervisión de integridad según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16.

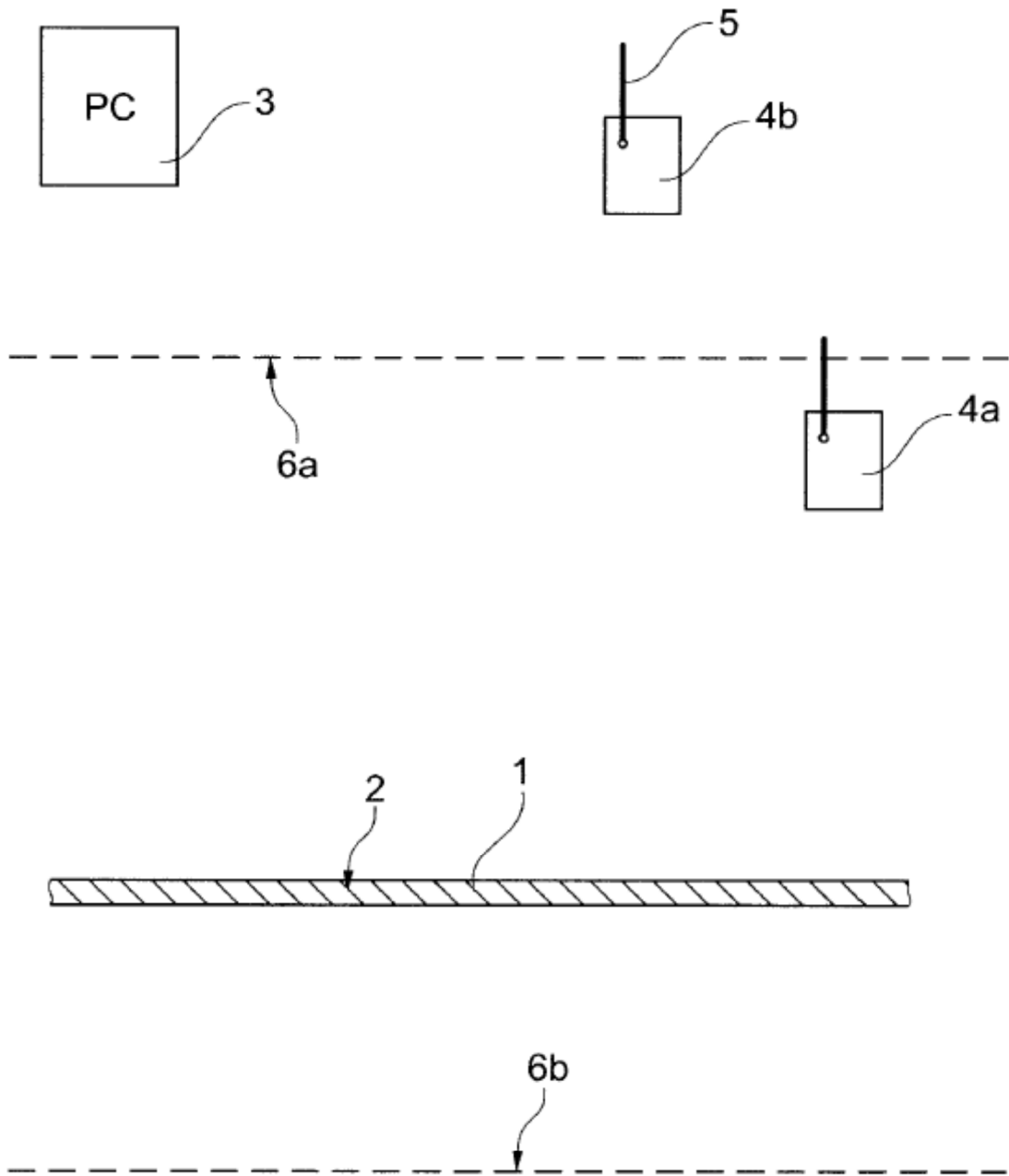


Fig. 1

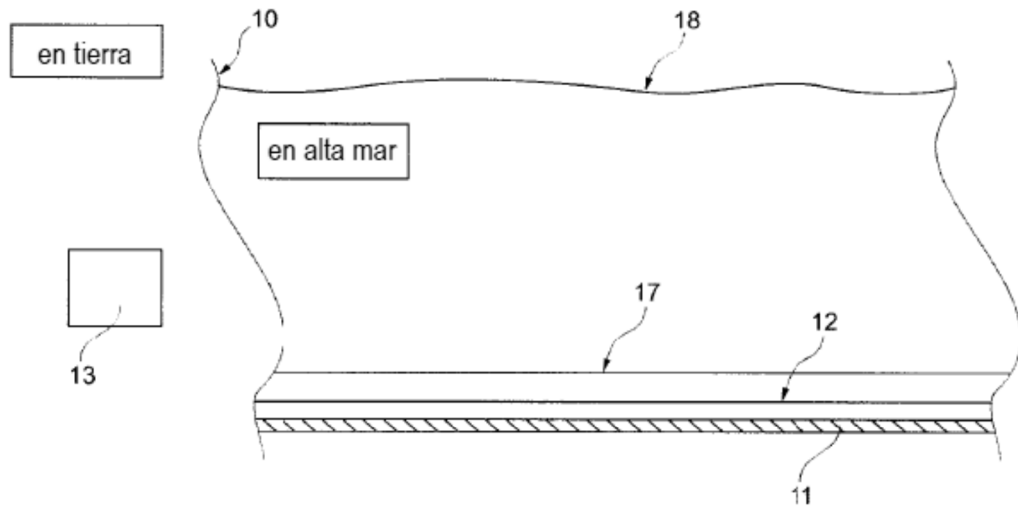


