

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 725 629**

51 Int. Cl.:

B63B 9/00 (2006.01)

G01C 21/20 (2006.01)

G01P 5/00 (2006.01)

B63J 99/00 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.11.2014 PCT/EP2014/074327**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.05.2015 WO15071286**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2014 E 14799389 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2019 EP 3049762**

54 Título: **Procedimiento de cálculo de la velocidad de superficie de al menos un buque y procedimiento de deducción de cada vector deriva en cualquier punto de la trayectoria de dicho buque**

30 Prioridad:
12.11.2013 FR 1302593

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.09.2019

73 Titular/es:
**E-ODYN (100.0%)
135, rue Claude Chappe, Technopole Brest Iroise
29280 Plouzane, FR**

72 Inventor/es:
GUICHOUX, YANN

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 725 629 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

Procedimiento de cálculo de la velocidad de superficie de al menos un buque y procedimiento de deducción de cada vector deriva en cualquier punto de la trayectoria de dicho buque

Campo técnico y estado de la técnica

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento de medición de la velocidad de superficie de un buque y de medición de corriente y de viento a partir del análisis de la deriva de dicho buque.

Existen varias soluciones conocidas para medir la velocidad de superficie de un buque.

- 10 Consiste una primera solución en efectuar pruebas de navegación antes de la puesta en servicio operativo del buque. Estas pruebas consisten en medir la velocidad sobre el fondo del buque en un trayecto de ida/vuelta dado dentro de un intervalo de tiempo de corta duración, durante el cual las condiciones de corriente y de viento se consideran suficientemente estables. Este trayecto de ida/vuelta efectuado en una misma ruta de navegación permite anular la deriva del buque ligada a la corriente y al viento. En este caso, la velocidad sobre el fondo media en el trayecto de ida/vuelta se puede equiparar a la velocidad de superficie. Este tipo de operación se puede repetir varias veces en diferentes condiciones de navegación (régimen de propulsión). La repetición de este tipo de
- 15 operación permite establecer una tabla de correspondencias entre régimen de motor y velocidad de superficie que puede ser utilizada por el personal de a bordo para estimar la velocidad de superficie del buque en condiciones normales de navegación. Sin embargo, esta solución da valores de velocidad de superficie aproximados en condiciones de navegación reales, y precisa obtener información sobre el régimen de motor del buque, por intermedio de un sensor embarcado específico. Este método no puede ser utilizado, por ejemplo, por un servicio en
- 20 tierra para medir simultáneamente la velocidad de superficie de un gran número de buques en operación (con una carga variable en función de los trayectos) que opera en una zona dada, buques cuyo servicio de que se trate no conoce con precisión, ni las condiciones de carga, ni el régimen de motor de dichos buques.

- 25 Otra solución consiste en utilizar un sensor de velocidad embarcado, específicamente para medir la velocidad relativa del buque con respecto a la superficie del agua. Este tipo de sensor se denomina comúnmente loch, y proporciona generalmente una información sobre una sola componente del vector superficie (la componente longitudinal correspondiente a la proyección del vector velocidad sobre el eje del buque). La velocidad de superficie medida con el concurso de un loch está disponible a bordo del buque y un servicio en tierra a cargo de la vigilancia del tráfico marítimo, por ejemplo, no dispone de esta información. Ésta puede serle comunicada en ciertos casos por el buque, con el concurso de un medio de transmisión de radio, pero no puede ser medida directamente en tierra a
- 30 partir de la información adquirida comúnmente por este tipo de servicio de vigilancia.

Asimismo, existen varias soluciones conocidas para medir parámetros ambientales tales como la corriente marina de superficie y el viento.

Parámetro corriente marina de superficie:

- 35 Las boyas de deriva son una solución de medición de este parámetro. Estas boyas de deriva son utilizadas para seguir el desplazamiento de una masa de agua (deriva lagrangiana) y medir la corriente de superficie. Éstas transmiten periódicamente su posición mediante medios de telecomunicación por satélite. El inconveniente de estos equipos es que están escasamente adaptados a la zona costera, especialmente debido a la intensa densidad de tráfico marítimo y a los riesgos de encalladura de los equipos. Además, los datos están disponibles en tiempo diferido y los costes de adquisición del equipo y de despliegue son elevados.

- 40 Otra solución consiste en utilizar radares HF o VHF (High Frequency por alta frecuencia o Very High Frequency por muy alta frecuencia) que permiten efectuar medidas de corriente de superficie sobre zonas costeras en casi tiempo real. Los ecos recibidos de vuelta de los radares son múltiples y muy variados como respuesta a los innumerables tipos de olas que agitan la superficie del mar. Se conoce llegar a diferenciarlas y a identificar las olas cuya longitud de onda es igual a la mitad de aquellas emitidas por el radar. Al ser perfectamente conocida la velocidad teórica de propagación de estas olas en ausencia de corriente de superficie, es posible entonces inferir, mediante diferencia (desplazamiento Doppler) con la velocidad medida, la velocidad de la corriente. Sin embargo, es necesario tener dos radares que exploran una misma zona para reconstruir el vector de la corriente (intensidad y dirección) a partir de las componentes radiales medidas por los dos radares en un mismo punto. Las medidas comunes de los dos radares permiten entonces elaborar el mapa de las corrientes de superficie. La superficie de las zonas de medida no deja de
- 45 ser bastante reducida y la resolución espacial de las medidas es baja (del orden de 25 km²), especialmente cuando la distancia de medida está alejada del radar. Los radares HF permiten efectuar medidas hasta una distancia de 200 km de la costa. Estos equipos son muy onerosos.

- 50 Otra solución es la medición a partir de plataformas vía satélite. Se puede medir la corriente de superficie con el concurso de imágenes radar por satélite (denominadas imágenes SAR, por Synthetic Aperture Radar). Esta solución permite obtener medidas radiales de la corriente en vastas extensiones, pero con baja resolución. Cabe asimismo la posibilidad de utilizar un altímetro instalado en un satélite y medir la corriente de superficie interpretando
- 55

las diferencias de nivel de la superficie de los océanos (hipótesis geostrofica). Este método, sin embargo, es limitado, debido al escaso número de altímetros de satélite disponibles para proporcionar una cobertura espacial y temporal lo más regular posible y asimismo debido a que las medidas de corriente conciernen a los movimientos en gran escala de la totalidad de la columna de agua, y no directamente a la corriente de superficie. Cabe asimismo la posibilidad de estimar la corriente de superficie utilizando medidas por satélite de temperaturas de superficie de los océanos o de color del agua (medios ópticos). Estos métodos son escasamente eficaces en presencia de nubes y, en el momento actual, no dan razón satisfactoriamente de la dinámica de superficie real. De manera general, las medidas efectuadas con el concurso de satélites se transmiten con un retardo dependiente de los sistemas de telecomunicación utilizados entre el espacio y la tierra, y las medidas realizadas son menos precisas que las realizadas con el concurso de, por ejemplo, un radar costero de alta frecuencia.

Otra solución consiste en utilizar un correntímetro destinado a medir la velocidad de flujo del agua en una posición fija (medida euleriana de la corriente). Esta medida se puede efectuar con el concurso de correntímetros mecánicos instalados sobre una boya o de correntímetros ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler). Las medidas realizadas con el concurso de este tipo de instrumento son localizadas (ausencia de medición en posibles grandes zonas geográficas) y el mantenimiento de los instrumentos desplegados en el mar es costoso.

Otra solución consiste en equipar buques con un correntímetro de efecto Doppler, al que muchas veces se denomina con su abreviatura anglosajona VM –ADCP Vessel Mounted ADCP–. El correntímetro de efecto Doppler con que se equipa un buque es un aparato capaz de registrar un perfil de velocidades y direcciones de la corriente. Estos datos pueden ser transmitidos en casi tiempo real, si el buque que efectúa las medidas está equipado con medios de telecomunicaciones adaptados. Sin embargo, pocos buques están equipados con este tipo de instrumento de medida oneroso y difícil de calibrar. Por lo tanto, estos buques no permiten obtener medidas continuas sobre vastas zonas marítimas.

