

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 939 158**

51 Int. Cl.:

G01S 19/42 (2010.01)
B63B 21/50 (2006.01)
B63B 79/10 (2010.01)
B63B 79/30 (2010.01)
B63B 21/00 (2006.01)
B63B 35/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.10.2019** **PCT/IB2019/001462**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.08.2020** **WO20161517**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.10.2019** **E 19910913 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.12.2022** **EP 3871011**

54 Título: **Sistema y procedimiento de monitorización para el amarre de embarcaciones con posición y movimiento rotacional de guiñada, escora y cabeceo**

30 Prioridad:

22.10.2018 US 201862748787 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.04.2023

73 Titular/es:

TECHNIP ENERGIES FRANCE (100.0%)
2126 Boulevard de la Défense Immeuble Origine-
CS 10266
92741 Nanterre Cedex, FR

72 Inventor/es:

TCHERNIGUIN, NICOLAS;
SIDARTA, DJONI, EKA;
KYOUNG, JOHYUN y
LIM, HO, JOON

74 Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

ES 2 939 158 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

Sistema y procedimiento de monitorización para el amarre de embarcaciones con posición y movimiento rotacional de guiñada, escora y cabeceo

[0001] Sistema y procedimiento de monitorización para el amarre de embarcaciones con posición y movimiento rotacional de guiñada, escora y cabeceo

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

[0002] Esta solicitud reivindica el beneficio de la solicitud de patente provisional de EE. UU. n.º 62/748.787, depositada el 22 de octubre de 2018.

DECLARACIÓN SOBRE LA INVESTIGACIÓN O DESARROLLO PATROCINADOS POR EL GOBIERNO FEDERAL

[0003] No se aplica.

REFERENCIA AL APÉNDICE

[0004] No se aplica.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Campo de la invención.

[0005] La descripción se refiere generalmente a los sistemas de amarre para embarcaciones flotantes. Específicamente, la descripción se refiere a monitorizar la condición de un sistema de amarre para el casco de una embarcación flotante, que incluye una plataforma en alta mar, unidades flotantes de almacenamiento y descarga de producción y otras embarcaciones, en función de los movimientos de rotación del casco con respecto a su posición.

Descripción de la técnica relacionada.

[0006] En el campo de la producción de petróleo y gas en alta mar, una variedad de embarcaciones flotantes que tienen cascos se utilizan generalmente en aguas más profundas en las que el soporte desde el lecho marino no es práctico. Tales embarcaciones flotantes, por ejemplo, incluyen una unidad flotante de perforación y/o producción (FPU), flotador de tiro profundo (DDF, tal como Spars), plataforma de pata de tensión (TLP), semisumergible (Semi), unidad flotante de almacenamiento y descarga de producción (FPSO), unidad flotante de almacenamiento y descarga (FSO), y otras embarcaciones también pueden ser amarradas de manera similar). Típicamente, una embarcación flotante para la producción (y perforación) está amarrada al lecho marino por medio de múltiples líneas de amarre unidas desde el casco de la embarcación, directa o indirectamente desde la estructura intermedia, a los anclajes del lecho marino. Dichos anclajes pueden ser típicamente anclajes de pila, anclajes de succión o anclajes de autoenterramiento de tipo convencional y que mantienen la embarcación flotante en una ubicación deseada. Algunas de las embarcaciones tienen torretas desde las que se acoplan los elevadores y otros equipos de producción a los pozos subterráneos, mientras que la propia embarcación puede girar alrededor de la torreta. Las torretas están amarradas para la estabilidad del equipo de producción. El sistema de línea de amarre puede ser un sistema Taut o SemiTaut o de de Catenaria Taut o de Catenaria pura.

[0007] Un ejemplo de un sistema de amarre típico para un Spar se ilustra en la Figura 1 y la Figura 2. La Figura 1 es una vista lateral esquemática de un sistema de amarre típico utilizado para una embarcación flotante. La Figura 2 es una vista superior esquemática del sistema de amarre típico con la embarcación flotante. La embarcación 2 se mantiene en una posición relativamente estable mientras se le permite flotar y moverse con las corrientes a través de un sistema de amarre 4. Una pluralidad de líneas de amarre 6 se estiran radialmente hacia fuera hasta un lecho marino 8 y se mantienen en un punto de amarre 11 (tal como una argolla u otro medio de fijación) sobre una pila u otro dispositivo de anclaje 10. Múltiples líneas de amarre pueden extenderse desde un lado dado y frecuentemente se extienden en múltiples direcciones desde la embarcación como se muestra particularmente en la Figura 2.

[0008] Es importante que el sistema de amarre sea monitorizado para determinar si una línea se ha dañado, se ha soltado desde su punto de anclaje en el lecho marino o si los puntos de anclaje se han movido. Si una sola línea de amarre o su punto de anclaje se daña de esta manera, el efecto sobre la posición de la embarcación puede no ser particularmente notable, pero dicho daño debe reconocerse temprano para que se puedan tomar medidas correctivas antes de que un daño adicional pueda permitir que la embarcación se libere de sus amarres y/o genere daños a los sistemas de elevador/exportación que son cruciales para la producción.

[0009] Históricamente, un fallo típico del sistema de amarre se descubre durante la inspección por un buzo o ROV. Algunos sistemas monitorizan la integridad de las líneas de amarre mediante una celda de carga o una celda

de compresión ubicada en la línea de amarre o en el equipo de guía/soporte o en el sistema de tensado, instalando un inclinómetro a lo largo de la línea de amarre o instalando un sonar desplegado debajo de la embarcación. Dichos sistemas de monitorización son caros, complicados de instalar y de mantener, y vulnerables a daños teniendo en cuenta que se instalan debajo del agua o cerca del agua.

5

[0010] Una alternativa adicional para monitorizar sistemas de amarre se muestra en la publicación de Estados Unidos n.º 2010/0186652. El resumen establece que el procedimiento de monitorización de un sistema de amarre de embarcaciones implica determinar la posición geográfica de un punto de localización en la embarcación remoto desde el punto de amarre y determinar el rumbo de la embarcación. La posición geográfica del punto de amarre se calcula a continuación a partir de la posición determinada del punto de localización y el rumbo de la embarcación. La posición del punto de amarre se compara con al menos una posición esperada del punto de amarre, con el fin de proporcionar una indicación de falla de una línea de amarre o anclaje. Debido a que la posición geográfica varía con las condiciones ambientales, como el flujo y la dirección de la corriente, la velocidad y la dirección del viento, etc., la ubicación geográfica por sí misma relacionada con la monitorización de un sistema de amarre parecería tener una precisión limitada.

10

15

[0011] Las embarcaciones tienen su período natural en ronza y avance (desplazamiento horizontal) vinculado principalmente a la rigidez de su sistema de amarre. El sistema de amarre hace que el período natural de ronza varíe en función de la dirección (es decir, "rumbo" como se define como el ángulo entre la dirección en la que apunta la nariz del objeto y una dirección de referencia, tal como un norte verdadero). Diferentes embarcaciones flotantes tienen diferentes modos de movimiento en diferentes rumbos. Además, la presencia típica de elevadores, como el elevador 12 en la Figura 2, da como resultado una inclinación asimétrica de la embarcación para ronzar en el período natural con cierta dependencia direccional en un orden inferior.

20

[0012] Un artículo titulado "Mooring Design for Directional Spar Hull VIV" publicado en la Offshore Technology Conference en 2003 en Houston, Texas como OTC 15243-MS (disponible en <https://www.onepetro.org/conference-paper/OTC-15243-MS>) analiza el efecto de las vibraciones inducidas por vórtice (VIV) en un sistema de amarre Spar cuando el Spar está equipado con tracas helicoidales alrededor de la superficie externa del casco sumergido y el efecto en el período natural. El artículo discute en la página 2 una metodología para calcular las compensaciones de Spar debido a la carga y dirección de corriente ambiental impuesta y las cargas de arrastre debido a VIV del casco. El período natural de ronza Spar se determina en función de la compensación calculada y la rigidez del amarre, y varía dependiendo de si la ronza está en línea o fuera de línea con las líneas de amarre. Además del artículo anterior no enseñar la monitorización de sistemas de amarre para degradación, el artículo anterior tiene aspectos de períodos naturales pero, como la publicación de EE. UU. n.º 2010/0186652, requiere factorización ambiental para lograr sus resultados.

25

30

35

[0013] Una patente reciente US 9.671.231 describe un sistema y un procedimiento de monitorización de un sistema de amarre para una embarcación flotante usando el tiempo del período natural independiente de las condiciones ambientales. El período natural puede calcularse y/o establecerse experiencialmente a lo largo del tiempo midiendo el movimiento de la embarcación para establecer el período natural en posiciones geográficas dadas de un sistema de amarre seguro e intacto. El período natural se puede controlar en función del tiempo para completar un período natural. Un cambio en la rigidez de una línea de amarre, ya sea por una falla, estiramiento, una degradación de la integridad de la línea de amarre o un desplazamiento significativo del punto de anclaje, se traducirá en un período natural diferente con un tiempo diferente. Mediante la monitorización del período natural para una posición geográfica dada (y el rumbo correspondiente) a comparar con los valores teóricos (y/o valores registrados anteriores) es posible evaluar que al menos una porción del sistema de amarre ha fallado o que se ha producido un daño significativo. El uso del período natural para una posición geográfica determinada (y el rumbo correspondiente) evitó tener en cuenta directamente las condiciones ambientales.

40

45

[0014] Sin embargo, a continuación sigue existiendo la necesidad de proporcionar un sistema y un procedimiento de amarre de monitorización más simplificados pero predecibles.

50

BREVE RESUMEN DE LA INVENCION

[0015] La presente descripción proporciona un sistema y un procedimiento para monitorizar un sistema de amarre de casco de embarcación flotante determinando uno o más movimientos rotacionales del casco de guiñada, escora y/o cabeceo que no requieren conocimiento independiente de las condiciones ambientales. El movimiento de rotación del casco de un sistema de amarre seguro e intacto puede calcularse y/o establecerse por experiencia a lo largo del tiempo midiendo el movimiento del casco para caracterizar el movimiento de rotación del casco en posiciones geográficas dadas. Por ejemplo, la guiñada puede determinarse mediante sistemas de monitorización GPS u otros sistemas de determinación de ubicación, y la escora y/o cabeceo pueden determinarse experimentalmente mediante sensores, tales como inclinómetros o una(s) unidad(es) de movimiento inercial, también conocidas como unidad(es) de medición inercial o una "IMU". Esta estrategia no requiere una supervisión independiente de las condiciones ambientales. Más bien, las variables se pueden determinar mediante mediciones directas del rendimiento flotante del casco de la embarcación mientras está amarrado. Un sistema de amarre comprometido dará como resultado un

55

60

65

movimiento de rotación del casco diferente de al menos uno de guiñada, escora y/o cabeceo. Una falla, estiramiento, degradación de la integridad de la línea de amarre o desplazamiento significativo del punto de anclaje se traducirá en valores diferentes de guiñada, escora y/o cabeceo del casco. Monitorizando el movimiento de rotación del casco para una posición geográfica dada que va a compararse con los valores teóricos (y/o valores registrados anteriores), es a continuación posible evaluar que al menos una porción del sistema de amarre se ha visto comprometida y en alguna realización indicar qué porción del sistema de amarre se ha visto comprometida.