Fig. 2



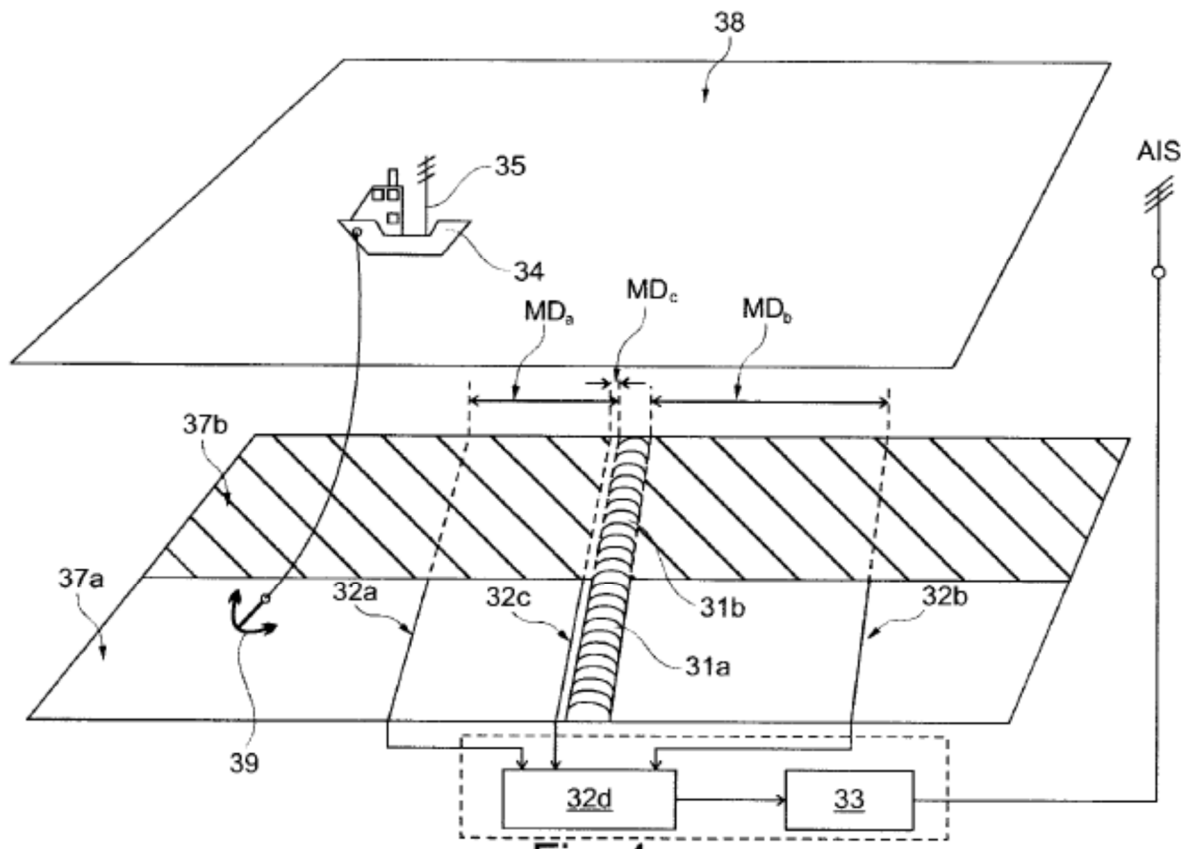


Fig. 4