Otra solución conocida consiste en hacer uso de los parámetros de navegación de un buque (velocidad sobre el fondo, rumbo, velocidad de superficie) para deducir una información sobre las corrientes marinas analizando la deriva del buque. Esta técnica se denomina comúnmente navegación a estima y es utilizada para estimar de manera grosera la corriente de superficie. La posición, el rumbo y la velocidad sobre el fondo del buque se miden en un instante dado. En otro instante se efectúa una segunda medida de los mismos parámetros, convencionalmente unas horas después. Estas dos tomas de lectura de parámetros de navegación efectuadas en instantes diferentes permiten estimar la corriente de superficie (o corriente de deriva). Un buque que navega por una zona sin corrientes de superficie llegará en un momento dado a una posición prevista de antemano. En presencia de corriente, el buque se habrá desviado de su ruta y no estará en la posición prevista. Cabe entonces la posibilidad de obtener una estimación de la corriente de deriva sumando vectorialmente la ruta estimada basándose en parámetros de navegación medidos en un instante dado y la ruta real seguida por el buque. Sin embargo, esta técnica no permite efectuar una medida precisa y en tiempo real de la corriente de superficie, puesto que, en especial, precisa de un conocimiento *a posteriori* de la ruta seguida realmente por el buque.

Parámetro viento marino:

La medida del viento en la superficie de los océanos se puede efectuar mediante medios análogos a los descritos para la medida de la corriente de superficie. Consiste una solución en utilizar un anemómetro y una veleta instalada sobre una boya. Otra solución consiste en utilizar medidas de radar, que pueden ser terrestres o vía satélite (medida del viento por difusometría o formación de imágenes SAR). Estas soluciones adolecen de los mismos inconvenientes que los apuntados para la medida de la corriente, a saber, costes elevados de puesta en práctica y de mantenimiento, escasas coberturas espaciales cuando la solución permite una medida de alta resolución espacial y temporal (caso de las medidas de viento en puntos fijos) y, a la inversa, una amplia cobertura espacial pero con una escasa resolución espacial y temporal (caso de los medios vía satélite).

Más generalmente, el aprovechamiento de parámetros ambientales tales como el viento y la corriente para optimizar la ruta de un buque está ampliamente extendido. El documento KR 2013/0104860 describe un procedimiento de control de trayecto de un buque, que utiliza información fija, que contiene datos de carga del buque, datos de marea e información variable, que contiene datos de posición del buque, datos de meteorología. Esta información permite calcular una pluralidad de puntos secundarios donde el buque puede alcanzar su velocidad de crucero en un tiempo dado, lo cual permite determinar un trayecto óptimo.

El documento US 2012/0259489 describe por ejemplo un sistema de pilotaje automático de un buque que permite optimizar su ruta tomando en cuenta parámetros ambientales tales como el viento y la corriente medidos con el concurso de sensores instalados a bordo del buque. El sistema de optimización presentado consiste en adaptar la velocidad de superficie del buque (es decir, su régimen de motor) con el fin de seguir una ruta sobre el fondo planificada (es decir, dictada, y no real). El sistema descrito precisa efectuar medidas de parámetros ambientales tales como el viento y la corriente en la posición del buque con el concurso de sensores específicamente instalados a bordo. Asimismo, precisa conocer la velocidad de superficie del buque, determinada con el concurso de otro sensor embarcado dedicado al efecto y enlazado directamente con el bloque motor. El documento EP 0319395 describe asimismo un sistema de control o de ayuda a la navegación marítima que hace uso de datos ambientales

tales como el viento y la corriente. Al igual que para el sistema citado anteriormente, este documento describe un sistema que precisa de la instalación a bordo del buque de un sensor de velocidad para medir la velocidad de superficie del buque, medida de velocidad de la que se puede sacar provecho para inferir una medida de la corriente de deriva.

- 5 Estos dos últimos documentos mencionan asimismo la utilización de bases de datos estadísticas (tales como atlas de corriente) o de modelos de previsiones, datos por naturaleza diferentes de medidas reales. Estos datos no tienen la precisión requerida para determinar la velocidad de superficie real del buque de que se trate en un instante dado o la corriente de deriva real en la proximidad, por cuyo motivo estos documentos describen asimismo la utilización de medidas realizadas con el concurso de sensores embarcados como complemento para paliar esta dificultad.
- 10 La finalidad de la presente invención es paliar estos inconvenientes y proponer un procedimiento que permita calcular la velocidad de superficie de un buque y medir las corrientes marinas de superficie y el viento, a la vez que es simple en su puesta en práctica.

Descripción de la invención

- 15 La invención propone un procedimiento de cálculo del vector superficie de al menos un buque y de cálculo de cada vector deriva en todo punto de la trayectoria de dicho buque, de conformidad con las reivindicaciones independientes 1 y 9. Asimismo, la invención propone un producto de programa de ordenador de conformidad con la reivindicación independiente 12.

20 Un Sistema de Identificación Automática, denominado seguidamente AIS (Automatic Identification System) y especificado en el documento UIT 1371.1 y sus sucesivas versiones, es un sistema de telecomunicación VHF; el VDES (VHF Data Exchange System) en fase de desarrollo en las organizaciones de normalización internacionales, adosado al AIS, es considerado en el procedimiento como parte del sistema AIS. El AIS permite el intercambio de información automatizado entre buques, como por ejemplo la identidad, la posición, el rumbo, la velocidad, el cargamento... Por el litoral hay desplegadas estaciones AIS costeras que permiten regular estas transmisiones automatizadas y recoger la información transmitida por los buques situados dentro del alcance VHF de estos equipos. Numerosos países en el mundo disponen de redes AIS y reciben en tiempo real información sobre la trayectoria de los buques. Existen otros sistemas de recogida de datos y de localización, como por ejemplo los radares costeros o vía satélite, el LRIT (Long Range Identification and Tracking), el VMS (Vessel Monitoring System). Estos sistemas utilizan medios de telecomunicación vía satélite tales como Inmarsat (nombre de la empresa: International maritime satellite organization), Iridium (nombre de la empresa que designa un sistema global de telecomunicación) o Argos (sistema mundial de localización y de recogida de datos con posicionamiento georreferenciado por satélite) para transmitir información de trayectoria de los buques.

30 La invención propone un procedimiento de cálculo del vector superficie de al menos un buque que opera con motor en régimen de crucero, caracterizado por que comprende las siguientes etapas en una posición determinada de dicho buque:

- 35 a) obtener parámetros de dicho buque, entre ellos la posición, el rumbo, la velocidad sobre el fondo, la ruta sobre el fondo;
- b) obtener medidas seleccionadas de entre el viento y la corriente, con el concurso de medios externos a dicho buque, efectuándose dichas medidas en la proximidad de dicho buque;
- 40 c) definir el vector deriva a partir de una o de las medidas obtenidas en la etapa b) seleccionadas de entre el viento y la corriente;
- d) definir el vector fondo a partir de los parámetros seleccionados de entre la posición, la velocidad sobre el fondo y la ruta sobre el fondo obtenidos en la etapa a);
- e) calcular la intensidad y la dirección del vector superficie del buque.

45 Se entiende por medida una magnitud física observada en un medio dado y obtenida con el concurso de un sensor. Una medida de corriente de superficie en un instante y en una posición dada corresponde, por ejemplo, a un valor de la corriente observado realmente y adquirido con el concurso de un instrumento de medida.

Se entiende por los datos provenientes de una base de datos, cualesquiera datos provenientes de medidas, procesados o no.

Se entiende por buque, un buque que opera con el concurso de un motor.