[0016] La divulgación proporciona un procedimiento de monitorización de cambios en un sistema de amarre para un casco flotante, teniendo el sistema de amarre al menos una línea de amarre acoplada entre el casco y un anclaje que tiene un punto de amarre al que se acopla la al menos una línea de amarre, comprendiendo el procedimiento: determinar y registrar una posición geográfica de un punto de ubicación en el casco para establecer una posición geográfica de referencia; determinar y registrar al menos un tipo de un movimiento de rotación asociado del casco en la posición geográfica de referencia para establecer un movimiento de rotación del casco de referencia asociado; y comparar una posición geográfica operativa y el movimiento de rotación del casco asociado con los datos de referencia de la posición geográfica de referencia y el movimiento de rotación del casco de referencia asociado correspondiente a un sistema de amarre no dañado para proporcionar una indicación de un cambio en la rigidez de la línea de amarre, la tensión previa de la línea de amarre, la ubicación del anclaje o una combinación de los mismos.

[0017] La divulgación también proporciona un procedimiento de monitorización del cambio de rigidez de la línea de amarre, el arrastre del material de la línea de amarre de un casco amarrado, o una combinación de los mismos, teniendo el casco un punto de amarre al que está conectada la línea de amarre, comprendiendo el procedimiento: determinar una posición geográfica y al menos un tipo de un movimiento de rotación del casco asociado; y utilizar un cambio determinado en la posición geográfica y el movimiento de rotación del casco asociado para determinar la variación de rigidez de las líneas de amarre.

[0018] La divulgación proporciona además un procedimiento de monitorización del cambio de rigidez del sistema de elevador/exportación de un casco amarrado que tiene un punto de amarre al que está conectada la línea de amarre, comprendiendo el procedimiento: determinar una posición geográfica y al menos un tipo de un movimiento de rotación del casco asociado; y utilizar un cambio determinado en la posición geográfica y el movimiento de rotación del casco asociado para determinar la variación de rigidez del sistema de elevador/exportación.

[0019] La descripción proporciona un sistema para monitorizar cambios en un sistema de amarre para un casco flotante, teniendo el sistema de amarre al menos una línea de amarre acoplada entre el casco y un anclaje que tiene un punto de amarre al que está acoplada la al menos una línea de amarre, comprendiendo el sistema un dispositivo de posicionamiento por satélite y un sistema de procesamiento de datos configurado para: determinar una posición geográfica de un punto de ubicación en el casco desde el dispositivo de posicionamiento por satélite; determinar al menos un tipo de un movimiento de rotación del casco asociado del casco en la posición geográfica dada; y comparar la posición geográfica del casco y su movimiento de rotación del casco asociado con un conjunto de datos esperado para proporcionar una indicación de una rigidez de la línea de amarre o un cambio del anclaje.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS DIVERSAS VISTAS DE LOS DIBUJOS

[0020] El archivo de patente o solicitud contiene al menos un dibujo ejecutado en color. Las copias de esta patente o publicación de solicitud de patente con dibujo(s) a color serán proporcionadas por la Oficina previa solicitud y pago de la tarifa necesaria.

La Figura 1 es una vista lateral esquemática de un sistema de amarre típico utilizado para una embarcación flotante.

La Figura 2 es una vista superior esquemática del sistema de amarre típico con la embarcación flotante.

La Figura 3 es un diagrama esquemático de un sistema de coordenadas de ejes x, y, z para guiñada, escora y cabeceo como se usa en esta invención.

La Figura 4 es un diagrama esquemático de un sistema de amarre ilustrativo para un casco para referencia en los gráficos descritos en esta invención.

La Figura 5 es una vista en alzado esquemática de un casco ilustrativo acoplado con un sistema de monitorización del movimiento de rotación del casco de la invención.

La Figura 6 es un diagrama de flujo de un procedimiento ilustrativo de uso de la guiñada, escora y/o cabeceo del casco para monitorizar el estado del sistema de amarre del casco.

La Figura 7A (y la Figura 7A' en blanco y negro) es un diagrama esquemático 3-dimensional que muestra un gráfico ilustrativo de un modelo de movimiento rotacional calculado para la ronza media en un eje x, el avance medio en un eje y y la guiñada media en un eje z de un casco con un sistema de amarre que tiene movimiento en agua con una o más líneas de amarre comprometidas a las que se hace referencia en la Figura 4.

La Figura 7B (y la Figura 7B' en blanco y negro) es un diagrama esquemático 2-dimensional que muestra el gráfico ilustrativo de un modelo de movimiento rotacional calculado de la Figura 7A de ronza media en un eje x y avance medio en un eje y de un casco con un sistema de amarre que tiene movimiento en agua con una o más líneas de amarre comprometidas a las que se hace referencia en la Figura 4.

La Figura 8 (y la Figura 8' en blanco y negro) es un diagrama esquemático 3-dimensional que muestra un gráfico ilustrativo de un modelo de movimiento rotacional calculado de ronza media en un eje x, avance medio en un eje y y escora media en un eje z de un casco con un sistema de amarre que tiene movimiento en el agua con una o más líneas de amarre comprometidas a las que se hace referencia en la Figura 4.

La Figura 9 (y la Figura 9' en blanco y negro) es un diagrama esquemático 3-dimensional que muestra un gráfico ilustrativo de un modelo de movimiento rotacional calculado de ronza media en un eje x, avance medio en un eje y y cabeceo medio en un eje z de un casco con un sistema de amarre que tiene movimiento en agua con una o más líneas de amarre comprometidas referenciadas en la Figura 4.

La Figura 10 ilustra un ejemplo de un sistema informático en el que se muestran las etapas para determinar automáticamente el movimiento rotacional del casco y monitorizar el movimiento rotacional del casco, según las realizaciones divulgadas.

La Figura 11 ilustra un servidor ilustrativo que se puede usar como uno del uno o más servidores en la red informática.

15 DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0021] Las Figuras descritas anteriormente y la descripción escrita de estructuras y funciones específicas a

continuación no se presentan para limitar el alcance de lo que el Solicitante ha inventado o el alcance de las reivindicaciones adjuntas. Más bien, las Figuras y la descripción escrita se proporcionan para enseñar a cualquier

persona experta en la materia cómo hacer y utilizar las invenciones para las cuales se solicita la protección de patente.

Los expertos en la materia apreciarán que no se describen o muestran todas las características de una realización comercial de las invenciones en aras de la claridad y la comprensión. Las personas expertas en esta materia también apreciarán que el desarrollo de una realización comercial real que incorpore aspectos de las presentes invenciones

requerirá numerosas decisiones de implementación específica para lograr el objetivo final del desarrollador para la realización comercial. Dichas decisiones específicas de implementación pueden incluir, y probablemente no se limitan

a, el cumplimiento de restricciones relacionadas con el sistema, relacionadas con el negocio, relacionadas con el gobierno y otras, que pueden variar según la implementación o ubicación específicas, o con el tiempo. Aunque los

esfuerzos de un desarrollador pueden ser complejos y requerir mucho tiempo en un sentido absoluto, tales esfuerzos serían, sin embargo, una tarea rutinaria para los expertos en esta materia que se benefician de esta descripción. Debe

entenderse que las invenciones descritas y enseñadas en esta solicitud son susceptibles de numerosas y diversas modificaciones y formas alternativas. El uso de un término singular, tal como, pero no limitado a, "un/una", no pretende

limitar el número de elementos. Además, los diversos procedimientos y realizaciones del sistema se pueden incluir en combinación entre sí para producir variaciones de los procedimientos y realizaciones descritos. La discusión de

elementos singulares puede incluir elementos plurales y viceversa. Referencias a al menos un artículo pueden incluir uno o más artículos. Además, se podrían utilizar diversos aspectos de las realizaciones conjuntamente para lograr los

objetivos entendidos de la descripción. A menos que el contexto requiera lo contrario, se debería entender que la palabra "comprender" o variaciones tales como "comprende" o "que comprende" implican la inclusión de al menos el

elemento o etapa o grupo de elementos o etapas indicados o equivalentes de los mismos, y no la exclusión de una mayor cantidad numérica o cualquier otro elemento o etapa o grupo de elementos o etapas o equivalentes de los

mismos. El término "acoplado", "acoplamiento", "acoplador" y términos similares se utilizan ampliamente en esta solicitud y pueden incluir cualquier procedimiento o dispositivo para asegurar, afianzar, vincular, trabar, sujetar, unir,

insertar en el mismo, formar sobre el mismo o en el mismo, comunicar o asociar de otro modo, por ejemplo, mecánicamente, magnéticamente, eléctricamente, químicamente, operativamente, directa o indirectamente con

elementos intermedios, una o más piezas de miembros entre sí y puede incluir además, sin limitación, formar integralmente un miembro funcional con otro de una manera unitaria. El acoplamiento puede producirse en cualquier

dirección, incluso de forma giratoria. El dispositivo o sistema puede utilizarse en varias direcciones y orientaciones. El orden de las etapas puede producirse en una variedad de secuencias a menos que se limite específicamente de otro

modo. Las diversas etapas descritas en esta solicitud pueden combinarse con otras etapas, interlinearse con las etapas indicadas y/o dividirse en múltiples etapas. Algunos elementos se denominan por un nombre de dispositivo por

simplicidad y se entendería que incluyen un sistema o una sección, tal como un procesador que abarcaría un sistema de procesamiento de componentes relacionados que son conocidos por los expertos en la materia y pueden no

describirse específicamente. Se proporcionan diversos ejemplos en la descripción y las figuras que realizan diversas funciones y no son limitantes en forma, tamaño, descripción, pero sirven como estructuras ilustrativas que pueden

variarse como sería conocido por un experto en la materia dadas las enseñanzas contenidas en esta invención.

[0022] La presente descripción proporciona un sistema y procedimiento para monitorizar un sistema de amarre para un casco de embarcación flotante usando la guiñada, escora o cabeceo o una combinación de los mismos del

casco, independientemente de las condiciones ambientales. Estas variables representan determinantes simplificados pero importantes de la integridad de las líneas de amarre. Por ejemplo, la guiñada puede determinarse mediante

sistemas de monitorización GPS u otros sistemas de determinación de ubicación, y la escora y/o cabeceo pueden determinarse experimentalmente mediante sensores, tales como inclinómetros o una(s) unidad(es) de movimiento

inercial, también conocidas como unidad(es) de medición inercial o una "IMU". Una unidad de medición inercial (IMU) es un dispositivo electrónico que puede medir e informar la fuerza específica de un cuerpo, la velocidad angular y, a

veces, la orientación del cuerpo, utilizando una combinación de acelerómetros, giroscopios y, a veces, magnetómetros. Una unidad de medición inercial funciona detectando la aceleración lineal utilizando uno o más acelerómetros y la

velocidad de rotación (velocidad angular) utilizando uno o más giroscopios. Algunos también incluyen un magnetómetro que se usa comúnmente como referencia de rumbo. Las configuraciones típicas contienen un acelerómetro, un giroscopio y, a veces, un magnetómetro por eje para cada uno de los tres ejes principales: cabeceo, escora y guiñada. Si solo se usa el acelerómetro y giroscopio para cada eje, a continuación la medición y determinación
5 pueden ser de seis grados de libertad, y si se añade el magnetómetro por eje, a continuación la medición y determinación pueden ser de nueve grados de libertad. Esta estrategia no requiere monitorizar directamente las condiciones ambientales. Más bien, las variables se pueden determinar mediante mediciones directas del rendimiento flotante del casco de la embarcación mientras la embarcación o su casco están amarrados. Un cambio en la rigidez de una línea de amarre, ya sea por una falla, estiramiento, una degradación de la integridad de la línea de amarre o
10 un desplazamiento significativo del punto de anclaje, se traducirá en valores diferentes de guiñada, escora y/o cabeceo del casco. Por ejemplo, la guiñada, escora o cabeceo del casco puede ser un buen indicador de la integridad de la línea de amarre para estados marinos pequeños a medianos, pero para estados de alta mar el uso combinado de dos o más de las variables enumeradas puede proporcionar una mayor precisión sin conocer la dirección del entorno. Los ángulos de guiñada, escora y/o cabeceo del casco se pueden comparar con los valores teóricos (y/o valores
15 registrados anteriores) para evaluar que al menos una porción del sistema de amarre ha fallado o que se ha producido un daño significativo.

