

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 387 252**

51 Int. Cl.:

B63B 9/00 (2006.01)

B62D 57/024 (2006.01)

G01N 29/265 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09784439 .3**

96 Fecha de presentación: **26.06.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2303678**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.04.2011**

54 Título: **Sistema y procedimiento de inspección del casco de una embarcación**

30 Prioridad:
30.06.2008 FR 0854396

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.09.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.09.2012

73 Titular/es:
**DCNS
2 rue Sextius-Michel
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:
MYX, Olivier

74 Agente/Representante:
Polo Flores, Carlos

ES 2 387 252 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 inspección del casco de una embarcación

- 5 La invención se refiere a un sistema de inspección del casco de una embarcación del tipo que comprende una máquina móvil que es capaz de desplazarse sobre la superficie del casco de la embarcación. Más particularmente, la invención se refiere a un medio de posicionamiento que permite obtener una posición instantánea de la máquina con respecto a un sistema de coordenadas de referencia.
- 10 Se conocen sistemas de inspección que comprenden una máquina robotizada controlada a distancia que es capaz de desplazarse sobre el casco de una embarcación. Para este fin, la máquina móvil está provista de un medio de desplazamiento que comprende un medio de adherencia que permite que la máquina permanezca en contacto con el casco, y un medio de arrastre que permite desplazar la máquina sobre la superficie del casco de la embarcación. De igual forma, la máquina está provista de diversos tipos de sensores con el fin de llevar a cabo mediciones locales
- 15 de los valores físicos característicos del casco. La máquina comprende igualmente un medio de posicionamiento que permite obtener una posición instantánea de la máquina con respecto a un sistema de coordenadas de referencia, preferentemente vinculado al casco de la embarcación. La asociación de una medición de un valor físico y la posición de la máquina en el momento en el que se lleva a cabo esta medición permite obtener un mapa del casco generado al desplazar la máquina a lo largo de una trayectoria adecuada.
- 20 Hasta el momento actual, tal y como se describe, por ejemplo, en el documento FR 2 861 457, el medio de posicionamiento es un medio de posicionamiento bajo el agua o un medio de posicionamiento en el aire. En consecuencia, el sistema de inspección se utiliza en la porción sumergida del casco de una embarcación, es decir, por debajo de la línea de flotación de la embarcación, o en la parte no sumergida, es decir, por encima de la línea de
- 25 flotación.
- Un medio conocido de posicionamiento bajo el agua, por ejemplo en el documento US 5-945-051, comprende un transmisor acústico, que está dispuesto en la máquina móvil, y dos receptores acústicos, sumergidos y fijados respectivamente a dos boyas que flotan sobre la superficie del agua. Las boyas, que están separadas entre sí, están
- 30 posicionadas de manera absoluta por un sistema de tipo GPS. El transmisor genera una señal acústica periódica, y la correlación en el tiempo de las señales recibidas, al nivel de las boyas, por cada uno de los receptores permite determinar, por triangulación, la posición de la máquina en relación con las boyas. Tal medio de posicionamiento bajo el agua ofrece una precisión máxima del orden de 50 cm.
- 35 El uso de este tipo de medio de posicionamiento bajo el agua requiere un espacio libre en el costado de la embarcación con el fin de disponer las boyas a distancia del casco para lograr la máxima precisión. Esto impide la utilización del sistema de inspección en el costado del caso dirigido hacia el muelle. En consecuencia, es necesario desplazar la embarcación, de modo que realice medio giro, con el fin de liberar el costado del casco que se encuentra inicialmente próximo al muelle siempre que se desee llevar a cabo una inspección.
- 40 Un medio conocido de posicionamiento en el aire utiliza un sistema del tipo DGPS, entre balizas colocadas en el suelo y una antena colocada en la máquina móvil. La precisión máxima de este tipo de medio de posicionamiento en el aire es del orden de 50 cm.
- 45 Otro medio conocido de posicionamiento en el aire consiste en un dispositivo óptico que comprende una estación de referencia que se fija al suelo y un transmisor óptico que está fijado al robot. La estación de referencia apunta automáticamente al transmisor y transmite la posición tridimensional del mismo con una precisión de centímetros.
- Los dos primeros medios de posicionamiento citados previamente no ofrecen la precisión necesaria para llevar a
- 50 cabo una inspección del casco de una embarcación de una manera eficaz. En efecto, se debe evitar que, como consecuencia de la falta de precisión de las mediciones de la posición de la máquina, un mismo defecto del caso sea cartografiado varias veces como si tuviese diferentes posiciones. De lo contrario, ello daría lugar a la sobreestimación de la gravedad de este defecto y la ejecución de significativas operaciones de mantenimiento del casco, que podrían requerir la inmovilización de la embarcación. A la inversa, se debe evitar la subestimación de un
- 55 defecto importante como consecuencia de la falta de precisión del medio de posicionamiento. De este modo, la precisión deseable con respecto al posicionamiento de dicho sistema de inspección es del orden de 10 cm.