50 Se entiende por posición de un buque, su posición geográfica en un instante dado.

Se entiende por proximidad de un buque, la proximidad espacial y temporal. La proximidad espacial puede estar definida por una zona centrada en la posición de dicho buque y de radio inferior o igual a 2 km, o también inferior o

- 5 igual a 10 km. Se puede considerar asimismo, en ciertos casos, una zona más extensa alrededor del buque, por ejemplo que tenga un radio de varias decenas de kilómetros, típicamente una cincuentena de kilómetros. La proximidad temporal está definida por un intervalo de tiempo de dos horas centrado en un momento dado. Se puede considerar asimismo, en ciertos casos, un intervalo de tiempo más extenso, típicamente de 7 horas. Por ejemplo, se entiende por recogida de un parámetro como el viento en la proximidad de un buque, la recogida del viento en una zona geográfica centrada en la posición del buque en un instante dado y que puede ser efectuada hasta una hora antes de que el buque pase por esa posición geográfica y hasta una hora después.
- 10 Se entiende por medios externos, cualesquiera medios de teledetección tales como sistemas radar u óptico o de telerrecepción tales como el AIS, Iridium, Inmarsat o Argos, por ejemplo, no embarcados a bordo de un buque y que permiten recoger al menos un parámetro de dicho buque tal como la posición, el rumbo, la velocidad sobre el fondo, la ruta sobre el fondo así como el viento y la corriente en la proximidad.
- 15 Se entiende por velocidad de crucero, la velocidad de un buque correspondiente a un régimen de los motores constante durante una o varias fases del trayecto entre la salida del puerto de partida y la entrada en el puerto de llegada. Esta velocidad de crucero no comprende las fases de aceleración y de desaceleración en la salida del puerto de partida y a la llegada al puerto de destino. El trayecto de un buque entre su puerto de partida y su puerto de llegada puede incluir varias fases de navegación durante las cuales los regímenes de motor difieren. Dentro del ámbito de la presente invención, se considera que durante todas estas fases el buque opera a velocidad de crucero.
- 20 Se entiende por rumbo del buque, la dirección en la que apunta su roda o también el ángulo que forman el norte y la dirección apuntada por su roda.
- Se entiende por vector superficie, el vector velocidad cuya dirección viene dada por el rumbo del buque y cuya norma corresponde al valor de la velocidad de desplazamiento del buque en un sistema de referencia ligado a la superficie del agua.
- Se entiende por velocidad de superficie, la norma del vector superficie.
- 25 Se entiende por vector deriva, el vector velocidad resultante de la acción del viento y de la corriente sobre el buque y su cargamento. Cabe considerar asimismo en ciertos casos la acción del mar de fondo.
- Se entiende por vector fondo, el vector velocidad cuya dirección viene dada por la dirección de desplazamiento del buque y cuya norma corresponde al valor de la velocidad de desplazamiento del buque en un sistema de referencia ligado al fondo marino.
- 30 Se entiende por ruta sobre el fondo, el ángulo entre la dirección seguida por el buque sometido a la deriva debida al viento o a la corriente y el norte.
- Se entiende por velocidad sobre el fondo, la norma del vector fondo.
- Se entiende por corriente, un valor de la corriente caracterizado por su intensidad y su dirección a una profundidad comprendida entre 0 y 20 metros. Cabe considerar asimismo en ciertos casos una profundidad comprendida entre 0 y 40 metros o también entre 0 y 200 metros.
- 35 Se entiende por viento, un valor del viento caracterizado por su intensidad y su dirección a una altitud comprendida entre 0 y 10 metros. Cabe considerar asimismo en ciertos casos una altitud comprendida entre 0 y 30 metros o también entre 0 y 100 metros.
- Las ventajas del procedimiento permiten:
- 40 - calcular la velocidad de superficie de dicho buque en régimen de crucero con el concurso de medios externos a dicho buque, es decir, sin que esta velocidad sea medida directamente mediante un instrumento especializado embarcado a bordo de dicho buque (loch o sensor conectado al motor, por ejemplo);
- 45 - calcular la velocidad de superficie de dicho buque en régimen de crucero con el concurso de medios externos a dicho buque, haciendo uso de medidas de corriente y de viento recogidas en la proximidad de dicho buque con el concurso de medios externos, es decir, sin utilizar instrumentos especializados embarcados a bordo del buque, por ejemplo (VM-ADCP o anemómetro, por ejemplo);
- medir y recoger en tierra o a bordo de otro buque la velocidad de superficie de dicho buque basándose solamente en información de navegación recogida con el concurso de medios de teledetección tal como un radar o de telerrecepción tal como el AIS, por ejemplo, y ello cualesquiera que sean las condiciones de navegación de dicho buque (condiciones de carga y régimen de motor, por ejemplo);
- 50 - hacer uso de infraestructuras existentes de vigilancia del tráfico marítimo para medir la velocidad de superficie de numerosos buques simultáneamente, y ello cualquiera que sea la carga de los buques de que se trate;

- 5 - paliar un problema conocido desde hace mucho tiempo pero irresoluto hasta la fecha: calcular en condiciones operativas y simultáneamente la velocidad de superficie de una multitud de buques que operan en vastas extensiones. Es destacable, por otro lado, que se utilizan medios existentes desde hace muchos años, como los medios externos de medida de parámetros ambientales (por ejemplo: el viento y la corriente) y medios de recogida de parámetros de navegación (por ejemplo: el AIS) para calcular la velocidad de superficie de varios buques sin precisar hacer uso específicamente de medios de medida de velocidad de desplazamiento en dichos buques.

En una forma de realización, los parámetros de la etapa a) o las medidas de la etapa b) se adquieren en tiempo real.

- 10 Se entiende por tiempo real, el hecho de que los valores de los parámetros se transmiten o recogen por medio de procesamiento sin esperar al final de la campaña de medidas. Por ejemplo, los parámetros medidos con el concurso de sensores instalados en los buques y transmitidos por AIS se emiten en tiempo real. Se consideran asimismo como realizadas en tiempo real medidas de parámetros efectuadas a partir de un radar costero y transmitidas a un medio de procesamiento. La recogida de parámetros mediante un medio de satélite que tiene que sobrevolar una estación en tierra antes de transmitir sus medidas se considera asimismo como realizada en tiempo real.

- 15 En una forma de realización, los parámetros de la etapa a) o las medidas de la etapa b) se adquieren en tiempo diferido.

Se entiende por tiempo diferido el hecho de que los valores de los parámetros no se transmiten en tiempo real. Se consideran como datos accesibles en tiempo diferido, por ejemplo, datos almacenados en un fichero y procesados al término de una campaña de medidas.

- 20 En una forma de realización, la obtención de los parámetros de la etapa a) se efectúa durante un intervalo de tiempo de al menos dos segundos.

- 25 La aplicación del procedimiento durante un tiempo de al menos dos segundos permite recoger varias informaciones de posición, de rumbo, de velocidad sobre el fondo y de ruta sobre el fondo para un mismo buque cuando estos datos son transmitidos por AIS. Es posible entonces aplicar el procedimiento en varias posiciones del buque al propio tiempo que se utilizan los mismos datos ambientales recogidos en la etapa b). Los múltiples valores del vector superficie obtenidos pueden ser promediados, por ejemplo, para consolidar el cálculo del vector superficie.

En el caso de una zona costera con una marea, es preferible obtener parámetros durante al menos un medio ciclo de marea. La obtención de los parámetros permite prescindir de parámetros ambientales para calcular la velocidad de superficie en régimen de crucero, esto es:

- 30 - haciendo un cálculo estadístico sobre un gran número de valores de velocidad sobre el fondo en orden a anular "en promedio" la deriva y considerar entonces que la velocidad sobre el fondo promedio es igual a la velocidad de superficie,
- 35 - limitándose a algunos valores escogidos cuando el rumbo del buque y la ruta sobre el fondo del buque son iguales u opuestos; el procedimiento de cálculo de la velocidad de superficie se ve mejorado limitándose al tratamiento de datos característicos de la dinámica del buque como datos correspondientes a los instantes en que la velocidad sobre el fondo es mínima, la velocidad sobre el fondo, máxima o también cuando la velocidad en deriva es nula.

En una forma de realización, los parámetros de la etapa a) son recogidos mediante medios de teledetección externos a dicho buque, tales como sistemas radar u óptico.

- 40 En otra forma de realización, los parámetros de la etapa a) son receptados por medios receptores y emitidos por el buque con el concurso de un medio de telecomunicación, tal como el AIS, Iridium, Inmarsat o Argos.

- 45 De este modo, el procedimiento puede aplicarse en buques que disponen o no disponen de medios de telecomunicación para transmitir los parámetros del buque. El procedimiento permite asimismo utilizar un medio suplementario para consolidar la información de posición y de velocidad sobre el fondo obtenida mediante AIS, Argos, Iridium o Inmarsat. Esta información teledetectada permite aplicar el procedimiento sin estar en el buque.

En una forma de realización, la etapa d) es realizada por un sistema no situado a bordo del buque.

En una forma de realización, el cálculo de la etapa e) de la intensidad y la dirección del vector velocidad de superficie del buque se efectúa sumando el vector deriva y el vector fondo obtenidos en las etapas c) y d).