[0023] La Figura 3 es un diagrama esquemático de un sistema de coordenadas de ejes x, y, z para guiñada, escora y cabeceo como se usa en esta invención. Los movimientos de los embarcaciones se definen por seis grados
20 de libertad. Hay tres ejes especiales en cualquier embarcación, llamados eje longitudinal (casco delantero-trasero o proa-popa) (eje x), eje transversal (lado a lado o babor-estribor) (eje y) y vertical (eje z). Tres movimientos son rotacionales y tres movimientos son traslacionales. Los tres movimientos de rotación alrededor de los ejes longitudinal, transversal y vertical se conocen como escora, cabeceo y guiñada, respectivamente. La escora es la rotación de inclinación de un embarcación alrededor de su eje longitudinal/x. El cabeceo es la rotación hacia arriba/hacia abajo
25 de una embarcación alrededor de su eje transversal/y. La guiñada es la rotación de giro de una embarcación alrededor de su eje vertical/z. Los tres movimientos de traslación alrededor de los ejes longitudinal, transversal y vertical se conocen como avance, ronza y ascenso/descenso. El avance es el movimiento lineal a lo largo del eje longitudinal/x. La ronza es el movimiento lineal a lo largo del eje transversal/y. El ascenso/descenso es el movimiento vertical (arriba/abajo) a lo largo del eje vertical/z. La presente invención se dirige principalmente al uso de los movimientos
30 rotacionales para monitorizar el sistema de amarre de la embarcación.

[0024] La invención puede usar los ángulos de guiñada, escora y/o cabeceo del casco 2 solos o en combinación en posiciones de casco dadas para determinar la condición del sistema de amarre. En el caso de la mayoría de las embarcaciones 2A que tienen elevadores u otro equipo de producción que se extiende debajo del mar para que la
35 propia embarcación 2A esté amarrada, los ángulos de guiñada, escora y cabeceo del casco de la embarcación se definen en esta invención como los ángulos de guiñada, escora y cabeceo del casco 2. Algunas embarcaciones, tales como una FPSO, tienen una torreta u otra estructura de producción similar 2B que tiene elevadores y otro equipo de producción que se extiende debajo del mar desde la misma. En esas realizaciones, la estructura de producción generalmente está amarrada para su estabilidad, y se permite que la embarcación 2A gire con respecto a la estructura
40 de producción 2B. Para monitorizar el sistema de amarre, es más apropiado centrarse en los movimientos de la estructura de producción 2B, en lugar de los movimientos de la embarcación 2A que giran más libremente alrededor de la estructura de producción. En tales realizaciones, los ángulos de guiñada, escora y cabeceo del casco de la estructura de producción 2B se definen como los ángulos de guiñada, escora y cabeceo del casco 2. Por lo tanto, el "casco", tal como se usa en esta invención, se referirá al casco de la embarcación o al casco de la estructura de
45 producción de la embarcación, si la estructura de producción está amarrada.

[0025] La Figura 4 es un diagrama esquemático de un sistema de amarre ilustrativo para un casco para referencia en los gráficos descritos en esta invención. El casco 2 se muestra en este ejemplo con cuatro grupos de amarre. El número de grupos de amarre y líneas de amarre varía dependiendo de la embarcación utilizada y es
50 ilustrativo para describir las siguientes tablas que ilustran los movimientos del casco en relación con los cambios en la guiñada, escora y cabeceo cuando un grupo dado está comprometido. Usando la orientación de la Figura, el Grupo de amarre 1 (MG1) se ilustra en la posición inferior derecha del casco. El grupo de amarre 2 (MG2) se ilustra en la posición inferior izquierda del casco. El Grupo de amarre 3 (MG3) se ilustra en la posición superior izquierda del casco. El grupo de amarre 4 (MG4) se ilustra en la posición superior derecha del casco.

[0026] La Figura 5 es una vista en alzado esquemática de un casco ilustrativo acoplado con un sistema de monitorización del movimiento de rotación del casco de la invención. El casco 2 está amarrado con un sistema de amarre 4 que tiene líneas de amarre 6 acopladas al lecho marino 8 en los puntos de amarre 11 de los dispositivos de anclaje 10 de diversos tipos (en esta invención, "anclajes"). El sistema de monitorización del movimiento de rotación
60 del casco 14 se puede acoplar al casco 2. Se prevé que la invención sea un sistema "seco", es decir, el equipo puede ubicarse por encima del agua y el equipo sensible puede colocarse, por ejemplo, en un entorno controlado, donde la probabilidad de daños se reduce enormemente y el mantenimiento es fácil de realizar en comparación con los sistemas ubicados debajo del agua. Alternativamente, una o más partes del sistema de monitorización de movimiento rotacional del casco 14' pueden estar ubicadas remotamente del casco y pueden estar en comunicación con el casco para datos,
65 voz y/u otra transmisión o recepción de información tal como a través de una antena 16, cable, láser, fibra u otros

medios para comunicarse. El sistema 14 también puede incluir dispositivos de determinación de la posición geográfica para establecer la posición del casco que se puede asociar con cualquier movimiento de rotación del casco. Las determinaciones de las posiciones geográficas se pueden realizar mediante sistemas de posicionamiento por satélite, tal como mediante el uso del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) o el Sistema de Posicionamiento Global Diferencial (DGPS) 30.

[0027] La Figura 6 es un diagrama de flujo de un procedimiento ilustrativo de uso de la guiñada, escora y/o cabeceo del casco para monitorizar el sistema de amarre del casco. Es posible, en tiempo real, evaluar si la ubicación real del casco y los datos de movimiento de rotación del casco asociados están en línea con los datos de referencia esperados (teóricos y/o registrados previamente). El sistema de monitorización del movimiento rotacional del casco 14 puede incluir procesadores, bases de datos y medios de entrada y salida para procesar y responder a los datos relacionados con el movimiento rotacional del casco y la relación con la condición del sistema de amarre. Por ejemplo, se puede usar un receptor GPS o DGPS 18 para rastrear la posición geográfica del casco en varios momentos para establecer un movimiento de rotación del casco asociado en esa posición analizando el movimiento de rotación del casco en función del tiempo. El movimiento rotacional del casco puede estar relacionado con guiñada, escora y/o cabeceo. Un giroscopio 18' se puede usar para medir la dirección además de o en lugar del receptor GPS 18. Se pueden usar otros sistemas y dispositivos 18", incluyendo una IMU, para medir el movimiento de rotación del casco para determinar el movimiento de rotación del casco asociado en la posición relevante en la etapa 20. Una IMU puede usarse asimismo para cambios en la posición geográfica, tal como midiendo la aceleración lineal particularmente durante un periodo de tiempo. Alternativamente, el movimiento de rotación del casco se puede modelar teóricamente en la etapa 22 usando la fórmula y los parámetros conocidos del casco en la etapa 22. El procesamiento posterior mejorado puede, después de un periodo de tiempo, reemplazar los valores teóricos por valores reales registrados y, por lo tanto, proporcionar un conjunto de datos de referencia generalmente más preciso y realista de las posiciones geográficas esperadas con los movimientos de rotación del casco asociados. La información modelada puede proporcionarse para establecer el movimiento de rotación del casco en una posición dada, R_p , en la etapa 24 junto con, o en lugar de la misma, la determinación del movimiento de rotación del casco real en la etapa 20. Una vez que se establece el movimiento de rotación del casco, a continuación el sistema puede monitorizar un movimiento de rotación del casco operativo para una posición geográfica dada periódicamente para cualquier cambio en la etapa 26. Si no hay cambios, a continuación el sistema se indexa para monitorizar el sistema nuevamente en un momento posterior. Si hay cambios en el movimiento de rotación del casco para la posición geográfica dada en la etapa 28, el sistema puede indicar un cambio a un usuario y/o a un procesador u otro dispositivo para acciones adicionales, incluyendo acoplar el sistema al sistema de control/alarma del casco.

[0028] Si parece que los datos reales no se corresponden con los datos esperados, a continuación es posible indicar qué línea de amarre o anclaje ha encontrado un daño. La indicación aproximada de la línea de amarre o anclaje se puede lograr comparando los datos reales con los valores teóricos calculados utilizando el modelo analítico del casco considerando los casos de falla de la línea (o los valores reales si están disponibles) para un sistema de amarre dañado. En algunos sistemas, podría realizarse un cambio automatizado en otras líneas de amarre para restablecer la rigidez del sistema de amarre y, por lo tanto, restablecer el movimiento de rotación del casco antes del cambio.

[0029] Más allá de la detección de la línea de amarre y la falla del anclaje, el sistema de monitorización de movimiento rotacional del casco 14 se puede usar para indicar cuándo ocurre el estiramiento/arrastre, como cuando se usan líneas de amarre de polímero, y se necesita volver a tensar una o más líneas de amarre. Por ejemplo, la comparación de la posición operativa del casco con la posición de referencia puede incluir determinar la distancia del punto de amarre en el casco desde los puntos de anclaje de las líneas de amarre. De manera similar, la invención se puede usar para asociar un cambio en la rigidez del sistema elevador/exportador. El sistema de monitorización también se puede utilizar para estimar la fatiga de los componentes del casco. El registro preciso de la posición geográfica de un casco con una variación alrededor de una posición media y el movimiento de rotación correspondiente permite a través de un procesamiento posterior mejorado el uso de bases de datos de referencia basadas en modelos para acumular la fatiga de los componentes del casco directamente afectados por los movimientos del casco. Este análisis de fatiga permite la determinación del consumo de fatiga real de forma continua y la vida útil restante asociada por el movimiento de rotación.