Además, es deseable ser capaz de inspeccionar el casco de la embarcación sobre la totalidad de su superficie, es decir, tanto por debajo como por encima de la línea de flotación, por medio de una sola máquina. Para este fin, es

necesario disponer de un sistema de posicionamiento que funcione tanto en el aire como en el agua. También es deseable que un sistema de posicionamiento de este tipo permita posicionar la máquina con la misma precisión tanto por debajo como por encima de la línea de flotación.

- 5 Con el fin de llevar a cabo mediciones instantáneas de la posición de la máquina, tanto en el aire como en el agua, y con la misma precisión, una posible solución consiste en dotar a la máquina de una unidad inercial. La integración de los movimientos de la máquina durante su desplazamiento a partir de un punto de referencia permite determinar la posición instantánea de la máquina. Sin embargo, para lograr la precisión deseada, el coste de una unidad inercial adecuada es alto. Además, los significativos volumen y masa de una unidad inercial son incompatibles con el
- 10 correcto funcionamiento de la máquina, que debe ser ligera y compacta con el fin de adherirse y desplazarse sobre el casco de la embarcación.

Por consiguiente, el objetivo de la invención es dar a conocer un sistema de inspección del casco de una embarcación que está provisto de un medio de posicionamiento de la máquina móvil que permite realizar mediciones

15 de posición tanto por encima como por debajo de la línea de flotación de la embarcación con una precisión uniforme y elevada, con un coste de operación reducido.

Para este fin, la invención se refiere a un sistema de inspección del casco de una embarcación, del tipo que comprende una máquina móvil equipada con un medio de desplazamiento que permite que se desplace sobre la

20 superficie del casco de la embarcación, comprendiendo además el sistema un medio de posicionamiento que permite determinar una posición instantánea de la máquina con respecto a un sistema de coordenadas de referencia. El medio de posicionamiento comprende:

- una primera y una segunda ruedas de codificación montadas en la máquina, coaxiales y separadas entre sí por

25 una distancia entre centros a lo largo de un eje transversal perpendicular a una eje longitudinal de desplazamiento de la máquina, en contacto con el casco de la embarcación, y que son capaces de medir un primer y un segundo desplazamientos lineales instantáneos de la máquina;

- un primer y un segundo inclinómetros montados en la máquina, dispuestos de manera que midan respectivamente

30 las inclinaciones instantáneas, con respecto a una dirección de referencia, de un primer eje y de un segundo eje de un sistema de coordenadas vinculado a la máquina; y,

- un medio de procesamiento, que recibe como entrada en el primer y el segundo desplazamientos lineales instantáneos y la primera y la segunda inclinaciones instantáneas, que es capaz de calcular una variación

35 instantánea de la posición de la máquina en el sistema de coordenadas de referencia, y que es capaz de integrar las sucesivas variaciones instantáneas de la posición, a partir de una posición inicial conocida, con el objetivo de determinar una posición instantánea de la máquina en el sistema de coordenadas de referencia.