En una forma de realización, dicho procedimiento comprende las siguientes etapas:

- 50 - obtener una serie de valores de la velocidad sobre el fondo de dicho buque en diferentes instantes, valores calculados a partir de al menos dos posiciones de dicho buque,

- procesar la serie de valores en diferentes instantes obtenida en la etapa precedente con el concurso de una técnica de procesamiento de la señal adaptada para filtrar las componentes de la señal debidas a la corriente de superficie o al viento,
- calcular el valor de la velocidad de superficie de dicho buque en régimen de crucero a partir del resultado del procesamiento de la serie de valores.

5 En otra forma de realización, la serie de valores de la velocidad sobre el fondo del buque se constituye a partir de valores correspondientes a instantes en que el vector superficie del buque es colineal a su vector fondo.

De acuerdo con esta forma de realización, en el procesamiento de señal, el vector superficie es colineal al vector fondo. Limitándose a algunos valores escogidos cuando el rumbo del buque y la ruta sobre el fondo del buque son iguales u opuestos, se mejora el procedimiento de cálculo de la velocidad de superficie limitándose al proceso de datos característicos de la dinámica del buque, como datos correspondientes a los instantes en que la velocidad sobre el fondo es mínima, la velocidad sobre el fondo, máxima o también cuando la velocidad de deriva es nula.

En otro ejemplo de forma de realización, la colinealidad de los vectores fondo y superficie no es estricta y los vectores fondo y superficie son colineales cuando su eje difiere en menos de 5 grados.

15 En una forma de realización, dicho procedimiento comprende una etapa de representación del vector deriva del buque o de sus componentes ligadas al viento o a la corriente en tiempo real o en tiempo diferido en un espacio determinado.

El procedimiento permite la presentación de la corriente o del viento para la interpretación de la información por el usuario final. El procedimiento permite asimismo obtener una alta resolución espacial y temporal de las medidas, a la vez que es en tiempo real.

De acuerdo con un segundo aspecto, la invención concierne asimismo a un procedimiento de cálculo de cada vector deriva en todo punto de la trayectoria de un buque que opera con motor a velocidad de crucero, éste comprende las siguientes etapas:

- aa)- puesta en práctica del procedimiento de cálculo de la velocidad de superficie de un buque según una de las citadas formas de realización,
- bb)- obtener en todo punto de la trayectoria del buque unos parámetros, entre ellos, la posición, el rumbo, la velocidad sobre el fondo, la ruta sobre el fondo,
- cc)- calcular en todo punto de la trayectoria del buque el vector deriva sumando el vector superficie cuya norma se ha calculado en la etapa aa) y el vector fondo calculado a partir de los parámetros obtenidos en la etapa bb).

Las ventajas del procedimiento permiten:

- medir parámetros ambientales tales como el viento o la corriente en cada posición de dicho buque con el concurso de medios externos a dicho buque, sin que estos parámetros sean medidos directamente por un instrumento especializado embarcado a bordo del buque;
- medir y recoger, en tierra o a bordo de otro buque, parámetros ambientales tales como el viento o la corriente en cada posición de dicho buque;
- medir y recoger parámetros ambientales tales como el viento o la corriente en zonas situadas fuera de alcance de los medios de teledetección costeros tales como medios de radar u óptico;
- medir y recoger parámetros ambientales tales como el viento o la corriente. Siendo estas medidas más precisas que las obtenidas con el concurso de medios de teledetección por satélite radar u óptico;
- medir y recoger información ambiental sobre vastas zonas debido a los largos trayectos efectuados por numerosos buques;
- obtener medidas repetibles, es decir, efectuadas en zonas geográficas idénticas pero en instantes diferentes;
- tener un escaso coste de explotación y de producción debido al reaprovechamiento de infraestructuras existentes y desplegadas para otras necesidades.

Asimismo, la invención concierne a un producto de programa de ordenador que comprende una serie de instrucciones que, cuando se carga en un ordenador, lleva consigo la ejecución por parte de dicho ordenador de las etapas del procedimiento.

Breve descripción de las figuras

Otras características y ventajas de la invención se irán poniendo de manifiesto a la vista de la descripción que sigue, realizada basándose en los dibujos que se acompañan. Estos ejemplos vienen dados a título no limitativo. La descripción habrá de leerse en relación con los dibujos que se acompañan, en los cuales:

- 5 la figura 1 representa una vista esquemática de los diferentes vectores en una posición de un buque por su trayectoria,
- la figura 2 representa un gráfico de lecturas de velocidad sobre el fondo,
- la figura 3 representa los vectores corriente medidos con el concurso del procedimiento objeto de la presente invención a lo largo de la trayectoria de un buque dado,
- 10 la figura 4 representa una carta en la que están representados los vectores corriente de superficie calculados con el concurso del procedimiento,
- la figura 5 representa un gráfico que compara resultados de vector corriente medidos con el concurso de radar HF, de un modelo numérico, o del procedimiento según un ejemplo de realización,
- 15 la figura 6 representa un gráfico de los vectores corriente medidos con el concurso del procedimiento para un buque dado en todo punto de su trayectoria y en un lugar determinado,
- la figura 7 representa, en forma de diagrama lógico, etapas puestas en práctica en una forma particular de realización del procedimiento objeto de la presente invención,
- la figura 8 representa, en forma de diagrama lógico, etapas puestas en práctica en una forma particular de realización del procedimiento objeto de la presente invención, y
- 20 la figura 9 representa, en forma de un esquema, una representación de las etapas de medida del procedimiento en una forma particular de realización del procedimiento objeto de la presente invención.

Descripción de formas de realización de la invención

En la figura 1, se muestra un buque en régimen de crucero, éste experimenta los efectos del viento y de las corrientes marinas: su velocidad sobre el fondo U_f (relativa a un sistema de referencia ligado al fondo) varía proporcionalmente a las fuerzas de corriente y/o del viento ejercidas sobre el conjunto del buque (casco y cargamento).

La relación entre el vector fondo U_f de un buque y el vector superficie U_s (relativa a un sistema de referencia ligado a la superficie del agua) hace intervenir el vector deriva U_d : $U_f = U_s + U_d$.

La intensidad y la dirección del vector deriva están ligadas a la fuerza de la corriente marina y a la fuerza del viento que se aplican sobre el buque. Éste es el caso particularmente de un buque de gran altura libre que será sensible a la vez a las fuerzas ejercidas por el viento y la corriente. En el caso de un buque de baja altura libre para el cual se puede desprestigiar la fuerza del viento, el mismo tan solo experimentará la fuerza ejercida por la corriente. Entonces, el vector deriva será coincidente con el vector corriente.

El procedimiento consiste en utilizar la información de deriva de un buque en régimen de crucero para obtener la corriente y/o el viento (por ejemplo, en todo punto de su trayectoria) en un espacio determinado.

El procedimiento pretende, en primer lugar, caracterizar los diferentes vectores deriva, fondo y superficie.

En una posición dada a lo largo de su trayectoria 2, el buque 1 tiene una velocidad sobre el fondo señalada con U_f . Cuando el buque 1 está en régimen de crucero, en la etapa a) del procedimiento, es necesario obtener parámetros, entre ellos la posición, el rumbo, la velocidad sobre el fondo, la ruta sobre el fondo, a partir de datos accesibles en bases de datos o en tiempo real. En la etapa b) del procedimiento, es necesario obtener, mediante medios externos a dicho buque 1, al menos un parámetro seleccionado de entre el viento y la corriente en la proximidad de dicho buque 1 a partir de datos accesibles en bases de datos o en tiempo real. La etapa b) recupera información ambiental. Por ejemplo, el procedimiento recupera la corriente marina y/o el viento en esta posición o en una posición próxima. Es posible recuperar esta información aplicando el procedimiento en un buque próximo. Cabe asimismo la posibilidad de recuperar una serie de informaciones como la posición, el rumbo, la velocidad sobre el fondo y la ruta sobre el fondo del buque 1. La información velocidad sobre el fondo y ruta sobre el fondo también se puede calcular a partir de al menos dos posiciones de buques próximos. Es posible recuperar toda esta información a partir de un flujo de datos en tiempo real o a partir de una base de datos.

A continuación, en una etapa c), esta información sirve para definir el vector deriva U_d a partir de la corriente y/o del viento en la posición del buque. Dependiendo del viento y/o de la corriente, es posible definir el vector deriva ligado al buque. Por ejemplo, en el caso de un buque de baja altura libre, la corriente es la única deriva que va a

experimentar el buque. Mientras que en el caso de un buque de gran altura libre (ejemplo: un portacontenedores), el vector corriente (norma y dirección) y el vector viento (norma y dirección) sirven para definir el vector deriva U_d en una posición del buque.