[0030] La Figura 7A es un diagrama esquemático 3-dimensional que muestra un gráfico ilustrativo de un modelo de movimiento de rotación calculado para la ronza media en un eje x, el avance medio en un eje y y la guiñada media en un eje z de un casco con un sistema de amarre que tiene movimiento en el agua con una o más líneas de amarre comprometidas a las que se hace referencia en la Figura 4. La Figura 7B es un diagrama esquemático 2-dimensional que muestra el gráfico ilustrativo de un modelo de movimiento rotacional calculado de la Figura 7A de la ronza media en un eje x y el avance medio en un eje y de un casco con un sistema de amarre que tiene movimiento en el agua con una o más líneas de amarre comprometidas a las que se hace referencia en la Figura 4. El gráfico muestra cinco patrones para ilustrar el cambio en la guiñada como uno de los movimientos de rotación del casco en relación con una ronza y un avance dados. El patrón I (negro cuando se ve en color) ilustra el movimiento de rotación del casco cuando las líneas de amarre están intactas y funcionan según lo diseñado. Cuando las líneas de amarre están intactas y funcionan según lo diseñado, el patrón I se muestra en la mitad aproximada del gráfico. El patrón P1 (azul cuando se ve en color) ilustra el movimiento de rotación del casco cambiado cuando una o más líneas de amarre

en MG1 están comprometidas lo que generalmente cambia el movimiento del casco a la parte superior izquierda del diagrama esquemático de amarre que se muestra en la Figura 4. El patrón P2 (verde cuando se ve en color) ilustra el movimiento de rotación del casco cambiado cuando una o más líneas de amarre en MG2 están comprometidas lo que generalmente cambia el movimiento del casco a la parte superior derecha del diagrama esquemático de amarre que se muestra en la Figura 4. El patrón P3 (rojo cuando se ve en color) ilustra el movimiento de rotación del casco cambiado cuando una o más líneas de amarre en MG3 están comprometidas lo que generalmente cambia el movimiento del casco a la parte inferior derecha del diagrama esquemático de amarre que se muestra en la Figura 4. El patrón P4 (rosa cuando se ve en color) ilustra el movimiento de rotación del casco cambiado cuando una o más líneas de amarre en MG4 están comprometidas lo que generalmente cambia el movimiento del casco a la parte inferior izquierda del diagrama esquemático de amarre que se muestra en la Figura 4.

[0031] Los patrones generalmente tienen una zona de núcleo central 38 que indica menos movimiento y mares más tranquilos. La guiñada de la zona central 38 en mares más tranquilos puede indicar qué grupo de amarre está comprometido y, potencialmente, la gravedad, por lo que se deben tomar medidas correctivas si se aconseja. Como se muestra en las Figuras 7A y 7B, la posición de la zona central en mares más tranquilos indica qué grupo de amarre está comprometido y, potencialmente, la gravedad, de modo que se pueden tomar medidas correctivas si se aconseja. En mares más pesados a medida que aumenta la ronza y/o el avance, los patrones comienzan a propagarse en intensidad, como lo ilustran los datos de propagación en las zonas de propagación 40 y 42 que se extienden desde la zona central 38. A medida que los patrones se propagan, los patrones comienzan a superponerse, de modo que los puntos de datos en diferentes grupos de amarre se mezclan. En esas condiciones, la guiñada puede ser insuficiente sola para estas condiciones modeladas (y de manera similar otros movimientos rotacionales de escora y cabeceo individualmente en otras condiciones) para determinar la condición de las líneas de amarre y, si están comprometidas, qué línea o líneas de amarre están comprometidas. Uno o más de los otros movimientos de rotación se pueden usar además o en lugar del movimiento de rotación actual para tener una mejor claridad de la integridad del sistema de amarre y la ubicación de cualquier línea de amarre comprometida.

[0032] La Figura 8 es un diagrama esquemático 3-dimensional que muestra un gráfico ilustrativo de un modelo de movimiento rotacional calculado de ronza media en un eje x, avance medio en un eje y y escora media en un eje z de un casco con un sistema de amarre que tiene movimiento en agua con una o más líneas de amarre comprometidas a las que se hace referencia en la Figura 4. La Figura 8 se centra en la escora como uno de los movimientos de rotación del casco en las mismas condiciones que la guiñada en las Figuras 7A y 7B, y los patrones están etiquetados de manera similar. Los patrones generalmente tienen una zona de núcleo central 38 que indica menos movimiento y mares más tranquilos. La escora de la zona central en mares más tranquilos indica qué grupo de amarre está comprometido y, potencialmente, la gravedad de las acciones correctivas que se pueden tomar. Para las condiciones modeladas particulares, en mares más pesados a medida que aumenta la ronza y/o el avance, los patrones comienzan a propagarse en intensidad, como lo ilustran los datos de propagación en las zonas de propagación 40 y 42 que se extienden desde la zona central 38. Sin embargo, el efecto de propagación no hace que los patrones tengan un solapamiento significativo distinto de un solapamiento potencial entre porciones de los patrones P1 y el patrón P2 en la zona de propagación 42. En las condiciones modeladas, los patrones aún mantienen cierta separación entre sí incluso cuando se propagan con condiciones más intensas. En las condiciones modeladas, la escora puede ser suficiente por sí sola para determinar el estado de los grupos de amarre y, si están comprometidos, qué grupo de amarre está comprometido. Si se desea más precisión, se puede introducir o medir uno o más de los otros parámetros de movimiento de rotación para una mejor claridad sobre la condición del sistema de amarre y la ubicación de cualquier línea de amarre comprometida.

[0033] La Figura 9 es un diagrama esquemático 3-dimensional que muestra un gráfico ilustrativo de un modelo de movimiento de rotación calculado de ronza media en un eje x, avance medio en un eje y y cabeceo medio en un eje z de un casco con un sistema de amarre que tiene movimiento en agua con una o más líneas de amarre comprometidas a las que se hace referencia en la Figura 4. La Figura 9 se centra en el cabeceo como uno de los movimientos de rotación del casco en las mismas condiciones que la guiñada en las Figuras 7A y 7B y la escora en la Figura 8, y los patrones están etiquetados de manera similar. Los patrones generalmente tienen una zona de núcleo central 38 que indica menos movimiento y mares más tranquilos. Para las condiciones modeladas particulares, el cabeceo de la zona central en mares más tranquilos separa los grupos de amarre en pares, de modo que los patrones P1 y P4 están separados de los patrones P2 y P3. En mares más pesados a medida que aumenta la ronza y/o el avance, los patrones comienzan a propagarse en intensidad, como lo ilustran los datos de propagación en las zonas de propagación 40 y 42 que se extienden desde la zona central 38. Sin embargo, el efecto de dispersión no hace que el par de patrones P1 y P4 tengan un solapamiento significativo con el otro par de patrones P2 y P3. En las condiciones modeladas, los pares de patrones aún mantienen la separación entre sí incluso cuando se propagan con condiciones más intensas. Bajo las condiciones modeladas, el cabeceo puede ser suficiente solo para determinar la condición de un par de los grupos de amarre y, si está comprometido, qué grupo de amarre está comprometido. Por lo tanto, si los datos reales mostraron un patrón similar a P1 o P4 pero no a P2 o P3, un operador entendería centrarse en los grupos de amarre MG1 y MG4 para posibles reparaciones correctivas. Si se desea más precisión, se puede introducir o medir uno o más de los otros parámetros de movimiento de rotación para una mejor claridad sobre la condición del sistema de amarre y la ubicación de cualquier línea de amarre comprometida.

[0034] En los gráficos de ejemplo que muestran los resultados de las condiciones modeladas, un primer análisis si está en mares tranquilos podría ser analizar la guiñada tal como se muestra en las Figuras 7A y 7B para la integridad del sistema de amarre. En mares pesados cuando los resultados de guiñada se mezclan, la escora como se muestra en la Figura 8 podría ser un mejor indicador de la condición del grupo de amarre y, si se ve comprometido, qué grupo de amarre podría necesitar corrección. Si el análisis de escora indica una condición comprometida de uno o ambos grupos de amarre MG1 o MG2 de los patrones P1 y P2 pero no está claro cuál debido a la mezcla en algunas condiciones mostradas en la Figura 8, a continuación un análisis adicional del cabeceo como se muestra en la Figura 9 puede ayudar. La Figura 9 separa los patrones P1 y P2 en diferentes pares y, por lo tanto, los resultados reales probablemente caerían en uno de los pares para diferenciar entre cuáles está comprendido MG1 o MG2. En resumen, mirando uno o más de los tres movimientos de rotación, se puede monitorizar la integridad del sistema de amarre. Si se producen condiciones comprometidas, el sistema de monitorización puede indicar qué grupo de amarre, o al menos reducir qué grupos de amarre inspeccionar y corregir si se aconseja.

[0035] Naturalmente, con diferentes números de grupos y sistemas de amarre se crearán diferentes resultados, propagaciones, solapamientos y cualquier emparejamiento u otras agrupaciones de patrones, además de las diferencias creadas por las condiciones marítimas. Los gráficos en las figuras son ilustrativos de los conceptos de uso de los tres movimientos rotacionales del casco individualmente y/o en una o más combinaciones para determinar la integridad del sistema de amarre. Los ejemplos de movimientos de rotación que podrían analizarse serían guiñada, escora, cabeceo, guiñada y escora, guiñada y cabeceo, escora y cabeceo, y guiñada, escora y cabeceo.

[0036] La Figura 10 ilustra un ejemplo de un sistema informático en el que se muestran las etapas para determinar automáticamente el movimiento rotacional del casco y monitorizar el movimiento rotacional del casco, según las realizaciones divulgadas. Como se puede observar, el sistema puede incluir al menos un dispositivo de procesamiento de usuario 102 que se puede conectar a través de una conexión de red 104 a una red 106. En el presente ejemplo, el dispositivo de procesamiento de usuario 102 puede ser un ordenador de sobremesa, un ordenador portátil, una tableta, un teléfono inteligente y otro dispositivo de procesamiento, y la conexión de red 104 puede ser una conexión de red cableada y/o inalámbrica. Alternativamente, el dispositivo de procesamiento 102 puede ser un sistema independiente que no interactúa con una red o servidores de red. Uno o más servidores de red 108 pueden conectarse a la red 106 con al menos una base de datos 110, que puede ser una base de datos interna que reside dentro de los servidores de red 108, o una base de datos que reside en una ubicación físicamente separada de los servidores de red 108 (como se muestra aquí), dependiendo de las restricciones (por ejemplo, tamaño, velocidad, etc.) de la implementación particular. Obsérvese que el término "servidor" se usa en esta invención para incluir servidores convencionales, así como ordenadores de gama alta, estaciones de trabajo, ordenadores centrales, superordenadores y similares. De manera similar, la al menos una base de datos 110 puede ser una base de datos relacional, una base de datos operativa u otra base de datos adecuada capaz de almacenar datos e información, incluida información para determinar el movimiento rotacional del casco y variaciones del movimiento rotacional del casco.

[0037] La Figura 11 ilustra un servidor ilustrativo que se puede usar como uno de los uno o más servidores 108 en la red informática 106. Como se ha mencionado anteriormente, este servidor 108 puede ser cualquier sistema de procesamiento de datos adecuado conocido por los expertos en la materia, incluyendo un servidor de gama alta, una estación de trabajo, un ordenador central, un superordenador y similares. Tal servidor 108 incluye típicamente un bus 128 u otro mecanismo de comunicación para transferir información dentro del servidor 108, y una CPU 112 acoplada con el bus 128 para procesar la información. El servidor 108 también puede incluir una memoria principal 114, tal como una memoria de acceso aleatorio ("RAM") u otro dispositivo de almacenamiento dinámico acoplado al bus 128 para almacenar instrucciones legibles por ordenador para ser ejecutadas por la CPU 112. La memoria principal 114 también se puede usar para almacenar variables temporales u otra información intermedia durante la ejecución de las instrucciones a ser ejecutadas por la CPU 112. El servidor 108 puede incluir además una memoria de solo lectura ("ROM") 116 u otro dispositivo de almacenamiento estático acoplado al bus 128 para almacenar información estática e instrucciones para la CPU 112. Un dispositivo de almacenamiento legible por ordenador 118, tal como un disco magnético, un disco óptico o un dispositivo de memoria de estado sólido, puede estar acoplado al bus 128 para almacenar información e instrucciones para la CPU 112.

