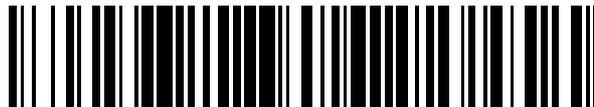


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 397 265**

51 Int. Cl.:

G08G 3/00 (2006.01)

G08G 3/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.07.2002 E 02255258 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.09.2012 EP 1280121**

54 Título: **Dispositivo para controlar la seguridad**

30 Prioridad:

28.07.2001 GB 0118476

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

05.03.2013

73 Titular/es:

**MACTAGGART SCOTT (HOLDINGS) LTD.
(100.0%)
P.O. BOX NO.1 HUNTER AVENUE
LOANHEAD MIDLOTHIAN EH20 9SP S, GB**

72 Inventor/es:

GRAY, ANTHONY JAMES

74 Agente/Representante:

BALLESTER CAÑIZARES, Rosalía

ES 2 397 265 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).

Dispositivo para controlar la seguridad

Descripción

[0001] La presente invención hace referencia principalmente a un método y un sistema para producir una salida que corresponde a un nivel de seguridad, particularmente en relación con una actividad sobre un cuerpo en movimiento. Un modo de realización de la presente invención hace referencia a un método y sistema para producir una salida indicativa de un nivel de seguridad para un buque en el mar, para que un usuario pueda evaluar los datos producidos para determinar si una tarea puede realizarse dentro de un límite de trabajo seguro.

[0002] El personal responsable de la seguridad y garantía de las aeronaves a bordo de barcos de guerra ha confiado durante muchos años en los límites de cabeceo y alabeo para formar la base de la información utilizada para determinar si pueden llevarse a cabo tareas dentro de una ventana de operación segura. Se conoce que estos límites son en algunos casos más que restrictivos, ya que en los momentos de emergencia se exceden sin que ocurran incidentes.

[0003] Los intentos de expandir la ventana de operación proporcionando información alternativa y más detallada en forma de datos relacionados con el rumbo del buque respecto a las olas (también denominado ángulo de encuentro con las olas) así como respecto a los límites de cabeceo y alabeo, o proporcionando datos basados en los gráficos polares de velocidad y en el estado del mar han sido, la mayoría, en vano ya que los usuarios no han sido capaces de interpretar fácil y objetivamente los datos adquiridos.

[0004] En particular, los gráficos de velocidad sufren un número de limitaciones, la mayor de las cuales es la determinación subjetiva del estado del mar, basada en la estimación de la altura y la dirección de la ola. Otras variables también pueden afectar la validez del gráfico de velocidad: los modelos usados en el programa de movimiento de embarcación para generar gráficos de velocidad se formulan a partir de modelos idealistas, y no incluyen los cambios en, por ejemplo, la masa de la embarcación, el centro de gravedad, la orientación de las velas, y la respuesta del estabilizador.

[0005] Entre los objetivos de los modos de realización de la presente invención se encuentra el de obviar o al menos mitigar uno de los inconvenientes mencionados arriba.

[0006] US 6.064.924 describe un sistema que toma muestras de la geometría de la superficie del mar para generar señales de ola, que se utilizan después para predecir el movimiento de la embarcación. Estas predicciones se comparan con los criterios del límite de operación de un helicóptero embarcado (SHOL) y se le proporciona entonces

una señal de mensaje a un piloto de helicóptero.

[0007] De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención se proporciona un método para producir una salida que corresponde con la habilidad para efectuar una operación dentro de un límite de seguridad en un buque en movimiento de acuerdo con la reivindicación 1.

[0008] De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención se proporciona un aparato de acuerdo con la reivindicación 22.

[0009] En una aplicación, el valor de salida se calcula para servir como una indicación objetiva de la seguridad al llevar a cabo una tarea o acción. Por ejemplo, sobre un buque en el mar, el valor de salida puede utilizarse como una guía para saber si es seguro botar un barco más pequeño desde el buque, si es seguro iniciar o continuar con una operación de reposición en el mar (RAS) o si es seguro para un helicóptero maniobrar sobre la cubierta del buque. La salida entonces elimina mucha subjetividad que está presente en dichas decisiones en la actualidad, y que generalmente provoca que el personal peque de prudente, ya que muchas tareas u operaciones que podrían haberse llevado a cabo de manera segura están sujetas a retrasos y cancelaciones innecesarias.