Después de haber obtenido el vector deriva, es posible presentarlo en una carta marina.

5 A continuación, en una etapa d), esta información sirve para definir el vector fondo U_f .

La etapa e) sirve para calcular el vector U_s del buque. En efecto, mediante suma vectorial de la relación $U_f - U_d$, se obtiene el vector U_s .

Después de haber obtenido el vector U_s , es posible presentarlo en una carta marina.

10 En la figura 2 se muestra otra manera de proceder para el cálculo del vector superficie U_s . En esta figura, se han recuperado varios datos. La ordenada de esta figura corresponde a la norma del vector fondo, señalada con N_f , y la abscisa corresponde al tiempo, señalado con t . El trazado de los valores de N_f , señalado con 3a, representa el conjunto de los valores de N_f durante varios ciclos de marea. La curva tiene un pseudoperíodo correspondiente a la oscilación de la marea en el caso en que el buque navega en una zona influida por las corrientes de marea. La curva 3b representa los valores N_f procedentes de los mismos valores N_f pero tras la aplicación de un filtrado de la onda de marea.

15 Para filtrar la onda de marea, es posible utilizar un método convencional de procesamiento de señal aplicando, por ejemplo, un filtro de Demerliac a los datos recogidos. Este filtrado tiene como efecto el suprimir la influencia de la corriente de marea sobre el juego de datos. En efecto, ésta es la corriente dominante en abundantes zonas del globo, como por ejemplo en el canal de la Mancha.

20 Los círculos 4 representan los instantes en que los vectores fondo y los vectores superficie son colineales.

El promedio o la media de varios valores de la norma N_f es una aproximación de la intensidad de la velocidad de superficie. Se mejora la precisión de la aproximación de N_s a partir de los valores de N_f aumentando el número de valores de N_f que entran en el cálculo del promedio o de la media, o bien seleccionando datos procedentes de posiciones escogidas cuando los vectores fondo y superficie son colineales. En esos momentos, el vector deriva es, bien nulo, bien opuesto al sentido de desplazamiento del buque, o bien en el mismo sentido que el sentido de desplazamiento del buque. Por lo tanto, mediante este método, se obtiene la norma del vector superficie U_s .

25 El procedimiento permite representar cada vector deriva y sus componentes debidas al viento o a la corriente en una carta marina en todo punto de la trayectoria de un buque.

30 El hecho de haber calculado el vector superficie en régimen de crucero para cada buque permite calcular el vector deriva para cada posición de los buques. En efecto, conociendo el vector superficie U_s en régimen de crucero y el vector fondo U_f , es posible calcular, con el concurso de la relación $U_s = U_f + U_d$, todos los vectores deriva en cada posición del buque. Es posible entonces tener una imagen de los vectores deriva en tiempo real y en tiempo diferido.

La figura 3 representa el procedimiento de deducción de los vectores deriva, superficie y fondo en un espacio determinado para otra posición del buque.

35 El procedimiento de deducción comprende la recogida y la lectura de información relativa a los parámetros de la posición, del rumbo, de la ruta sobre el fondo de un buque que opera a velocidad de crucero en diferentes instantes determinados.

40 El procedimiento de deducción comprende asimismo la puesta en práctica del procedimiento de cálculo de parámetros vista anteriormente para cada posición recogida del buque 1, en orden a obtener la intensidad y la dirección de cada vector deriva en todo punto de la trayectoria de un buque.

Sobre el buque 1 están posicionados el vector fondo U_{f1} , el vector superficie U_{s1} y el vector deriva U_{d1} . El ángulo que forman el vector superficie U_{s1} y el vector fondo U_{f1} está señalado con α_1 . Aplicando el procedimiento y la relación $U_f = U_s + U_d$, es posible obtener, en cualquier posición del buque, el vector deriva.

45 En esta figura 3 y para otra posición del buque 1, se ha representado el vector fondo U_{f2} , el vector superficie U_{s2} y el vector deriva U_{d2} . El ángulo que forman el vector superficie U_{s2} y el vector fondo U_{f2} está señalado con α_2 .

50 La figura 4 representa resultados obtenidos con el concurso del procedimiento objeto de la presente invención. Se representan vectores corriente en el canal de la Mancha y en el Atlántico en la posición de numerosos buques haciendo uso de parámetros de buques recogidos con el concurso de tres receptores AIS instalados en la costa (un vector por buque). En esta figura, se comparan medidas realizadas con el concurso de dos radares HF (zona situada en el interior del cuadro negro 5) y resultados del procedimiento puesto en práctica según un ejemplo de realización que permite medir la corriente en vastas zonas geográficas. Esta figura muestra perfectamente que el procedimiento permite ser utilizado a reducidos costes sin hacer uso de sensores de medida de viento o de corriente embarcados a

bordo de los buques.

La figura 4 ilustra de manera destacable la ganancia obtenida en cuanto a superficie de zona de medida merced al procedimiento en consideración a lo que convencionalmente se hace con el concurso de radares HF. Los vectores representados dentro del cuadro 5 situado en el centro de la carta han sido medidos con el concurso de dos radares HF. Estos están alineados con los vectores situados en el exterior del cuadro 5 y escasamente alejados de la zona que delimita. Todos los demás vectores situados en el canal de la Mancha y en el Atlántico han sido calculados con el concurso del procedimiento antes descrito utilizando parámetros de navegación de buques recogidos con el concurso de 3 receptores AIS.

Contrariamente a las ideas preconcebidas dentro de los campos de la navegación y de la medida de parámetros meteorológico-oceánicos, los procedimientos de cálculo de la velocidad de superficie de al menos un buque y de deducción de cada vector deriva en todo punto de la trayectoria de dicho buque antes descritos, destacables por que utilizan medios de medida de parámetros ambientales externos a dicho buque y parámetros de navegación adquiridos cuando dicho buque navega con motor en régimen de crucero, proporcionan resultados de una gran precisión, al menos comparable a la precisión de las medidas obtenidas con el concurso de los onerosos sistemas que más corrientemente se utilizan (radar HF, altimetría espacial en lo relativo a la medida de corriente, por ejemplo).

Dentro del campo de la medida de parámetros ambientales tales como el viento y la corriente, la calidad sorprendente de las medidas obtenidas con el concurso del procedimiento objeto de la presente invención permite contemplar su aplicación en zonas geográficas muy vastas, a un coste excepcionalmente bajo.

La figura 5 representa un gráfico que muestra la componente oeste-este del vector corriente medido en cada posición de un buque dado en función de la latitud. Esta figura 5 ilustra el carácter altamente cualitativo de las medidas de corriente obtenidas con el concurso del procedimiento objeto de la presente invención.

El gráfico compara varios resultados entre:

- los resultados de medidas realizadas con el concurso de dos radares HF en la posición de un buque dado (representados en forma de círculos 6): la curva representada es creciente y de escasa longitud, ilustrando así los límites en cuanto a cobertura espacial de medidas efectuadas por HF en consideración a medidas realizadas con el concurso del procedimiento objeto de la presente invención.
- Los resultados obtenidos con el concurso de un modelo numérico en la posición del buque (representados mediante rombos, 7); esta curva sinusoidal permite evidenciar las variaciones de la corriente de superficie en el canal de la Mancha ligadas a la señal de marea. Esta curva no presenta un resultado de medición, por lo que no proporciona más que una estimación de la corriente real.
- Los resultados obtenidos con el concurso del procedimiento objeto de la presente invención (representados mediante asteriscos, 8). Esta curva es asimismo sinusoidal y evoluciona de la misma manera que la curva que presenta resultados obtenidos con el concurso de un modelo numérico.

Esta figura permite evidenciar que el procedimiento objeto de la presente invención da razón de las variaciones de corriente debidas a la marea, y ello de manera más precisa que el radar HF. En efecto, la curva constituida de círculos se aleja de la curva constituida de rombos en su extremo derecho, contrariamente a la curva constituida de asteriscos.

La figura 6 ilustra vectores corriente 9 medidos con el concurso del procedimiento objeto de la presente invención en todo punto de la trayectoria de un buque dado en un espacio determinado.