[0038] El término "instrucciones legibles por ordenador" como se usa anteriormente se refiere a cualquier instrucción que se pueda realizar por la CPU 112 y/u otros componentes. De manera similar, el término "medio legible por ordenador" se refiere a cualquier medio de almacenamiento que se puede usar para almacenar las instrucciones legibles por ordenador. Dicho medio puede adoptar muchas formas, que incluyen, entre otros, medios no volátiles, medios volátiles y medios de transmisión. Los medios no volátiles pueden incluir, por ejemplo, discos ópticos o magnéticos, tales como el dispositivo de almacenamiento 118. Los medios volátiles pueden incluir memoria dinámica, tal como la memoria principal 114. Los medios de transmisión pueden incluir cables coaxiales, cables de cobre y fibra óptica, incluidos los cables del bus 128. La transmisión en sí puede adoptar la forma de ondas acústicas o luminosas tales como las generadas durante las comunicaciones de datos de radiofrecuencia ("RF") e infrarrojos ("IR"). Formas comunes de medios legibles por ordenador pueden incluir, por ejemplo, un disquete, un disco flexible, disco duro, cinta magnética, otro medio magnético, un CD ROM, DVD, otro medio óptico, una RAM, una PROM, una EPROM, una EPROM FLASH, otro chip o cartucho de memoria, o cualquier otro medio que pueda ser leído por un ordenador.

[0039] La CPU 112 también puede estar acoplada a través del bus 128 a una pantalla 120 para mostrar información a un usuario. Uno o más dispositivos de entrada 122, incluyendo teclados alfanuméricos y otros teclados, ratón, bola de seguimiento, teclas de dirección del cursor, etc., pueden estar acoplados al bus 128 para comunicar información y selecciones de órdenes a la CPU 112. Una interfaz de red 124 proporciona comunicación bidireccional de datos entre el servidor 108 y otros ordenadores a través de la red 106. En un ejemplo, la interfaz de red 124 puede ser una tarjeta de red digital de servicios integrados ("RDSI") o un módem utilizado para proporcionar una conexión de comunicación de datos a un tipo correspondiente de línea telefónica. Como otro ejemplo, la interfaz de red 124 puede ser una tarjeta de red de área local ("LAN") utilizada para proporcionar una conexión de comunicación de datos a una LAN compatible. Enlaces inalámbricos también se pueden implementar a través de la interfaz de red 124. En resumen, la función principal de la interfaz de red 124 es enviar y recibir señales eléctricas, electromagnéticas, ópticas u otras que transporten flujos de datos digitales que representen diversos tipos de información.

[0040] De acuerdo con las realizaciones divulgadas, una aplicación 126 para determinar y/o monitorizar el movimiento de rotación del casco, o más bien las instrucciones legibles por ordenador para el mismo, también puede residir en el dispositivo de almacenamiento 118. Las instrucciones legibles por ordenador para la aplicación 116 pueden a continuación ser ejecutadas por la CPU 112 y/u otros componentes del servidor 108 para determinar el movimiento rotacional del casco o monitorizar la conformidad del casco con el movimiento rotacional del casco. Dicha aplicación 126 puede implementarse utilizando cualquier entorno de desarrollo de aplicaciones y lenguaje de programación adecuados conocidos por los expertos en la materia para llevar a cabo las etapas de los algoritmos divulgados y descritos en esta invención. Como se señaló anteriormente, en diversas realizaciones, la aplicación 126 puede ser una aplicación independiente que puede ejecutarse independientemente de otras aplicaciones, o puede tener la forma de un módulo de complemento para un paquete de software existente, y similares.

[0041] Otros tipos de dispositivos de determinación de la posición geográfica, diversos equipos tales como alarmas, software para teledetección, software dedicado vinculado al sistema de control/alarma del casco y similares pueden usarse para mejorar el funcionamiento y la notificación del sistema de monitorización del movimiento rotacional del casco, junto con otras variaciones que pueden ocurrir dentro del alcance de las reivindicaciones.

[0042] Además, los diversos procedimientos y realizaciones del sistema se pueden incluir en combinación entre sí para producir variaciones de los procedimientos y realizaciones descritos. La discusión de elementos singulares puede incluir elementos plurales y viceversa. Referencias a al menos un artículo pueden incluir uno o más artículos. Además, se podrían utilizar diversos aspectos de las realizaciones conjuntamente para lograr los objetivos entendidos de la descripción. A menos que el contexto requiera lo contrario, se debería entender que la palabra "comprender" o variaciones tales como "comprende" o "que comprende" implican la inclusión de al menos el elemento o etapa o grupo de elementos o etapas indicados o equivalentes de los mismos, y no la exclusión de una mayor cantidad numérica o cualquier otro elemento o etapa o grupo de elementos o etapas o equivalentes de los mismos. El dispositivo o sistema puede utilizarse en varias direcciones y orientaciones. El término "acoplado", "acoplamiento", "acoplador" y términos similares se utilizan ampliamente en esta solicitud y pueden incluir cualquier procedimiento o dispositivo para asegurar, afianzar, vincular, trabar, sujetar, unir, insertar en el mismo, formar sobre el mismo o en el mismo, comunicar o asociar de otro modo, por ejemplo, mecánicamente, magnéticamente, eléctricamente, químicamente, operativamente, directa o indirectamente con elementos intermedios, una o más piezas de miembros entre sí y puede incluir además, sin limitación, formar integralmente un miembro funcional con otro de una manera unitaria. El acoplamiento puede producirse en cualquier dirección, incluso de forma giratoria.

[0043] La invención se ha descrito en el contexto de realizaciones preferidas y otras realizaciones y no se han descrito todas las realizaciones de la invención. Los expertos en la materia tienen a su disposición modificaciones y alteraciones evidentes de las realizaciones descritas. Las realizaciones descritas y no descritas no pretenden limitar o restringir el alcance o la aplicación de la invención concebida por el Solicitante, sino que, de conformidad con las leyes de patentes, el Solicitante pretende proteger completamente todas aquellas modificaciones y mejoras que entren dentro del alcance o ámbito de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de monitorización de cambios en un sistema de amarre para un casco flotante, teniendo el sistema de amarre al menos una línea de amarre acoplada entre el casco y un anclaje que tiene un punto de amarre al que está acoplada la al menos una línea de amarre, comprendiendo el procedimiento:
 - determinar y registrar una posición geográfica de un punto de localización en el casco para establecer una posición geográfica de referencia;
 - determinar y registrar al menos un tipo de un movimiento de rotación asociado del casco en la posición geográfica de referencia para establecer un movimiento de rotación del casco de referencia asociado; y
 - comparar una posición geográfica operativa y el movimiento de rotación del casco asociado con los datos de referencia de una posición geográfica de referencia y el movimiento de rotación del casco de referencia asociado correspondiente a un sistema de amarre no dañado para proporcionar una indicación de un cambio en la rigidez de la línea de amarre, la tensión previa de la línea de amarre, la ubicación del anclaje o una combinación de los mismos.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, donde el movimiento de rotación incluye al menos uno de los movimientos de guiñada, escora y cabeceo del casco, y cualquier combinación de los mismos.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, donde la comparación de la posición geográfica operativa y el movimiento de rotación del casco asociado con los datos de referencia de la posición geográfica de referencia y el movimiento de rotación del casco de referencia asociado comprende el uso de una unidad de movimiento inercial.
4. El procedimiento de la reivindicación 3, donde usar la unidad de movimiento inercial comprende usar al menos uno de un acelerómetro, un giroscopio o un magnetómetro de la unidad de movimiento inercial, y opcionalmente para cada eje del casco.
5. El procedimiento de la reivindicación 1, donde comparar la posición geográfica operativa y el movimiento de rotación del casco asociado con los datos de referencia de la posición geográfica de referencia y el movimiento de rotación del casco de referencia asociado comprende comparar una pluralidad de los movimientos de guiñada, escora y cabeceo del casco, o cualquier combinación de los mismos.
6. El procedimiento de reivindicación 1, donde:
 - determinar y registrar el al menos un tipo de un movimiento de rotación asociado del casco en la posición geográfica de referencia para establecer el movimiento de rotación del casco de referencia asociado comprende determinar múltiples grados de libertad de movimiento del casco en la posición geográfica de referencia, y
 - donde comparar la posición geográfica operativa y el movimiento de rotación del casco asociado con los datos de referencia de la posición geográfica de referencia y el movimiento de rotación del casco de referencia asociado comprende determinar múltiples grados de libertad de movimiento del casco en la posición geográfica operativa.
7. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además comparar la posición geográfica operativa y el movimiento de rotación del casco asociado con los datos de referencia correspondientes a un sistema de amarre dañado para indicar la línea de amarre o el anclaje que ha cambiado.
8. El procedimiento de la reivindicación 1, donde al menos una posición geográfica del punto de localización se determina por medio de un sistema de posicionamiento por satélite.
9. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además comparar la posición geográfica operativa y el movimiento de rotación del casco asociado con la posición geográfica de referencia y el movimiento de rotación del casco de referencia asociado independientemente de las condiciones ambientales operativas.
10. El procedimiento de la reivindicación 1, donde el procedimiento comprende además determinar al menos una de las posiciones geográficas con una unidad de movimiento inercial, donde, opcionalmente, la comparación de la posición geográfica operativa del casco con una posición geográfica esperada del conjunto incluye medir la excursión del casco desde la posición geográfica esperada.
11. El procedimiento de la reivindicación 1, donde el procedimiento comprende, además:
 - registrar la posición geográfica y los movimientos de rotación del casco asociados del casco a lo largo del tiempo con el fin de establecer al menos una porción de los datos de referencia con un conjunto de posiciones geográficas esperadas y los movimientos de rotación del casco asociados del casco; y
 - comparar la posición geográfica operativa y el movimiento de rotación del casco asociado con el conjunto de posiciones geográficas esperadas y los movimientos de rotación del casco asociados.
12. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además registrar las posiciones geográficas y

los movimientos de rotación del casco asociados del casco a lo largo del tiempo para acumular la fatiga de los componentes del casco directamente afectados por los movimientos del casco.

13. Un sistema de procesamiento de datos que comprende medios para llevar a cabo el procedimiento de la reivindicación 1.

14. Un software informático que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan mediante un aparato de procesamiento de datos, hacen que el aparato de procesamiento de datos lleve a cabo el procedimiento de la reivindicación 1.