De acuerdo con las realizaciones específicas de la invención, el sistema de inspección comprende una o más de las

40 siguientes características, tomadas de forma aislada o de acuerdo con cualquier combinación técnicamente posible:

- el sistema de inspección comprende al menos un sensor para medir un valor local de un parámetro característico del casco de la embarcación.

45 - el primer eje es paralelo a una dirección longitudinal X de la máquina y el segundo eje es paralelo a una dirección transversal Y de la máquina, siendo el primer y el segundo ejes ortogonales a una dirección normal a la superficie del casco de la embarcación.

- la dirección de referencia de los inclinómetros es una vertical geográfica.

50

- la máquina se opera remotamente, comprendiendo el sistema de inspección una estación de control a distancia que se encuentra en comunicación con la máquina.

- el medio de procesamiento se encuentra a bordo de la máquina.

55

- la estación de control a distancia comprende el medio de procesamiento.

- el sistema es capaz de tener en cuenta las mediciones de la orientación instantánea de la embarcación con respecto al sistema de coordenadas de referencia con el objetivo de determinar una posición instantánea de la

máquina en sistema de coordenadas vinculado al casco de la embarcación.

La invención también tiene como objetivo un procedimiento de inspección del casco de una embarcación que pone en práctica el sistema de inspección descrito anteriormente y que comprende al menos las etapas de:

- 5
- disponer la máquina contra el casco de una embarcación y controlar su desplazamiento;
 - medir un desplazamiento lineal instantáneo de la máquina;
- 10
- medir una rotación instantánea de la máquina alrededor de una dirección normal Z relativa a la superficie del casco de la embarcación;
 - medir la primera y la segunda inclinaciones instantáneas y el primer y el segundo ejes vinculados a la máquina con respecto a una dirección de referencia;
- 15
- procesar los datos medidos con el fin de calcular una variación de la posición instantánea de la máquina; y seguidamente,
- 20
- integrar las variaciones de posición instantáneas desde una posición inicial predeterminada, con el fin de determinar una posición instantánea de la máquina en el sistema de coordenadas de referencia.

El procedimiento de inspección comprende una o más de las siguientes características, tomadas de forma aislada o de acuerdo con cualquier combinación técnicamente posible:

- 25
- se registran las mediciones efectuadas por los sensores de los que está provista la máquina, y cada medición se asocia con la posición en la que se realizó la adquisición.
 - se mide la orientación instantánea de la embarcación con respecto al sistema de coordenadas de referencia con el fin de determinar, a partir de la variación de la posición instantánea de la máquina en relación con el sistema de
- 30
- coordenadas de referencia, la variación de la posición instantánea de la máquina en relación con un sistema de coordenadas vinculado al casco de la embarcación.

La invención y sus ventajas se comprenderán mejor a partir de la lectura de la descripción que se ofrece a continuación, dada únicamente a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- 35
- la figura 1 es una representación esquemática del sistema de inspección del casco de una embarcación; y,
 - la figura 2 ilustra el procedimiento de inspección que pone en práctica el sistema de la figura 1.
- 40
- Haciendo referencia a la figura 1, el sistema de inspección 2 comprende una máquina robotizada 4 controlada a distancia. Para este fin, el sistema de inspección 2 comprende una estación de control 6 que permite a un operador controlar el funcionamiento de la máquina 4. La estación de control 6 está conectada a la máquina 4 a través de un medio de conexión que es un cable eléctrico que se extiende a lo largo de un cable umbilical 8 o un medio de comunicación por radio.
- 45
- La máquina 4 comprende un chasis 10 generalmente de forma paralelepípedica, un medio que permite mantenerlo contra el casco de una embarcación y un medio de desplazamiento.

- 50
- El medio de desplazamiento comprende dos ruedas motrices 12 y 14 que están montadas en los extremos de un eje 16. El medio de desplazamiento comprende un sistema diferencial 17 con el fin de permitir que las ruedas motrices 12 y 14 giren con velocidades de rotación diferentes.