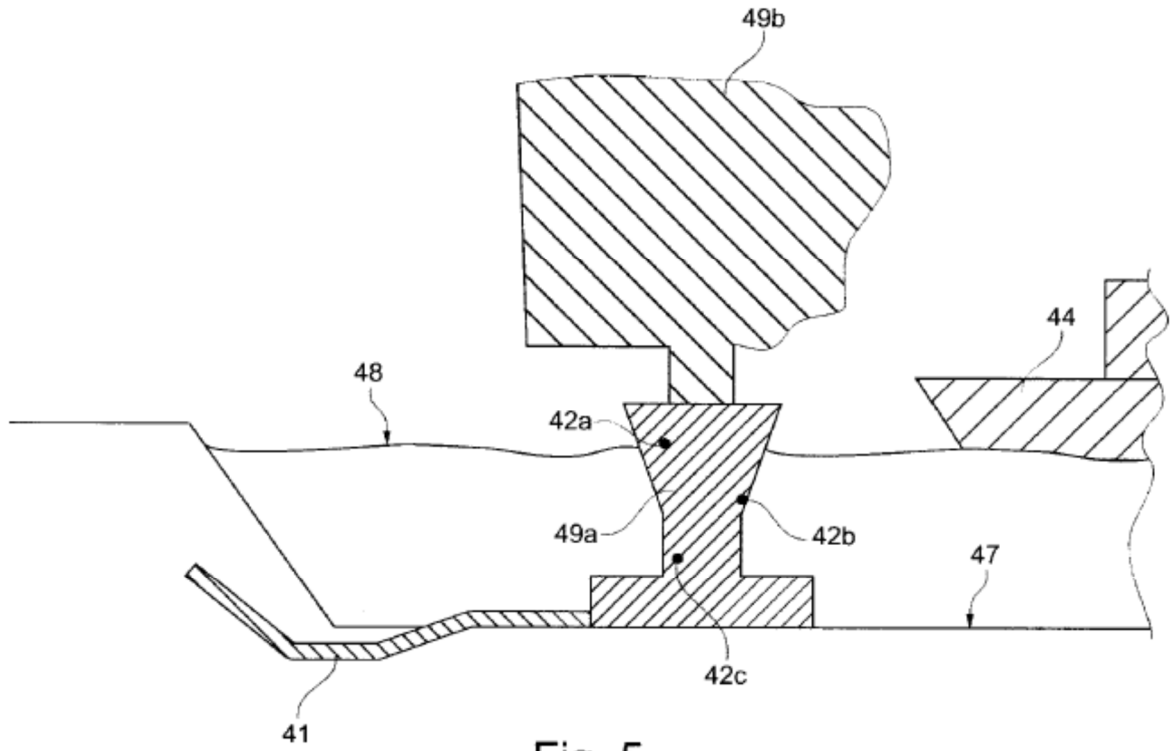


Fig. 5

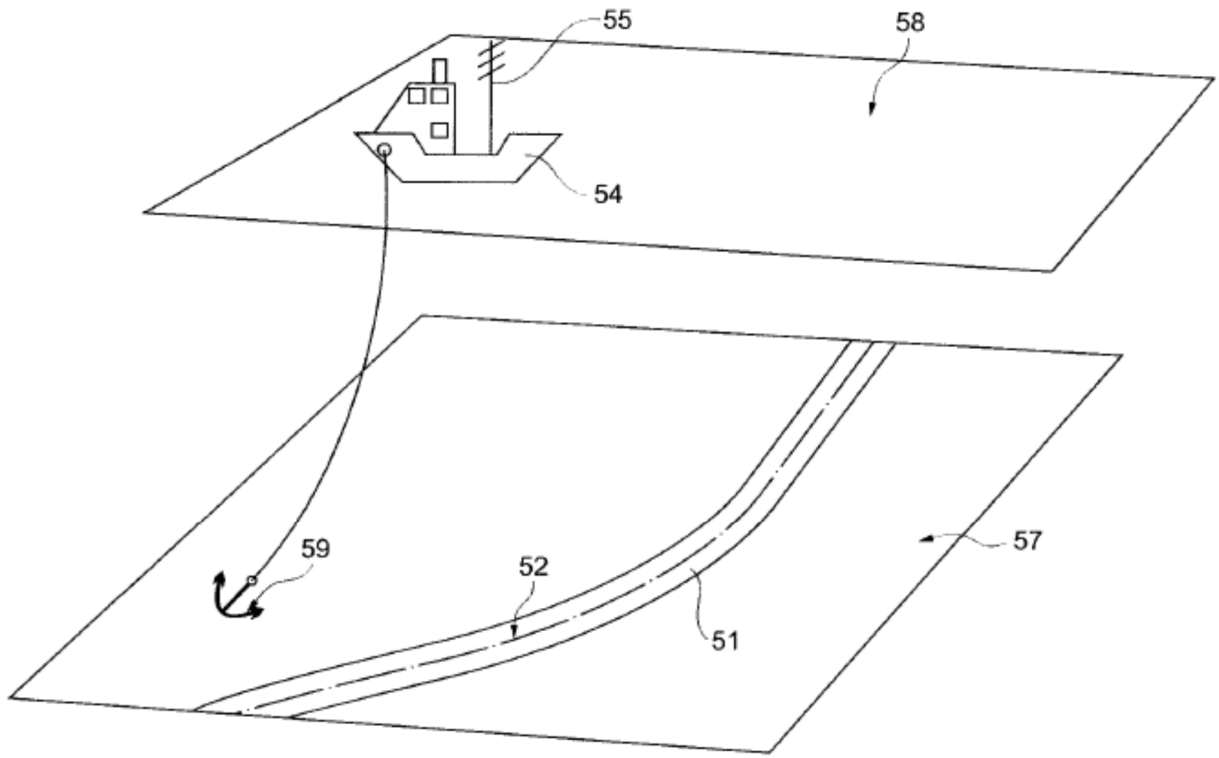