[0010] La salida de un valor único, que corresponde con el valor más alto, o si del valor más importante, simplifica el análisis de la salida por parte de un usuario. Por supuesto, el escalamiento de los datos se selecciona para que los valores escalados se sopesen de una manera que refleje el impacto de seguridad de los datos respectivos.

[0011] Los datos típicamente se procesarán por ordenador utilizando los datos adquiridos, las constantes registradas y otras variables relevantes a la operación.

[0012] En ciertos modos de realización, el método puede incluir la proporción de detalles de otro objeto que interactuará con el buque o se verá afectado de otra manera por el movimiento del buque. Por ejemplo, donde el valor debe usarse para indicar si es seguro que un helicóptero maniobre sobre la cubierta de un buque en el mar, se pueden facilitar detalles de la masa del helicóptero y un modelo de restricción.

[0013] Convenientemente, la escala común es en forma de un índice, seleccionado para que un punto o un valor predeterminado sobre el índice sea indicativo de un cierto nivel de probabilidad de incidente o, particularmente con referencia al segundo aspecto, una interrupción inducida del movimiento (MII). En un ejemplo, un número de índice 1 indica la probabilidad de un incidente o un MII, y el número índice de salida está preferiblemente ilustrado de manera gráfica. Sin embargo, el valor puede presentarse en una forma o en una variedad de otras formas, incluyendo un intervalo

numérico diferente, o alguna otra indicación visual, por ejemplo un tono o intensidad de color, o como uno o más sonidos.

[0014] Preferiblemente, la salida es una señal visual.

[0015] Preferiblemente, la salida muestra los mayores valores obtenidos durante un periodo de tiempo, para que un usuario pueda determinar fácilmente el patrón de valores durante un intervalo de tiempo precedente. En muchas situaciones, esto ayudará al usuario al predecir los probables valores futuros. En ciertos modos de realización de la invención, los valores precedentes pueden analizarse para predecir la probabilidad de ciertos eventos. Por ejemplo, para un buque en el mar, estos eventos pueden incluir un golpe de ola, una ola rompiendo sobre la proa, o incluso la probabilidad de mareos en la tripulación o los pasajeros en una parte del buque, estando relacionado esto con la aceleración vertical del buque.

[0016] Además, o por otra parte, la salida puede ser una señal de control, que puede utilizarse para, por ejemplo, "bloquear" el equipo cuando la probabilidad de un MII es alta, o producir un sonido de alarma cuando se predice que es probable que una ola rompa sobre la proa.

[0017] Convenientemente, la instrumentación es un equipo dedicado que se sitúa en el área de interés, por ejemplo en la cubierta de vuelo de un buque donde la salida se utiliza para indicar si es seguro para un helicóptero maniobrar. De manera alternativa, los datos se adquieren con instrumentación general, y se utiliza entonces un modelo para determinar las ecuaciones de movimiento del buque en una localización deseada.

[0018] Los datos adquiridos obviamente varían dependiendo de la aplicación particular del método. Para las aplicaciones preferidas en relación con el manejo de una aeronave sobre buques en el mar, el trabajo llevado a cabo en nombre del solicitante ha establecido que cuando las limitaciones se basan en las limitaciones de balanceo y cabeceo, la aceleración lateral tiene la mayor influencia en la inestabilidad de la aeronave, la aceleración vertical y el cabeceo tienen una contribución secundaria, y el alabeo es la contribución más débil; los indicadores tradicionales del cabeceo y el alabeo no proporcionan ninguna indicación de estos valores de aceleración. En consecuencia, los modos de realización preferidos de la invención utilizan sensores para determinar la aceleración lateral y vertical, además de sensores de cabeceo y alabeo. Por lo tanto, se ha demostrado que la inestabilidad de la aeronave se debe a una combinación mayor a sólo el cabeceo y el alabeo, y que una condición de trabajo insegura puede darse cuando ni el cabeceo ni el alabeo hayan alcanzado su máximo. Ya que la percepción de dichas condiciones no sería posible utilizando los indicadores de cabeceo y alabeo existentes, el modo de realización preferente de la presente

invención procesa los datos de aceleración adicionales, y mediante su apropiado escalamiento puede proporcionar una salida fácilmente comprensible, que toma en cuenta los parámetros relevantes del movimiento de la embarcación.