- 55
- Con el fin de localizar los diversos elementos que constituyen la máquina 4 y definir la orientación de la misma en el espacio, se asocia con el chasis 10 un sistema de coordenadas ortonormal X, Y, Z que tiene como origen el centro de gravedad G de la máquina 4. La dirección transversal Y es paralela al eje 16, la dirección Z es normal a la superficie del casco y la dirección longitudinal X es perpendicular a la direcciones Y y Z.

El medio de desplazamiento también comprende un volante frontal 13. El medio de accionamiento 15 controlado a distancia es capaz de hacer girar el volante frontal 13 360° alrededor de un eje paralelo a la dirección Z, de modo

que se haga girar el chasis 10 de la máquina 4 a medida que ruede sobre el casco de la embarcación.

El medio de desplazamiento comprende además un medio de arrastre del eje 16 que permite mover la máquina 4 en la dirección longitudinal X. El medio de arrastre comprende, por ejemplo, un motor eléctrico 18 que recibe corriente eléctrica desde una batería 20. Preferentemente, la batería 20 no está dispuesta en el interior del chasis 10, sino a distancia, y la energía eléctrica es suministrada desde la batería 20 al motor 18 a través de un cable de alimentación que se extiende a lo largo del cable umbilical 8.

El medio que permite mantener la máquina 4 contra el casco de la embarcación comprende medios de adherencia (no ilustrados) que utilizan fuerzas magnéticas para presionar la máquina 4 contra el casco de la embarcación, permitiendo al mismo tiempo que las ruedas del medio de desplazamiento rueden sobre la superficie del casco.

La máquina 4 incorpora varios tipos de sensores cuyo objetivo es realizar medidas en el casco de la embarcación. Estos sensores son, por ejemplo, sensores de ultrasonidos que permiten medir el grosor local del casco de la embarcación. En la figura 1, estos sensores de grosor están designados por la referencia general 22.

El sistema de inspección 2 comprende un medio de procesamiento que presenta, entre otras cosas, una unidad de cálculo, medios de almacenamiento y una interfaz de entrada / salida. Preferentemente, el medio de procesamiento 24 se encuentra a bordo de la máquina 4, si bien, como variante, podría estar situado a distancia, al nivel de la estación de control 6. Los diferentes sensores, tales como los sensores 22 montados en la máquina 4, están conectados al medio de procesamiento 24 por medio de la interfaz de entrada / salida.

El sistema de inspección 2 comprende un medio de posicionamiento que es capaz de funcionar, con la misma precisión, en el aire y en el agua.

Los medios de posicionamiento comprenden, en la máquina 4, una primera y una segunda ruedas de codificación 32 y 34 que están montadas de modo que giren libremente sobre el eje 16. Las ruedas de codificación 32 y 34 son independientes de las ruedas motrices 12 y 14 de modo que no sean sensibles al deslizamiento de estas últimas, en particular durante una rotación de la máquina 4 alrededor de una dirección normal Z a la superficie del casco.

La primera y la segunda ruedas de codificación 32 y 34 están separadas entre sí por una distancia entre centros predeterminada D y están en contacto con el casco de la embarcación sin deslizamiento. Un primer y un segundo sensores ópticos 36 y 38 están dispuestos respectivamente en las proximidades de la primera y la segunda ruedas de codificación 32 y 34, de modo que generen, respectivamente, una señal eléctrica que se transmite en la dirección del medio de procesamiento 24, cuando una marca dispuesta sobre la rueda de codificación asociada pasa por delante del sensor en cuestión. Las dos señales eléctricas corresponden respectivamente al primer y al segundo desplazamientos lineales.

La media del primer y del segundo desplazamientos lineales representa una traslación instantánea elemental de la máquina 4 en la dirección longitudinal X. La diferencia entre el primer y el segundo desplazamientos lineales, teniendo en cuenta la distancia entre centros D, representa una rotación elemental instantánea de la máquina 4 alrededor de la dirección normal Z relativa a la superficie del casco.