La figura 7 representa el procedimiento de cálculo del vector superficie de al menos un buque objeto de la presente invención, e incluye:

- una etapa de obtención 20 de parámetro de navegación;
- una etapa de medida 21 de parámetro en la proximidad del buque;
- una etapa de definición 22 de un vector deriva;
- una etapa de definición 23 de un vector fondo;
- una etapa de cálculo 24 de la intensidad y de la dirección del vector superficie;

En el curso de la etapa 20, se recogen parámetros de navegación en tiempo real o en tiempo diferido.

En el curso de la etapa 21, se efectúan medidas de viento y/o de corriente (dirección e intensidad) en la proximidad del buque; estas medidas, bien son efectuadas con el concurso de un medio de teledetección que permite efectuar las medidas sin utilizar un sensor embarcado a bordo del buque, o bien son efectuadas con el concurso de medios

de medida situados en la proximidad del buque (pero no embarcados) y teletransmitidas hacia un centro en tierra o hacia otro buque con el concurso de un medio de telecomunicación tal como el AIS o Argos, por ejemplo.

En el curso de la etapa 22, se calcula el vector deriva utilizando las medidas de corriente y/o de viento obtenidas en la etapa 21.

- 5 En el curso de la etapa 23, se calcula el vector fondo con el concurso de los parámetros de navegación obtenidos en la etapa 20.

En el curso de la etapa 24, se calcula el vector superficie utilizando los resultados de las etapas 22 y 23; el vector superficie se obtiene sumando el vector fondo y el vector deriva.

- 10 La figura 8 representa el procedimiento de deducción de cada vector deriva en todo punto de la trayectoria de dicho buque de la presente invención, e incluye:

- una etapa de cálculo 25 de la velocidad de superficie del buque;
- una etapa de obtención 26 de parámetro de navegación del buque;
- una etapa de cálculo 27 del vector deriva.

- 15 En el curso de la etapa 25, se calcula la velocidad de superficie del buque en un instante dado con el concurso del procedimiento descrito en la figura 7.

En el curso de la etapa 26, se recogen parámetros de navegación del buque en tiempo real o en tiempo diferido, en todo instante o en todo punto de la trayectoria del buque en un espacio determinado. Estos parámetros permiten calcular la velocidad sobre el fondo.

- 20 En el curso de la etapa 27, se suman el vector fondo y el vector superficie para calcular el vector deriva en todo punto de la trayectoria. La norma del vector superficie utilizada en esta etapa es la obtenida en la etapa 25.

La figura 9 presenta el funcionamiento general del procedimiento:

- una etapa de medida de corriente y de viento en una zona 30 en la proximidad del buque en un instante T1, sin utilizar sensores embarcados a bordo del buque; estas medidas se pueden transmitir en tiempo real o en tiempo diferido hacia un centro en tierra o hacia otro buque distinto a aquél en el que se aplica el procedimiento, que disponga de capacidades de telecomunicación o de procesamiento y, eventualmente, de teledetección, véase cuadro negro 32,
 - una etapa de cálculo de la velocidad de superficie del buque en un instante T1 utilizando los parámetros de navegación de dicho buque y las medidas 31 de corriente y de viento obtenidas a T1,
 - una etapa de cálculo de la corriente en un instante T2 cuando el buque ya no está en la zona de proximidad en la que se han efectuado las medidas de corriente y de viento; el cálculo se efectúa sumando el vector superficie calculado a T1 y la velocidad sobre el fondo obtenida a T2 por el centro en tierra o el otro buque.
- 25
- 30

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de cálculo del vector superficie de al menos un buque (1) y cálculo de cada vector deriva en todo punto de la trayectoria de dicho buque (1) que opera con motor en régimen de crucero, que comprende las siguientes etapas aa) a cc):
 - 5 - aa) puesta en práctica del procedimiento de cálculo de la velocidad de superficie de dicho buque (1) según las siguientes etapas a) a e) efectuadas en una posición determinada de dicho buque (1):
 - a) obtener parámetros de dicho buque (1), entre ellos la posición, el rumbo, la velocidad sobre el fondo, la ruta sobre el fondo;
 - 10 - b) obtener medidas seleccionadas de entre el viento y la corriente, con el concurso de medios externos a dicho buque (1), efectuándose dichas medidas en la proximidad de dicho buque (1), siendo dicha proximidad espacial y temporal, siendo la proximidad espacial una zona centrada en la posición de dicho buque y siendo la proximidad temporal un intervalo de tiempo;
 - c) definir el vector deriva a partir de una o de las medidas obtenidas en la etapa b) seleccionadas de entre el viento y la corriente;
 - 15 - d) definir el vector fondo a partir de los parámetros seleccionados de entre la posición, la velocidad sobre el fondo y la ruta sobre el fondo obtenidos en la etapa a);
 - e) calcular la norma y la dirección del vector superficie del buque (1) a partir del vector deriva de la etapa c) y del vector fondo de la etapa d);
 - bb) obtener los parámetros de navegación del buque (1), entre ellos la posición, el rumbo, la velocidad sobre el fondo, la ruta sobre el fondo, recogidos en tiempo real o en tiempo diferido en todo instante y en todo punto de la trayectoria del buque (1) en un espacio determinado para calcular la velocidad sobre el fondo;
 - cc) calcular, en todo punto de la trayectoria del buque (1), el vector deriva sumando el vector superficie cuya norma se ha calculado en la etapa aa) y cuya dirección viene dada por el rumbo del buque y el vector fondo calculado a partir de los parámetros obtenidos en la etapa bb).
- 20
- 25
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que los parámetros de la etapa a) o las medidas de la etapa b) se adquieren en tiempo real.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que los parámetros de la etapa a) o las medidas de la etapa b) se adquieren en tiempo diferido.
- 30 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 ó 3, caracterizado por que la obtención de los parámetros de la etapa a) se efectúa durante un intervalo de tiempo de al menos dos segundos.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que los parámetros de la etapa a) son recogidos mediante medios de teledetección externos a dicho buque.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que los parámetros de la etapa a) son receptados por medios receptores y emitidos por el buque (1) con el concurso de un medio de telecomunicación.
- 35 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la etapa d) se realiza mediante un sistema no situado a bordo del buque (1).
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que el cálculo de la etapa e) de la intensidad y la dirección del vector velocidad de superficie del buque (1) se efectúa sumando el vector deriva y el vector fondo obtenidos en las etapas c) y d).
- 40 9. Procedimiento de cálculo del vector superficie de al menos un buque (1) y cálculo de cada vector deriva en todo punto de la trayectoria de dicho buque (1) que opera con motor en régimen de crucero, que comprende las siguientes etapas aa) a cc):
 - 45 - aa) puesta en práctica del procedimiento de cálculo de la velocidad de superficie de dicho buque (1) según las siguientes etapas a) a c) efectuadas en una posición determinada de dicho buque (1):
 - a) obtener una serie de valores de la velocidad sobre el fondo de dicho buque (1) en diferentes instantes, valores calculados a partir de al menos dos posiciones de dicho buque (1),
 - b) procesar la serie de valores en diferentes instantes obtenida en la etapa precedente con el concurso de una técnica de procesamiento de la señal adaptada para filtrar las componentes de la

señal debidas a la corriente de superficie o al viento,

- c) calcular la norma del vector superficie de dicho buque (1) en régimen de crucero a partir del resultado del procesamiento de la serie de valores;
 - 5 - bb) obtener los parámetros de navegación del buque (1), entre ellos la posición, el rumbo, la velocidad sobre el fondo, la ruta sobre el fondo, recogidos en tiempo real o en tiempo diferido en todo instante y en todo punto de la trayectoria del buque (1) en un espacio determinado para calcular la velocidad sobre el fondo;
 - 10 - cc) calcular, en todo punto de la trayectoria del buque (1), el vector deriva sumando el vector superficie cuya norma se ha calculado en la etapa aa) y cuya dirección viene dada por el rumbo del buque y el vector fondo calculado a partir de los parámetros obtenidos en la etapa bb).
10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado por que la serie de valores de la velocidad sobre el fondo del buque (1) se constituye a partir de valores correspondientes a instantes en que el vector superficie del buque (1) es colineal a su vector fondo.
- 15 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que dicho procedimiento comprende una etapa de representación del vector deriva del buque (1) o de sus componentes ligadas al viento o a la corriente en tiempo real o en tiempo diferido en un espacio determinado.
- 20 12. Producto de programa de ordenador que comprende una serie de instrucciones que, cuando se carga en un ordenador, lleva consigo la ejecución por parte de dicho ordenador de las etapas del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11.