[0019] Un modo de realización de la presente invención se describirá ahora como modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

Las figuras de la 1a a la 1c muestran representaciones típicas de diagramas polares de velocidad para diferentes situaciones;

La figura 2 muestra un diagrama de bloques ilustrando la operación de un sistema para producir una salida correspondiente a un nivel de seguridad de acuerdo con un modo de realización de la presente invención; y

La figura 3 muestra una salida típica del sistema de la figura 2.

[0020] En referencia primero a las figuras 1a, 1b y 1c se muestra un número de representaciones de la técnica precedente en forma de diagramas polares de velocidad representando diferentes características de varios eventos de MII. Las figuras 1a y 1b son diagramas polares de velocidad característicos del MII por exceso de fuerza vertical del oleo (amortiguador soporte de la rueda), para un helicóptero, en un estado del mar dado con una velocidad de viento dada, para tiempos de exposición de treinta minutos y diez horas, respectivamente.

[0021] Con referencia a las figuras 1a y 1b, los números alrededor de la circunferencia del círculo exterior representan el rumbo del buque respecto a las olas. El conjunto de números a lo largo de la línea vertical, extendiéndose entre el centro y los 90°, en la parte superior del diagrama, y que se colocan junto a las intersecciones de los círculos y la línea vertical, representan la velocidad del buque. Así, cada círculo progresivamente mayor representa el buque viajando a mayor velocidad. Por lo tanto, un buque viajando a una velocidad de 15 nudos con un rumbo de 150° respecto a las olas se situaría en una posición A en el diagrama polar de la figura 1a. Del mismo modo un buque viajando con un rumbo de 80° respecto a las olas a una velocidad de 25 nudos se representaría con una B en las figuras 1a y 1b. Sin embargo, como puede verse, el diagrama polar de velocidad de la figura 1b indica la inaceptable alta probabilidad de un incidente de MII por exceso de fuerza vertical de oleo, es decir una pata del helicóptero abandonaría la cubierta de vuelo o el helicóptero se deslizaría a través de la cubierta de vuelo debido a la reducción del contacto friccional entre las ruedas del helicóptero y la cubierta de vuelo. Debería tenerse en cuenta que el único parámetro diferente en los dos diagramas polares en las figuras 1a y 1b es el tiempo de exposición, que es treinta o diez horas para un estado del mar y una velocidad del viento dados.

[0022] Diagramas similares a aquellos representados en la figura 1a y 1b pueden superponerse para proporcionar un diagrama polar de velocidad que cubre todos los parámetros de limitación de interés para una aeronave particular sobre un buque, como: la reacción de rueda, la deformación de los neumáticos principales y delanteros, la elevación de la rueda, el deslizamiento de la aeronave, la máxima estabilidad del ángulo de balanceo y del ángulo de cabeceo, y la fuerza de tracción.

[0023] Pueden suministrarse diagramas polares de velocidad para una probabilidad dada, o un tiempo de exposición, mostrando estados del mar de limitación en los que cualquiera de los MII podría ocurrir, como se muestra en la figura 1c. La figura 1c es característica de un diagrama polar de velocidad que identifica los estados del mar de limitación en los que cualquier MII podría ocurrir. En este ejemplo, las áreas más oscuras indican rumbos y velocidades en las que el límite superior de una operación segura es el estado del mar 3. La progresión desde el tono más oscuro hacia el tono más claro, hasta alcanzar el blanco, indica las direcciones y velocidades limitadas disponibles para una operación segura en el estado del mar 6.

[0024] El diagrama polar de velocidad de la figura 1c está formado por círculos concéntricos, el círculo más pequeño representa la velocidad más lenta de un buque y el círculo más grande la velocidad más rápida de un buque. Los números alrededor de la circunferencia del círculo más grande indican un ángulo de encuentro con la ola respecto al buque. Los diferentes tonos representan diferentes estados del mar, siendo el estado del mar una variable determinada por un usuario de acuerdo con ciertos criterios observados. Sin embargo, la determinación del estado del mar es subjetiva, así como la determinación del ángulo de encuentro con las olas. Por lo tanto existen dos variables que el usuario tiene que determinar de manera subjetiva para utilizar el diagrama polar de velocidad.