15. Un procedimiento de monitorización del cambio de rigidez de la línea de amarre, el cambio de rigidez del sistema de elevación/exportación, el arrastre del material de la línea de amarre de un casco amarrado, o una combinación de los mismos, teniendo el casco un punto de amarre al que está conectada la línea de amarre, comprendiendo el procedimiento:

15 determinar una posición geográfica o un cambio determinado en la posición geográfica y al menos un tipo de un movimiento de rotación del casco asociado del casco; y
utilizar un cambio determinado en la posición geográfica y el movimiento de rotación del casco asociado para determinar la variación de rigidez de las líneas de amarre o la variación de rigidez del sistema de elevación/exportación.

16. Un sistema para monitorizar cambios en un sistema de amarre para un casco flotante, teniendo el sistema de amarre al menos una línea de amarre acoplada entre el casco y un anclaje que tiene un punto de amarre al que se acopla la al menos una línea de amarre, comprendiendo el sistema un dispositivo de posicionamiento por satélite y un sistema de procesamiento de datos configurado para:

30 determinar una posición geográfica de un punto de localización en el casco desde el dispositivo de posicionamiento por satélite;
determinar al menos un tipo de un movimiento de rotación del casco asociado del casco en la posición geográfica dada; y
comparar la posición geográfica del casco y su movimiento de rotación del casco asociado con un conjunto de datos esperado para proporcionar una indicación de una rigidez de la línea de amarre o un cambio del anclaje.

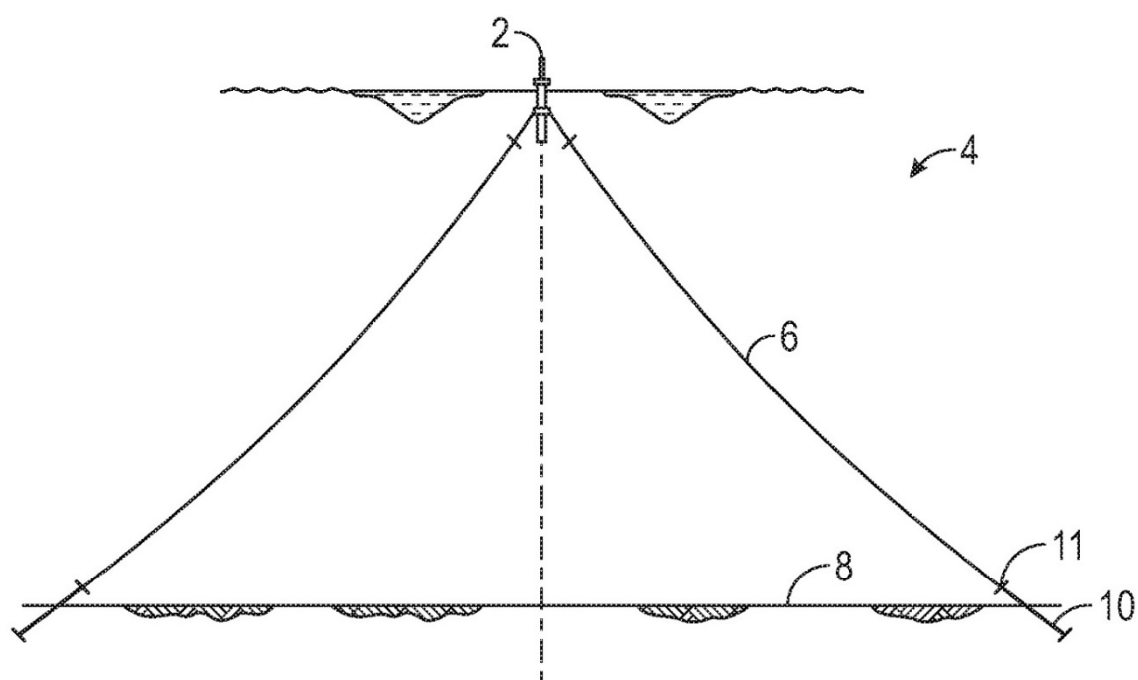


FIG. 1
(Técnica anterior)