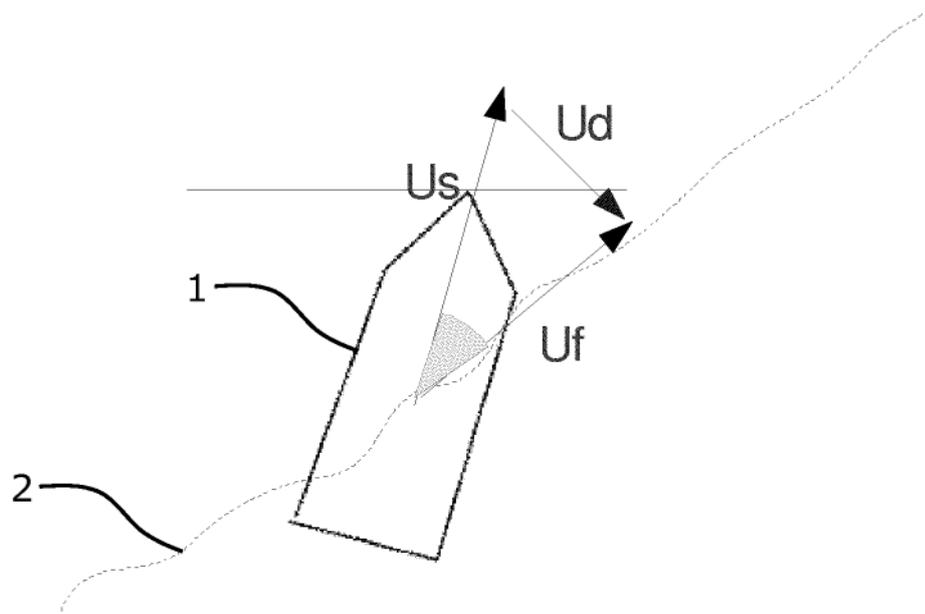


FIG. 1

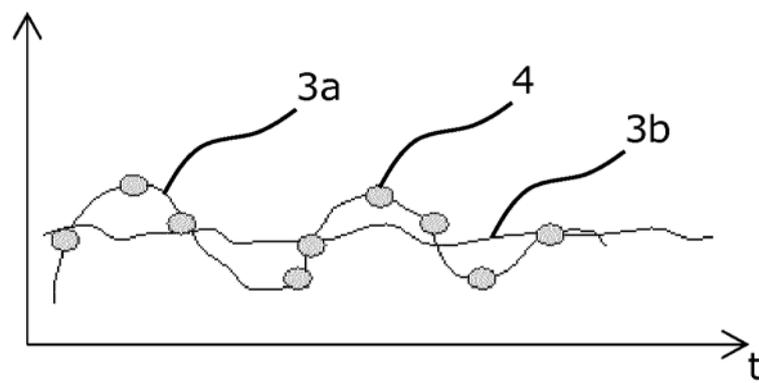


FIG. 2

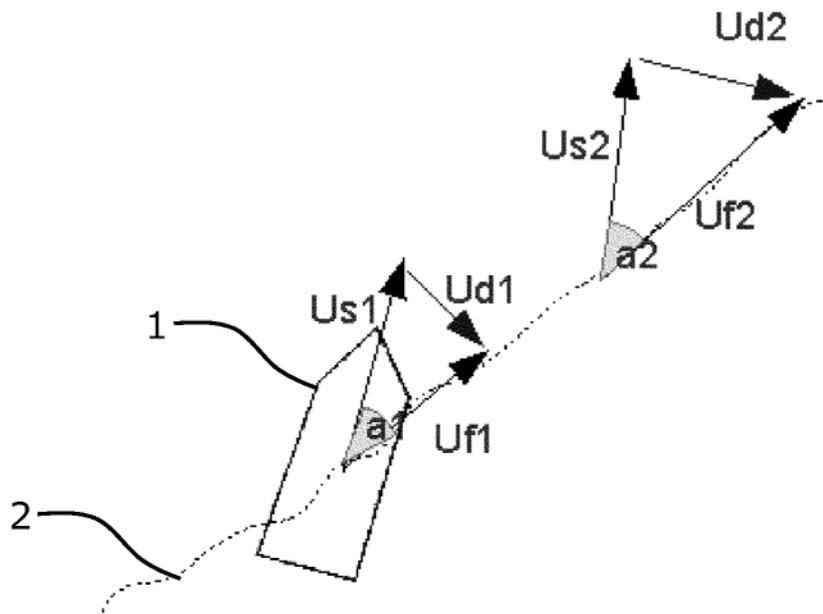


FIG. 3

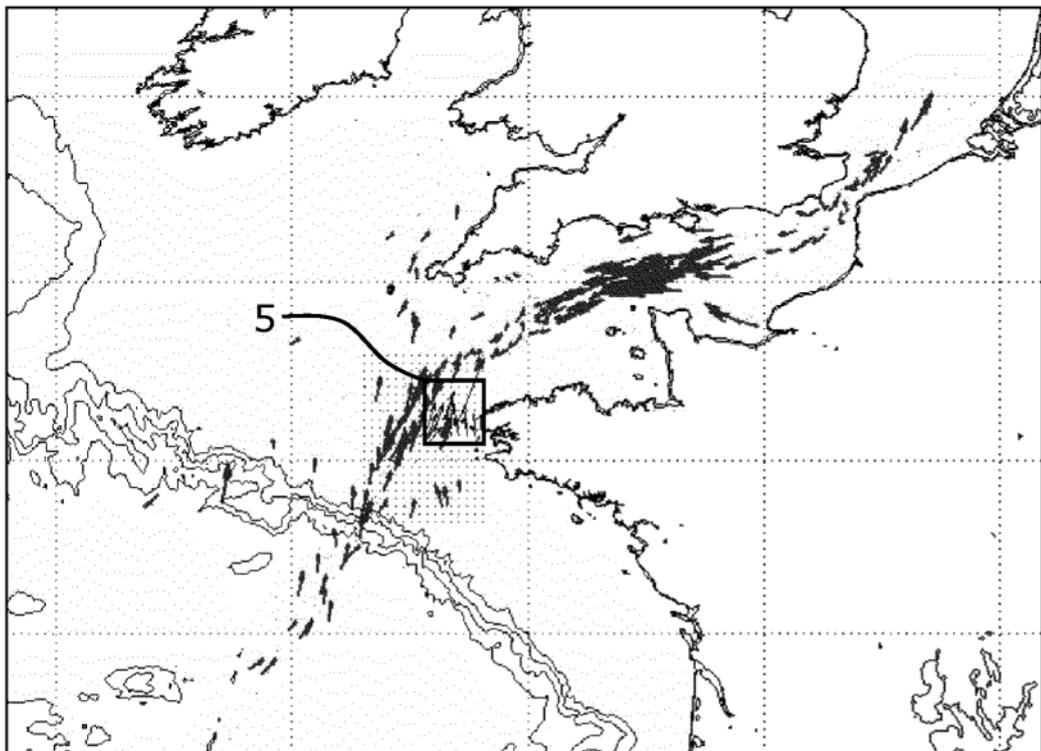


FIG. 4

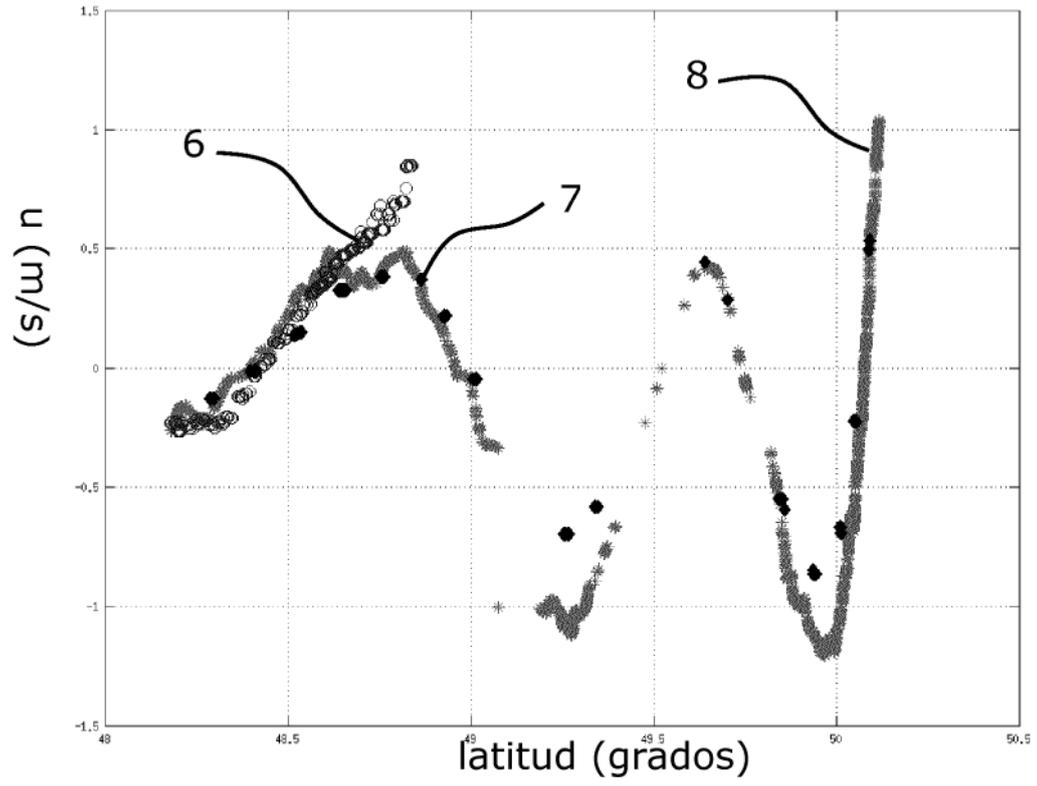