El medio de posicionamiento comprende también un primer y un segundo inclinómetros 42 y 44. El primer inclinómetro 42 está dispuesto de modo que mida la inclinación instantánea entre el eje longitudinal X del chasis 10 y una dirección de referencia Zref, que es preferentemente una vertical geográfica. El segundo inclinómetro 44 está dispuesto de modo que mida una inclinación instantánea del eje transversal Y del chasis 10, preferentemente con relación a la misma dirección de referencia Zref. El experto en la materia apreciará que el primer y el segundo inclinómetros 42 y 44 pueden estar dispuestos de manera diferente, en tanto en cuanto permitan obtener dos mediciones de inclinación instantánea de dos ejes que definan un plano característico.

El primer y el segundo inclinómetros 42 y 44 están conectados al medio de procesamiento 24, al que transmiten las señales eléctricas que producen con el fin de determinar la inclinación de los ejes X e Y en relación con la dirección de referencia. El medio de procesamiento 24 puede, por ejemplo, funcionar mediante muestreo. En este caso, la diferencia entre la medición de inclinación en un momento dado y la medición de inclinación en un momento inmediatamente siguiente, es decir, en el momento de muestreo siguiente del medio de procesamiento 24, permite obtener una medición de la variación de la inclinación instantánea de un eje con relación a la dirección de referencia.

El desplazamiento elemental instantáneo en la dirección longitudinal X, la rotación elemental instantánea de la

máquina 4 de la dirección normal Z relativa a la superficie del casco, y las variaciones instantáneas de inclinación según las direcciones longitudinal X y transversal Y permiten calcular, entre dos tiempos de muestreo sucesivos, un vector de variación de la posición instantánea de la máquina con respecto a un sistema de coordenadas de referencia X_{ref} , Y_{ref} , Z_{ref} fijo en el espacio.

5

Puesto que es deseable producir un mapa del casco de la embarcación, es necesario conocer la variación de posición instantánea de la máquina 4 con relación a la embarcación. Con el fin de pasar de un sistema de coordenadas de referencia X_{ref} , Y_{ref} , Z_{ref} a un sistema de coordenadas vinculado al casco de la embarcación X_0 , Y_0 , Z_0 , es necesario determinar la orientación instantánea de la embarcación en relación con el sistema de coordenadas de referencia X_{ref} , Y_{ref} , Z_{ref} .

10

Para este fin, se fija a la embarcación un conjunto 60 que comprende inclinómetros de referencia y medios de transmisión de las mediciones realizadas hacia, por ejemplo, el medio de procesamiento 24. Los inclinómetros de referencia, que están unidos fijamente al casco, miden, en cada momento, las inclinaciones de balanceo y cabeceo de la embarcación con respecto al sistema de coordenadas de referencia. Estas medidas permiten que el medio de procesamiento 24 determine la orientación instantánea del sistema de coordenadas vinculado al casco de la embarcación X_0 , Y_0 , Z_0 en relación con el sistema de coordenadas de referencia X_{ref} , Y_{ref} , Z_{ref} . Posteriormente, a partir del vector variación de la posición de la máquina 4 en relación con el sistema de coordenadas de referencia, y conociendo la orientación instantánea del sistema de coordenadas vinculado al casco en relación con el sistema de coordenadas de referencia, el medio de procesamiento 24 determina un vector de variación de la posición instantánea de la máquina 4 en relación con el sistema de coordenadas vinculado al casco X_0 , Y_0 , Z_0 .

15

20

En una variante, la embarcación está provista de un medio para determinar la orientación instantánea de la misma, tal como una unidad inercial, cuyas medidas son transmitidas al medio de procesamiento 24 con el fin de determinar el desplazamiento de la máquina con respecto al casco de la embarcación.

25

De esta manera, el procedimiento de inspección puede llevarse a cabo no solo cuando la embarcación que se desee inspeccionar esté inmóvil, en el muelle, sino también cuando se esté moviendo, por ejemplo, en el mar.