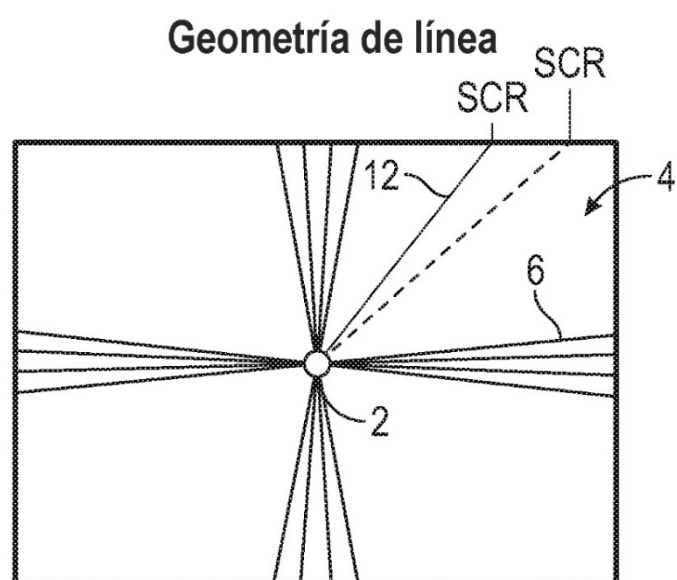


FIG. 2

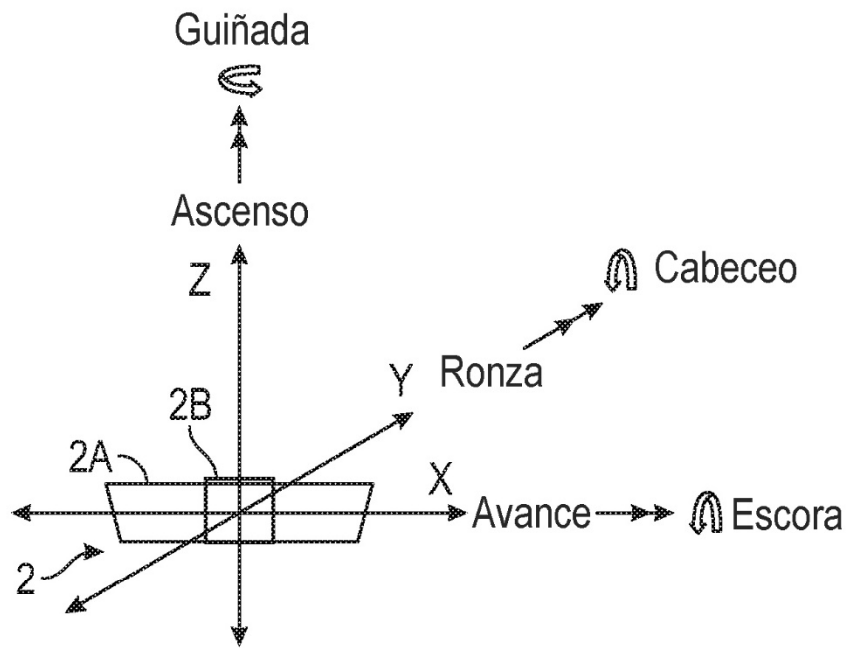


FIG. 3

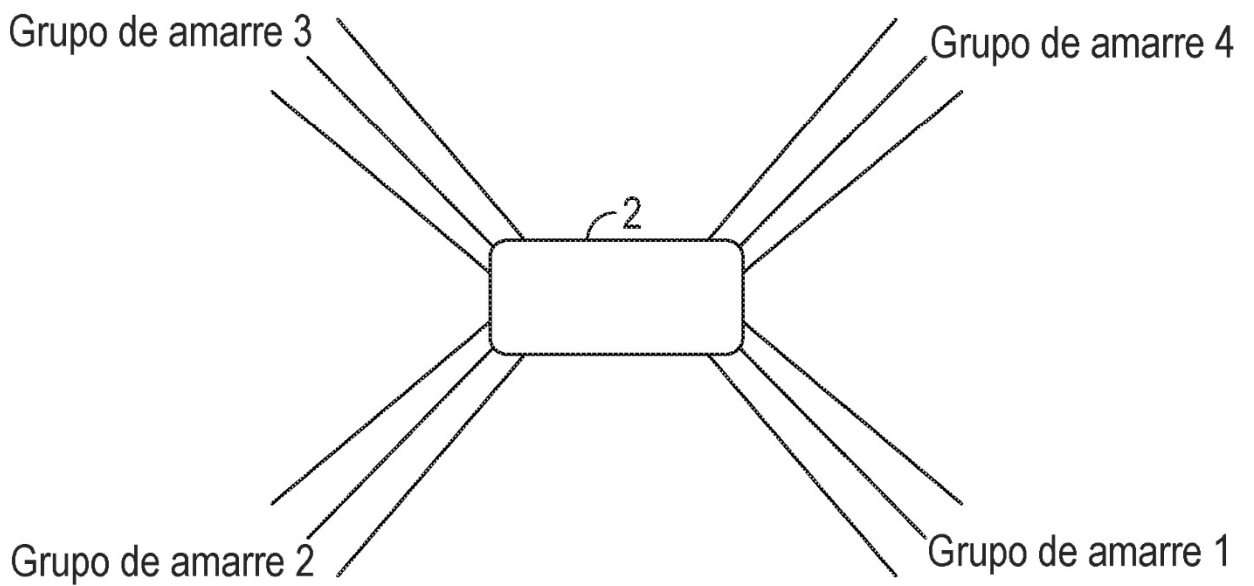


FIG. 4

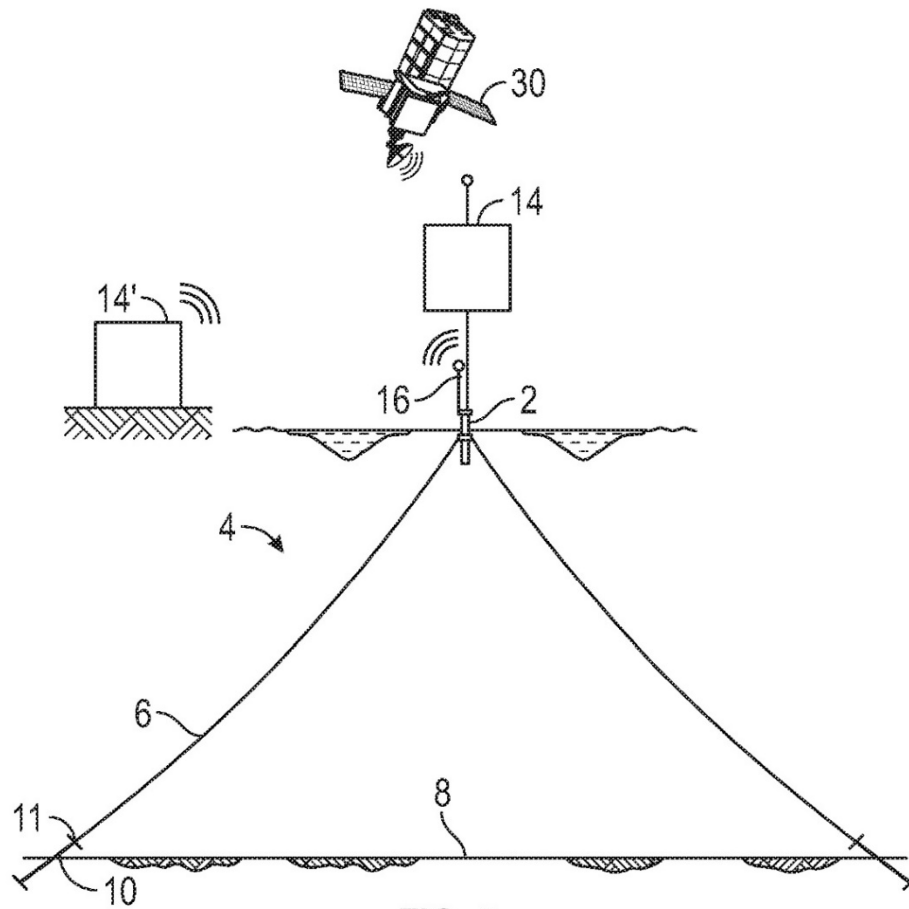


FIG. 5

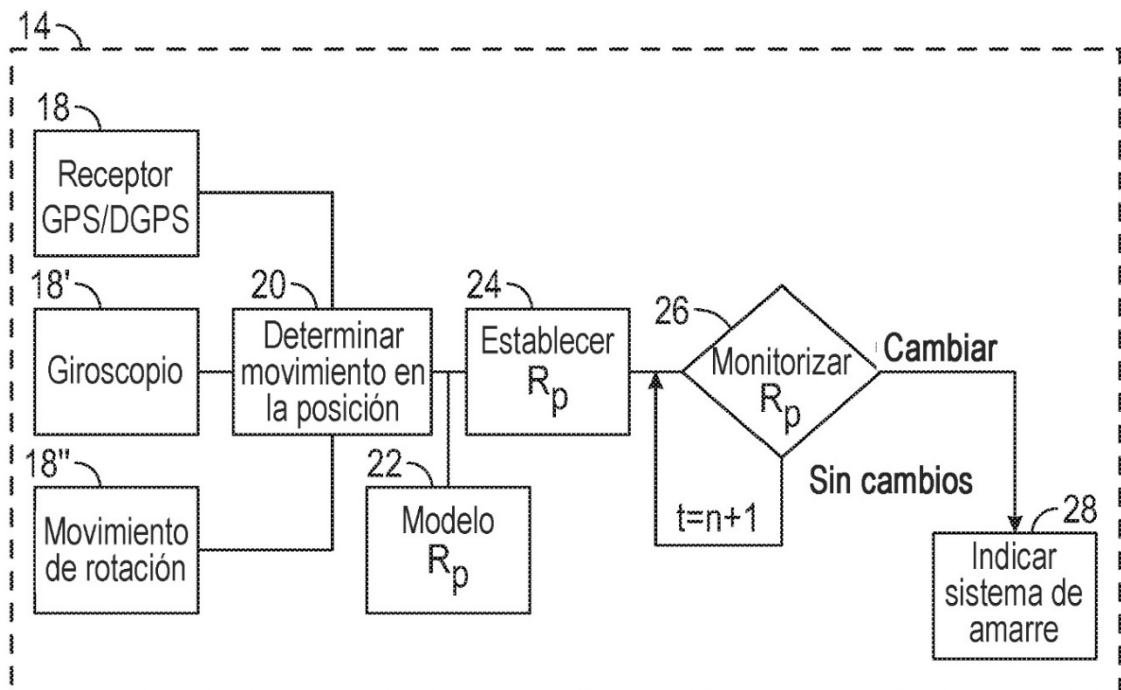
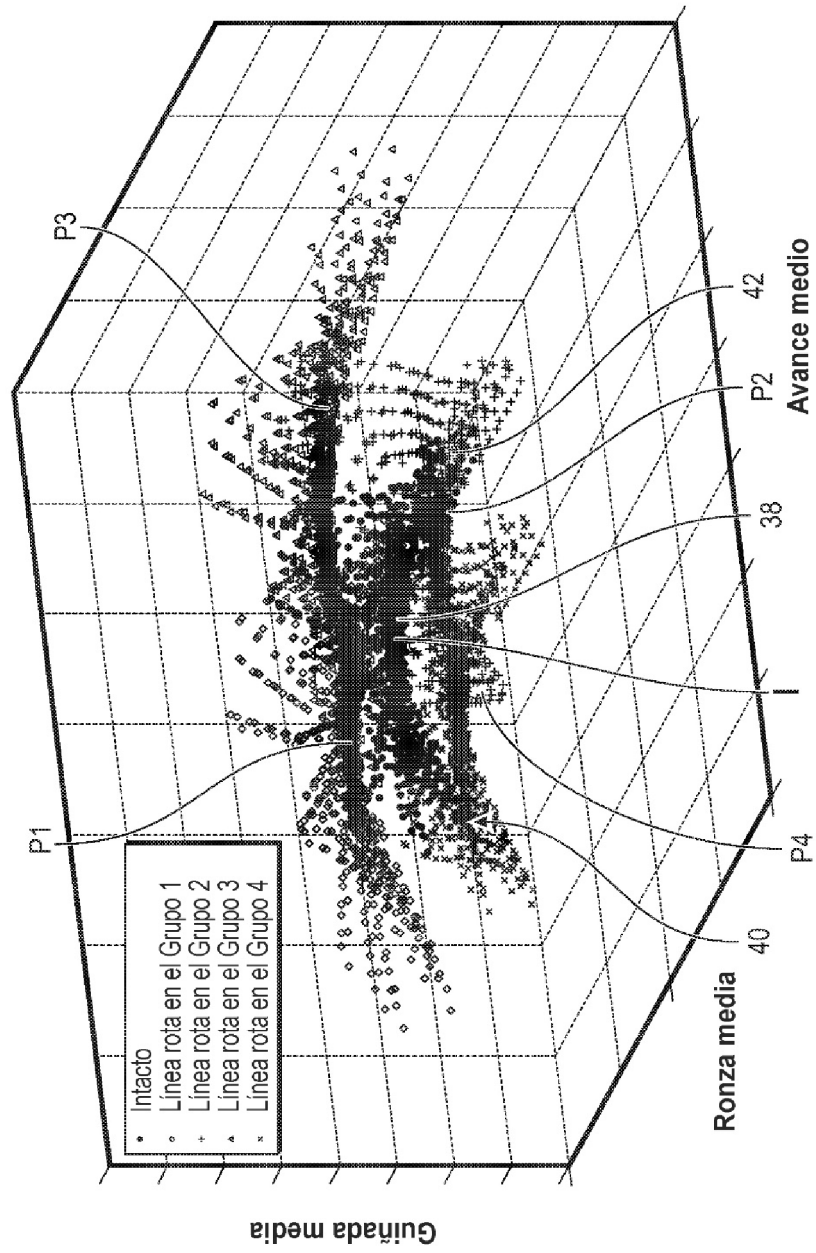