FIG. 5

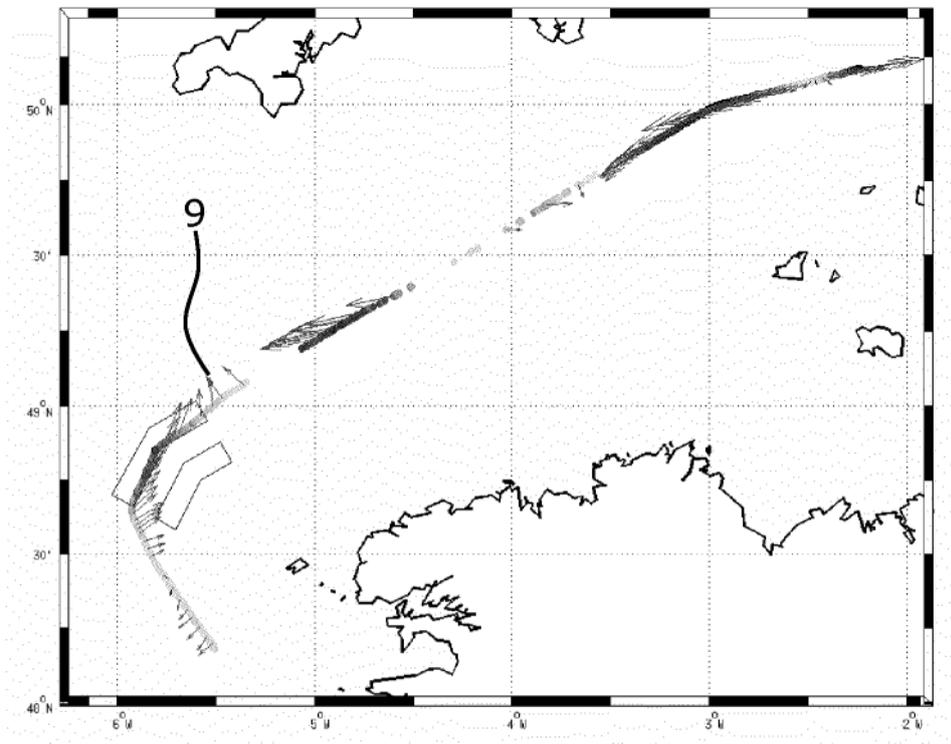


FIG. 6

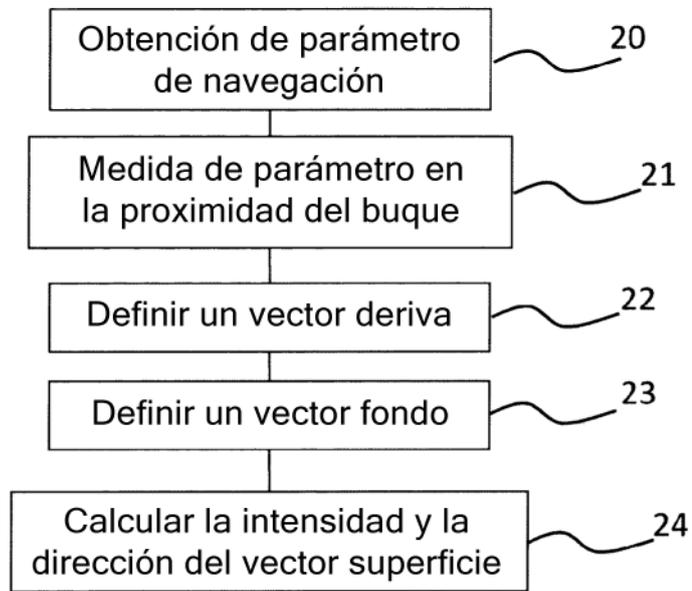


FIG. 7

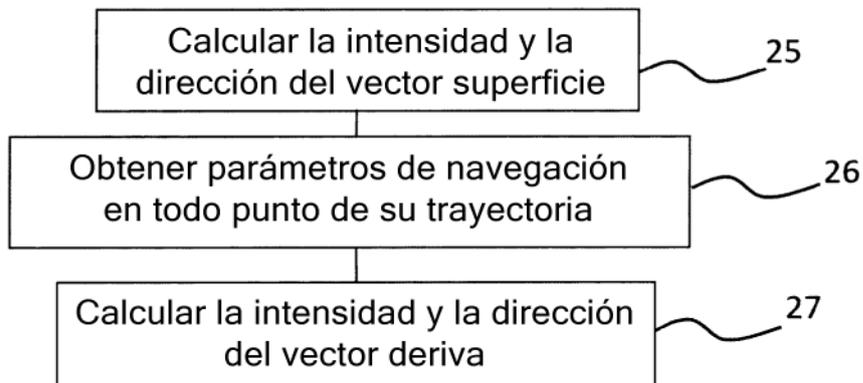


FIG. 8

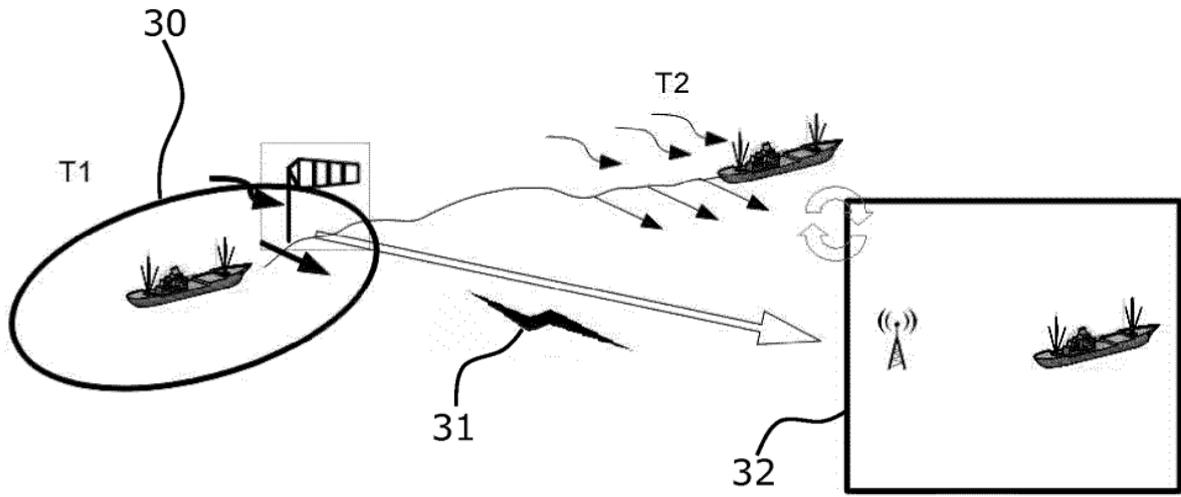


FIG. 9