30

Haciendo referencia a la figura 2, se describirá ahora el uso de la máquina 4 con el fin de crear un mapa de los defectos de grosor del casco 52 de una embarcación 50.

En primer lugar, la máquina 4 se coloca en un punto P_0 del casco 52. El punto P_0 tiene una posición conocida en el sistema de coordenadas vinculado al casco X_0 , Y_0 , Z_0 . Por ejemplo, el punto P_0 es la perpendicular posterior de la embarcación 50.

35

A continuación, el desplazamiento de la máquina 4 es accionado a distancia por un operador desde la estación 6. Entre dos momentos de muestreo sucesivos, el sistema de coordenadas vinculado a la máquina 4, indicado en la figura 2 por las direcciones X, Y y Z en el momento de muestreo anterior y por las direcciones X' , Y' y Z' en el momento de muestreo siguiente, se ha desplazado. Mediante la adaptación del tiempo de muestreo y la velocidad de desplazamiento en función de la precisión deseada, el medio de procesamiento 24 calcula, en tiempo real, el vector de variación de la posición instantánea de la máquina en relación con el sistema de coordenadas de referencia. Teniendo en cuenta la orientación instantánea de la embarcación en relación con el sistema de coordenadas de referencia, el medio de procesamiento 24 calcula, en tiempo real, el vector de variación de la posición instantánea de la máquina en relación con el sistema de coordenadas vinculado al casco. El experto en la materia conoce los pasos de procesamiento matemático que permiten calcular los vectores de variación de la posición instantánea a partir de los datos medidos de inclinación, rotación y traslación.

40

45

A continuación, el medio de procesamiento 24 integra con respecto al tiempo el vector de variación de la posición instantánea de la máquina 4 con relación al sistema de coordenadas vinculado al casco y teniendo en cuenta la posición del punto de partida P_0 , con el fin de determinar la posición instantánea de la máquina 4 con relación al sistema de coordenadas vinculado al caso. De este modo, paso a paso, se reconstruye, en tres dimensiones, la trayectoria T seguida por la máquina 4 durante su desplazamiento sobre el casco de la embarcación.

50

55

Haciendo que la máquina 4 siga una sucesión de trayectorias T a lo largo del casco 52 y, preferentemente, cruzándose las trayectorias T formando un ángulo recto, se reconstruye en tres dimensiones la superficie del casco 52.

Opcionalmente, durante el desplazamiento de la máquina 4, es posible ajustar la posición instantánea de la máquina

4 en el sistema de coordenadas vinculado al casco haciéndola atravesar un punto P1 de del casco 52 cuya posición el sistema de coordenadas vinculado al casco se conoce perfectamente. Por ejemplo, la máquina 4 puede seguir una trayectoria T que se extiende a través del punto intermedio P1 que es la perpendicular frontal del casco 52.

- 5 Con el fin de generar el mapa de los defectos del casco, el medio de procesamiento 24 registra, en cada muestreo, la posición de la máquina 4 y el valor o los valores medidos por los sensores 22. En una variante, en lugar de asociar una posición con un valor, se asocia, por un lado, una posición con un momento de medición de esta posición y, por otro lado, un valor con un momento de medición de este valor. Este procedimiento de datación de los datos utiliza una señal de tiempo proporcionada por un reloj. Se trata, por ejemplo, de la señal de tiempo
10 proporcionada por un sistema GPS.

En una variante, el procesamiento de los datos, en lugar de ser llevado a cabo por un medio de procesamiento que se encuentra a bordo de la máquina, es llevado a cabo por un medio de procesamiento dispuesto para este fin en la estación de control a distancia. El tratamiento también se puede llevar a cabo en tiempo real o en tiempo diferido.

- 15 El experto en la materia constatará que los medios puestos en práctica según la invención son robustos y que funcionan tanto bajo el agua como en el aire. La precisión relativa a la posición instantánea de la máquina es del 0,05%.