FIG. 6



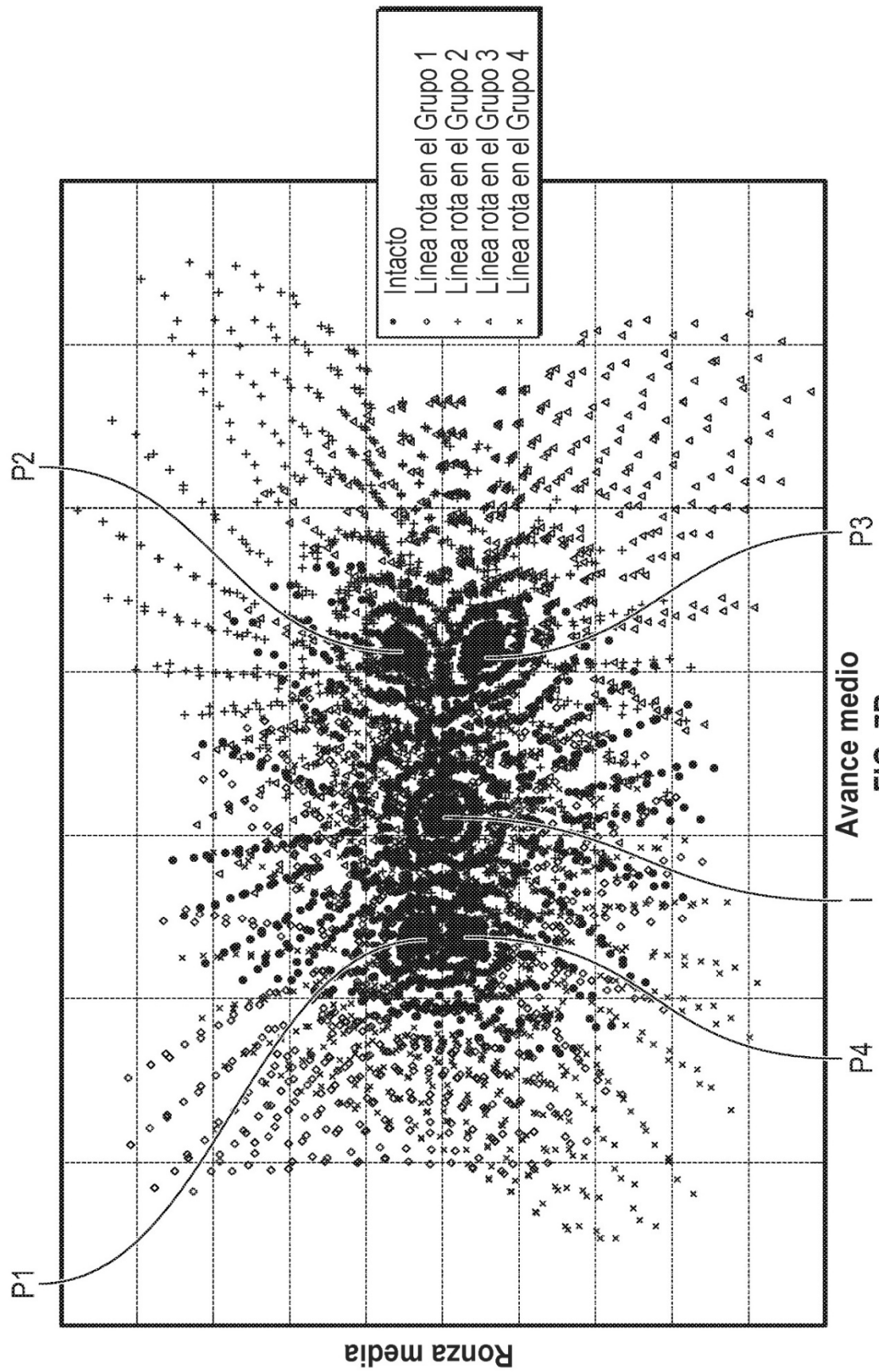
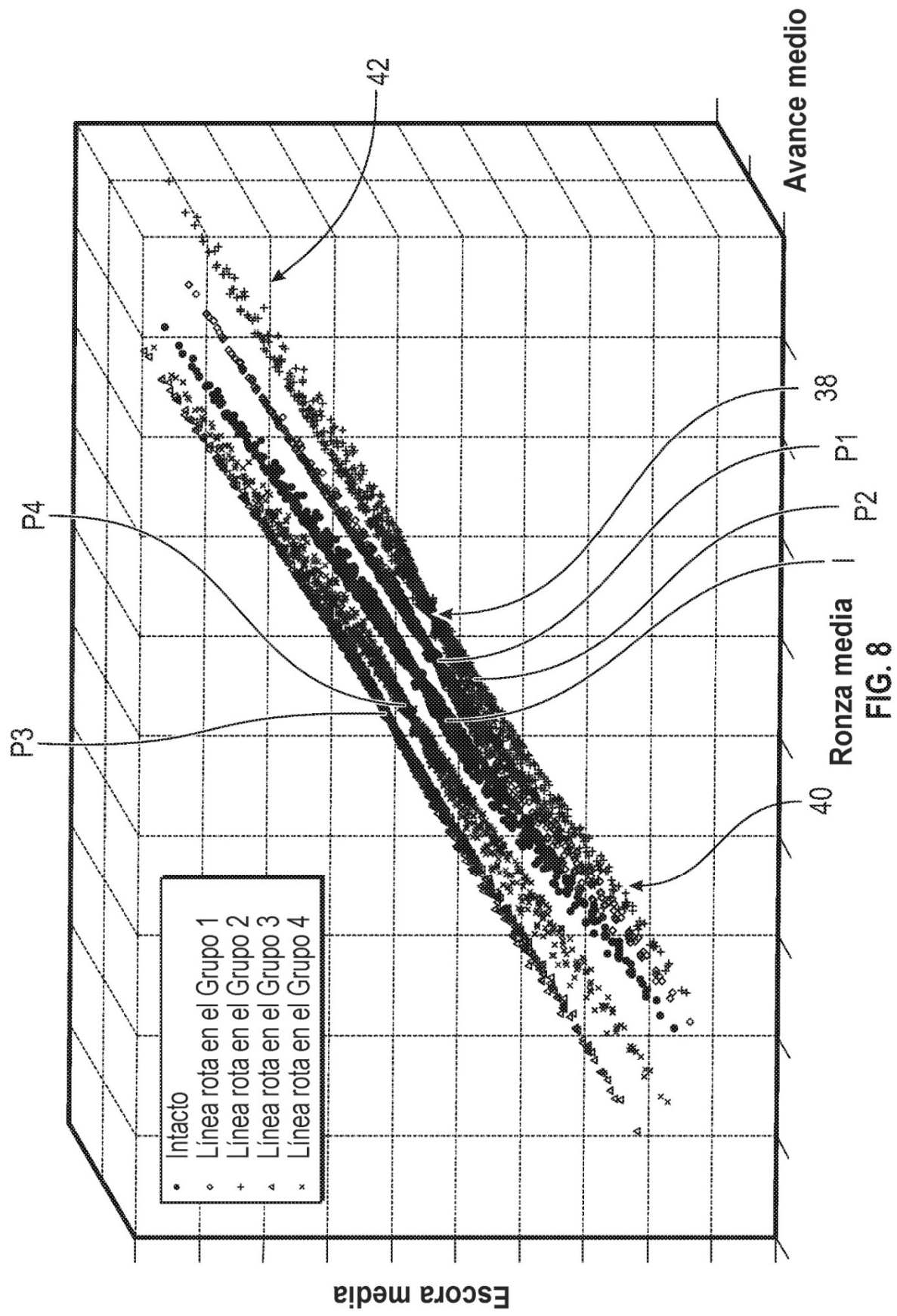
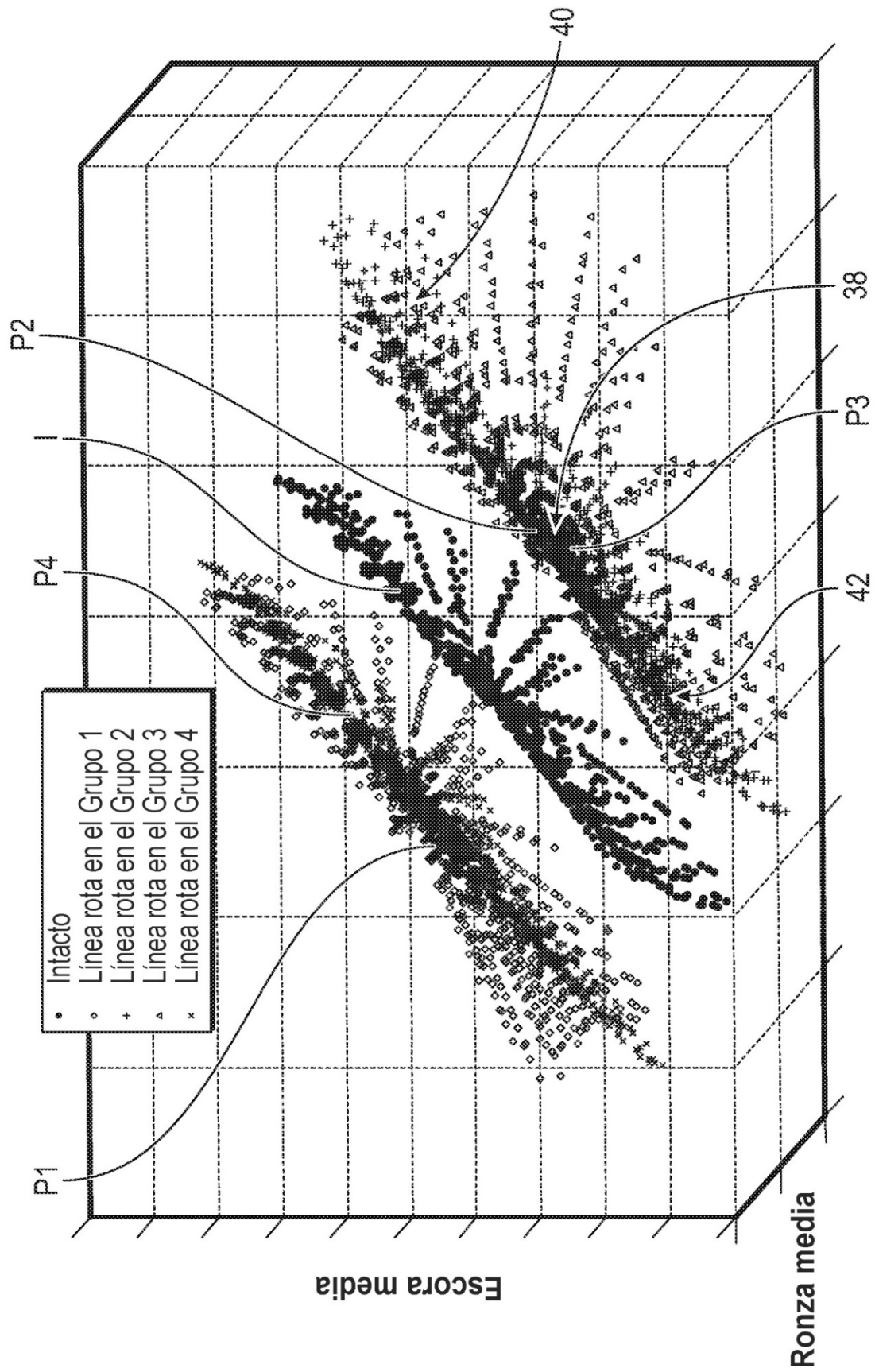


FIG. 7B





Avance medio

FIG. 9

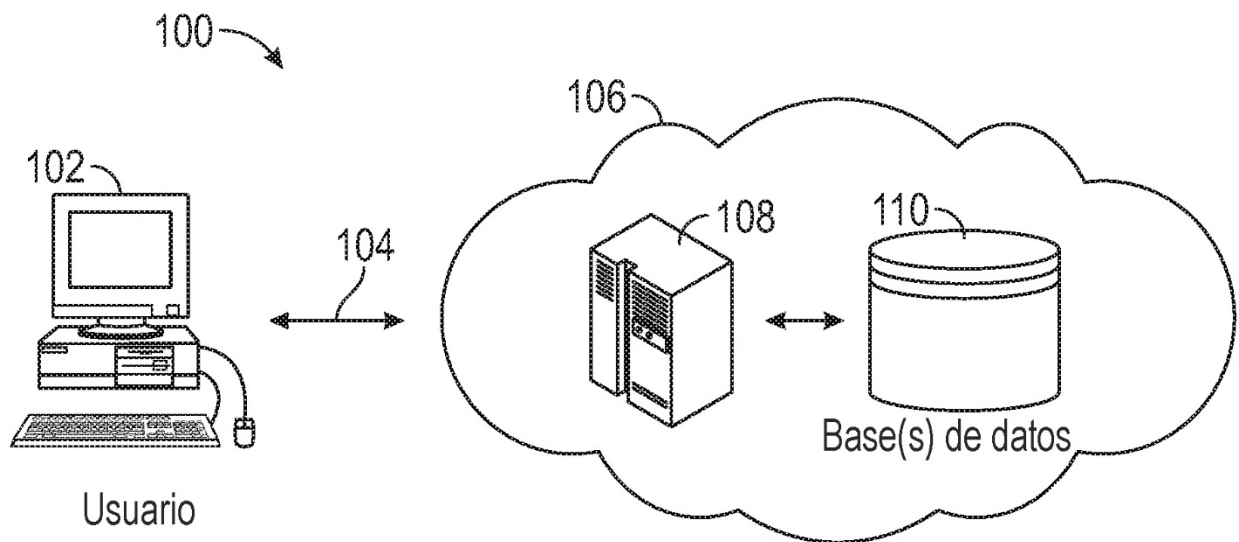


FIG. 10

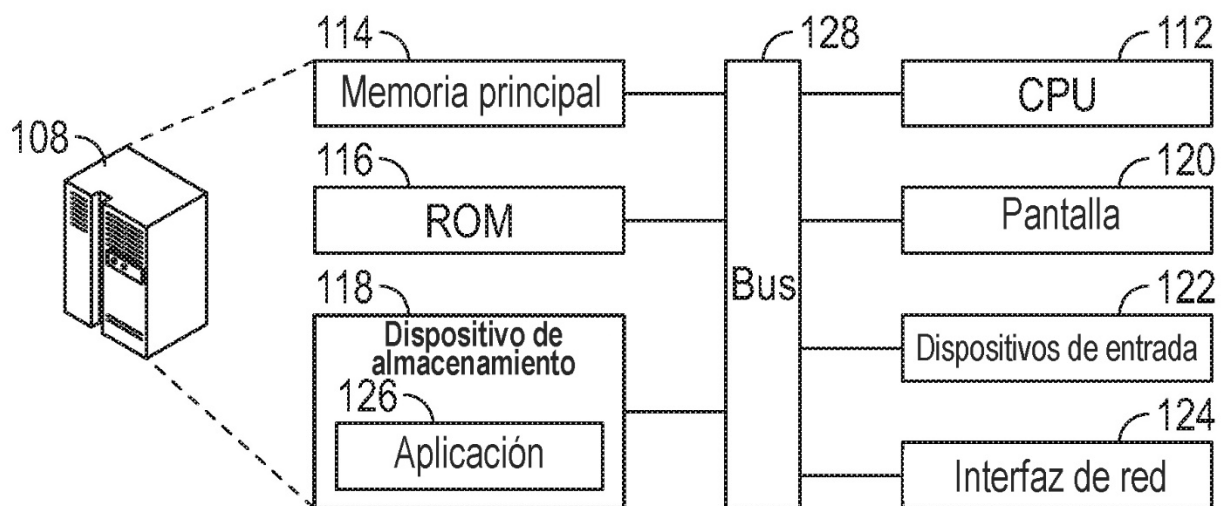


FIG. 11