Fig. 6



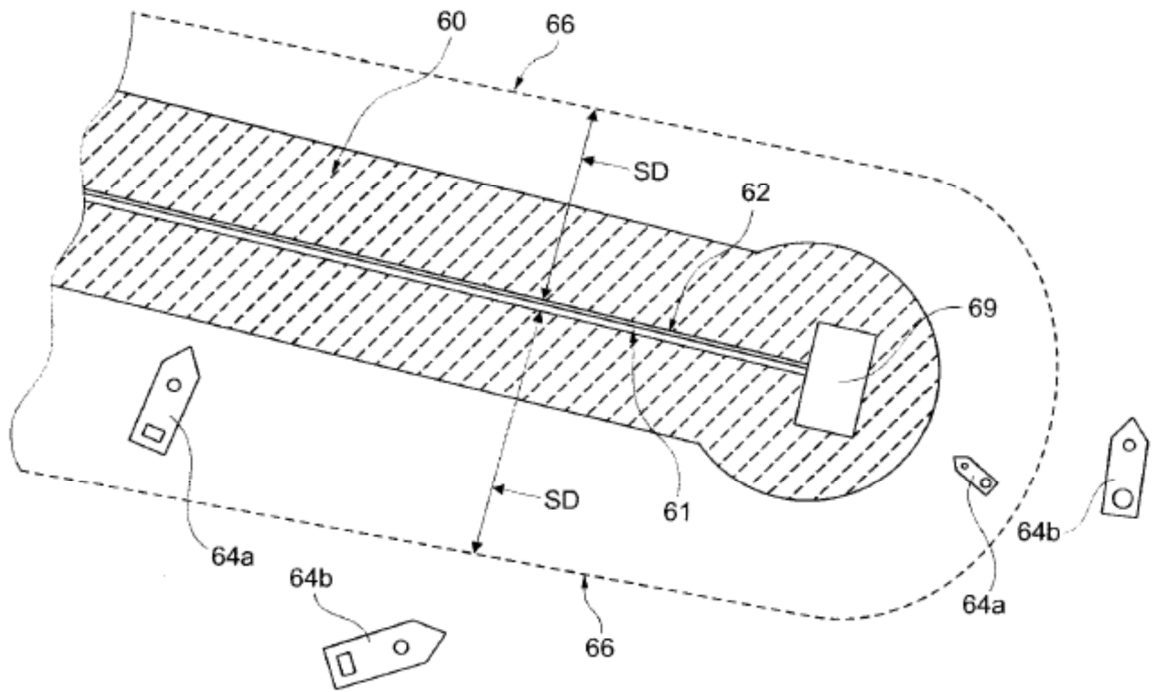


Fig. 7