- 20 El procedimiento de inspección del casco de una embarcación que se ha descrito anteriormente permite crear una malla poligonal de la superficie del casco de la embarcación inspeccionada que, en función del tiempo de muestreo, puede presentar un paso mucho menor que los 50 cm exigidos generalmente por las normas de control de calidad del estado de los cascos de embarcaciones.

- 25 Ventajosamente, el procedimiento de inspección permite responder a las importantes exigencias en relación con la precisión de los mapas que permiten controlar los cascos de los submarinos.

- Ventajosamente, dado que los mapas de casco generados mediante la puesta en práctica del procedimiento de inspección presentan un alto grado de precisión, el procedimiento de inspección se puede llevar a cabo después de
30 la carga de la embarcación con el fin de medir el arqueado instantáneo de la embarcación, es decir, la totalidad de la superficie mojada del casco de la embarcación cargada. Esto supone una ventaja, por ejemplo, en el caso de que la embarcación atraviese un canal cuya tasa del pasaje se calcule sobre la base del arqueado de la embarcación. Hasta el momento, se ha utilizado el arqueado teórico de la embarcación. Sin embargo, mediante la aplicación de la presente invención, se podría utilizar el arqueado instantáneo.

35

REIVINDICACIONES

1. Sistema de inspección (2) del casco (52) de una embarcación (50), del tipo que comprende una máquina móvil (4) equipada con un medio de desplazamiento que permite que se desplace sobre la superficie del casco de la embarcación, comprendiendo además el sistema un medio de posicionamiento que permite determinar una posición instantánea de la máquina con respecto a un sistema de coordenadas de referencia (X_{ref} , Y_{ref} , Z_{ref}), **caracterizado porque** el medio de posicionamiento comprende:
- una primera y una segunda ruedas de codificación (32, 34) montadas en la máquina, coaxiales y separadas entre sí por una distancia entre centros (D) a lo largo de un eje transversal (4) perpendicular a una eje longitudinal (X) de desplazamiento de la máquina, en contacto con el casco de la embarcación, y que son capaces de medir un primer y un segundo desplazamientos lineales instantáneos de la máquina j
 - un primer y un segundo inclinómetros (42, 44) montados en la máquina, dispuestos de manera que midan respectivamente las inclinaciones instantáneas, con respecto a una dirección de referencia, de un primer eje y de un segundo eje de un sistema de coordenadas vinculado a la máquina, siendo el primer y el segundo ejes ortogonales a una dirección normal a la superficie del casco de la embarcación y definiendo un plano característico, siendo el primer eje paralelo a una dirección longitudinal (X) de la máquina (4) y el segundo eje paralelo a una dirección transversal (Y) de la máquina (4); y,
 - un medio de procesamiento (24), que recibe como entrada en el primer y el segundo desplazamientos lineales instantáneos y la primera y la segunda inclinaciones instantáneas, que es capaz de calcular una variación instantánea de la posición de la máquina en el sistema de coordenadas de referencia, y que es capaz de integrar las sucesivas variaciones instantáneas de la posición, a partir de una posición inicial conocida (P0), con el objetivo de determinar una posición instantánea de la máquina en el sistema de coordenadas de referencia.
2. Sistema de inspección, según la reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende al menos un sensor (22) para medir un valor local de un parámetro característico del casco de la embarcación.
3. Sistema de inspección según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** dicha dirección de referencia de los inclinómetros (42, 44) es una vertical geográfica.
4. Sistema de inspección según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el sistema de inspección (2) comprende una estación de control (6) a distancia, en comunicación con la máquina.
5. Sistema de inspección según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el medio de procesamiento (24) se encuentra a bordo de la máquina (4).
6. Sistema de inspección, según la reivindicación 4, **caracterizado porque** la estación de control a distancia (6) comprende dicho medio de procesamiento.
7. Sistema de inspección según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** es capaz de tener en cuenta las mediciones de la orientación instantánea de la embarcación con respecto al sistema de coordenadas de referencia con el objetivo de determinar una posición instantánea de la máquina en un sistema de coordenadas vinculado al casco de la embarcación (X_0 , Y_0 , Z_0).

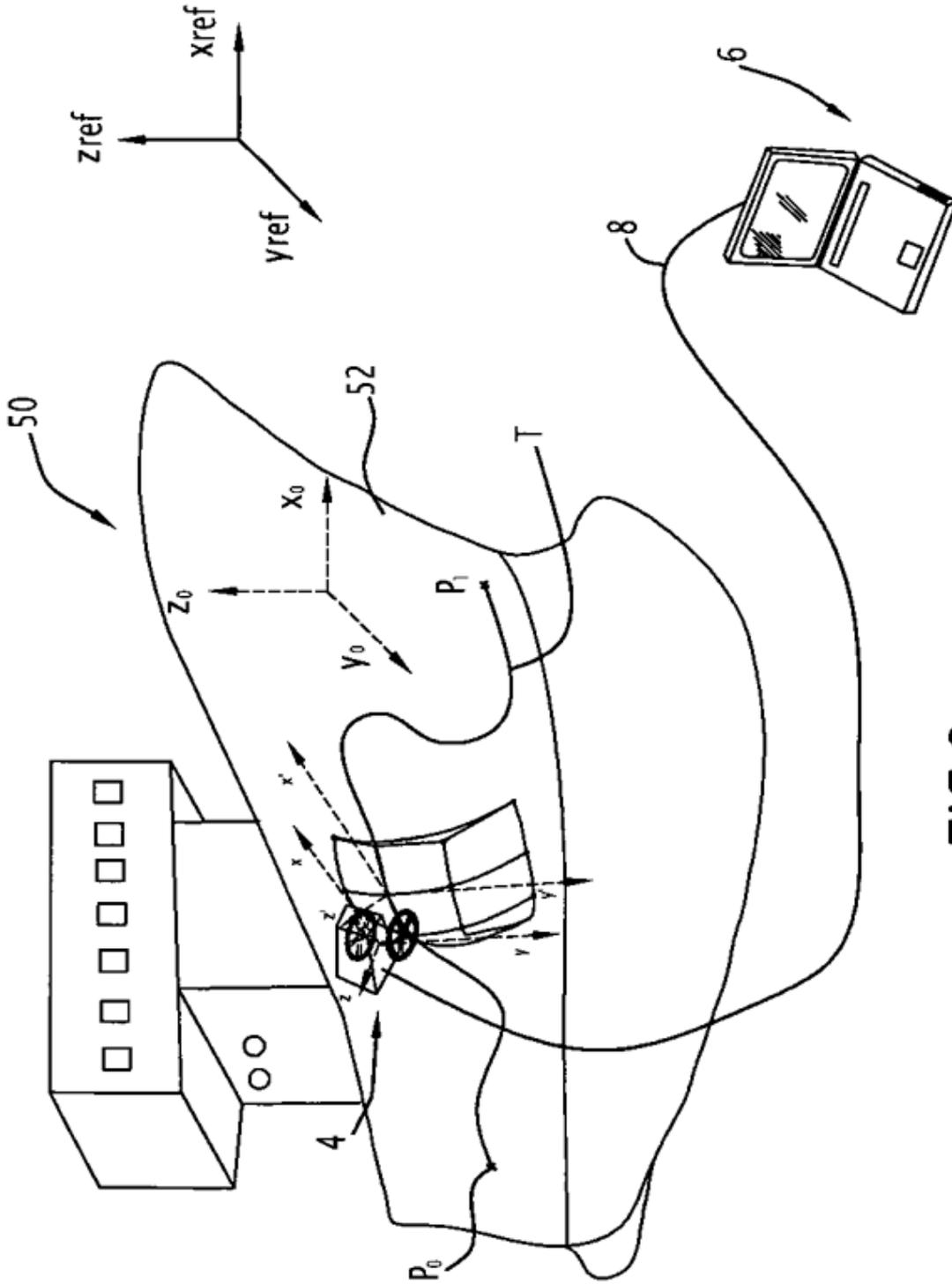


FIG.2