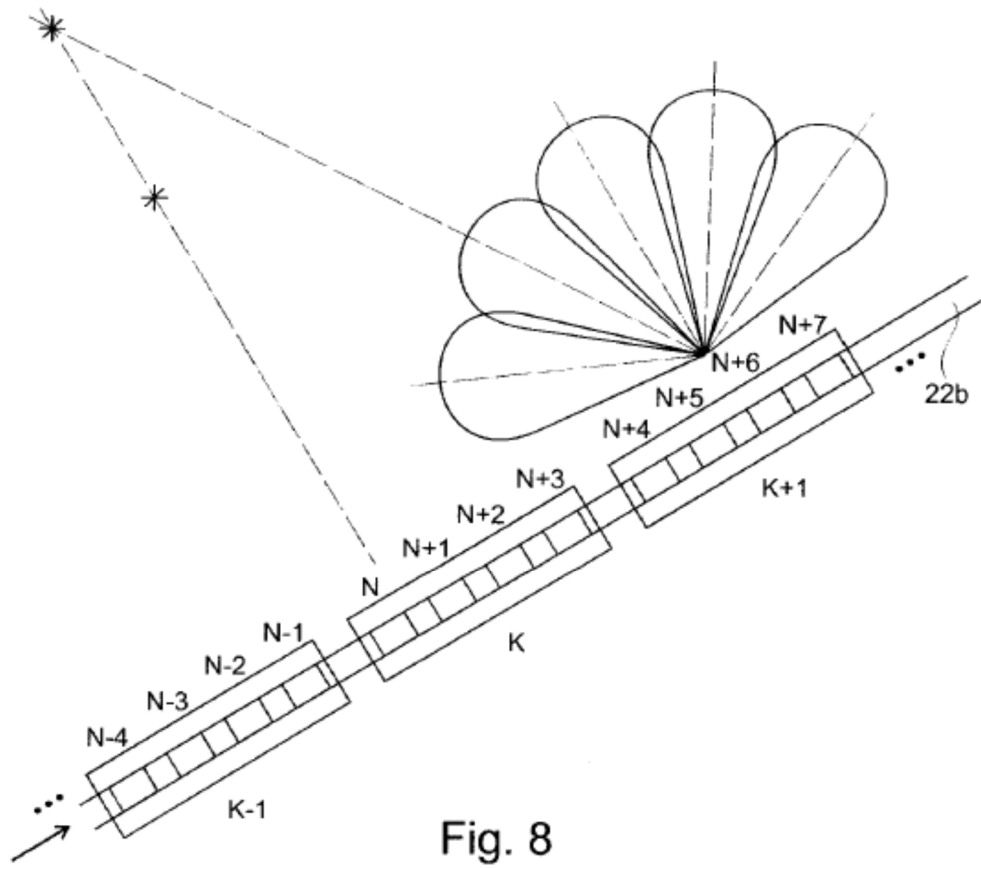


Fig. 8

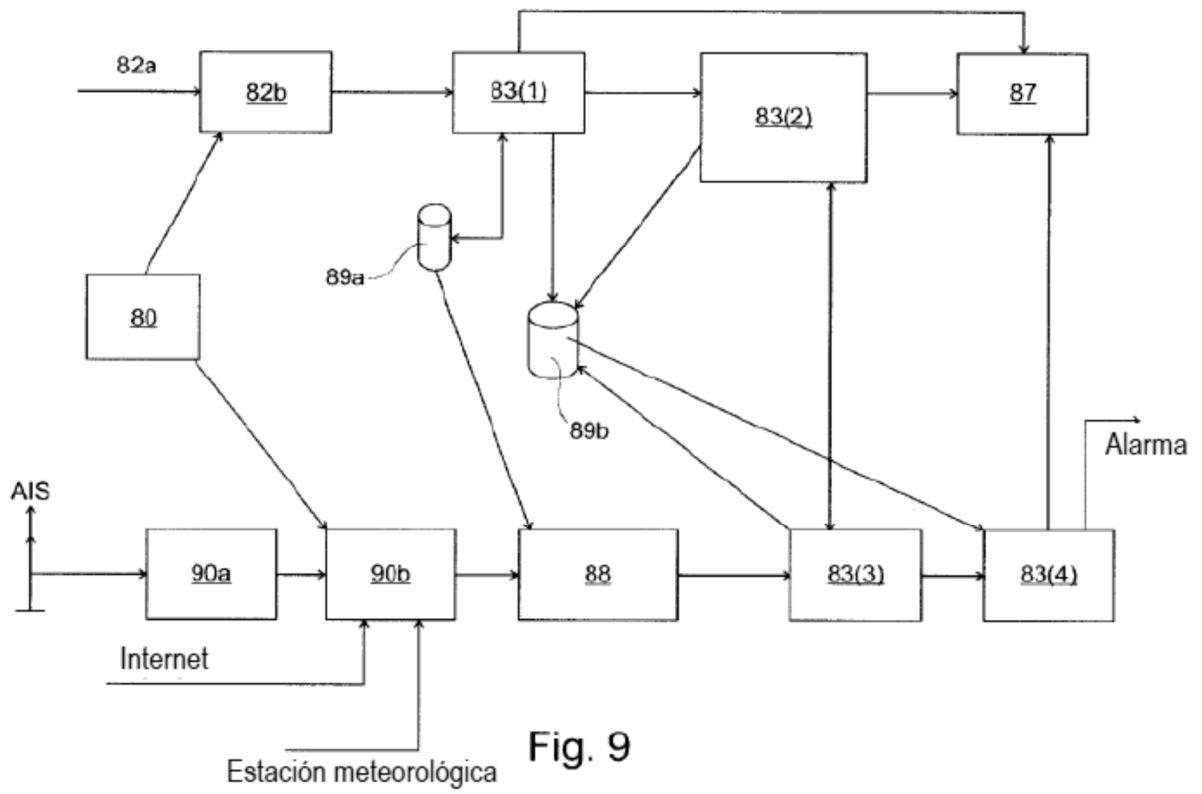


Fig. 9