[0025] Para demostrar el uso del diagrama, si por ejemplo un buque estuviera viajando a una velocidad de 30 nudos con un ángulo de encuentro con las olas de 180° , representado por 'C', entonces las operaciones seguras podrían llevarse a cabo con unas condiciones del mar que alcancen hasta el estado del mar 3. Si la velocidad del buque se redujera a 20 nudos, representado por 'D', entonces las operaciones seguras podrían llevarse a cabo en condiciones que alcancen hasta el estado del mar 4, o si la velocidad del buque se mantuviera pero el rumbo del buque se modificara para que el ángulo de encuentro con las olas fuera de 210° , representado por 'E', entonces las operaciones seguras podrían llevarse a cabo en condiciones que alcancen hasta el estado del mar 6.

[0026] Se ha hecho referencia anteriormente a una operación segura, sin embargo

cualquier diagrama polar de velocidad dado representa una única operación. Por lo tanto, cada actividad u operación individual, y cada pieza del equipo con probabilidad de utilizarse en la actividad u operación, necesitará tener un diagrama polar de velocidad creado en relación con ella.

5 **[0027]** Por lo tanto, para hacer efectivo el uso de los diagramas polares de velocidad es necesario mantener un número de estos diagramas relacionados con cada operación diferente, y para que la persona responsable seleccione el diagrama apropiado, así como que determine de manera subjetiva el estado del mar y el ángulo de encuentro con la ola, antes de predecir si es seguro llevar a cabo una operación
10 seleccionada. En un ejemplo, un oficial de cubierta de vuelo sobre un buque naval deberá tener acceso a los diagramas relacionados con un número de actividades que podrían llevarse a cabo sobre la cubierta de vuelo, y para cada actividad que implique un helicóptero deberá tener acceso a los diagramas relacionados con los diferentes tipos de aeronaves que podrían tener que manejarse sobre la cubierta de vuelo.

15 **[0028]** Hacemos referencia ahora a la figura 2 de los dibujos, que ilustra la operación de un sistema 10 para producir una salida 12 que corresponde con un nivel de seguridad, de acuerdo con un modo de realización preferido de la presente invención. Como se describirá, el sistema 10 proporciona al usuario una salida fácil de entender
20 12 para que el usuario pueda entonces decidir, basándose en criterios sustancialmente objetivos, si es seguro llevar a cabo una operación en particular, en este ejemplo el movimiento de un helicóptero a través de la cubierta de vuelo de un buque en alta mar.

[0029] El sistema 10 comprende un número de sensores 14 para registrar datos 16 de varios aspectos del movimiento del buque 17, y para enviar después estos datos a un
25 procesador 18. Como se describirá, los datos 16 se procesan en combinación con constantes geométricas relevantes de un helicóptero en particular 20, junto con las variables relacionadas con el helicóptero en forma de masa del helicóptero 22 (relacionada con la carga de combustible y armas, el número de personal a bordo y similares) y de modelo de limitación del helicóptero 24, es decir si el helicóptero está
30 limitado o no. Los datos se procesan de manera individual en relación con los criterios relevantes para la seguridad de la aeronave, y la información procesada en relación con cada criterio se escala y después se filtra para producir una única salida 12. Como se describirá, la salida 12 es indicativa únicamente del criterio individual más importante en ese momento.

35 **[0030]** La salida 12 en este ejemplo es un valor escalado que tiene límites de 0 y 1, 0 representando un límite de seguridad absoluta y 1 una situación en la que una

interrupción inducida del movimiento (MII) es inminente. Esto proporciona al usuario una salida única fácil de entender que, en este ejemplo, puede utilizarse para determinar si es seguro desplazar un helicóptero desde un hangar hacia una cubierta de vuelo sobre un buque en movimiento en el mar, o si los movimientos del buque necesitan que la aeronave esté limitada o que las operaciones hayan finalizado.

[0031] En uso, este modo de realización mide los movimientos del buque 17 a través de los sensores 14, para determinar directamente las ecuaciones del movimiento del buque. Los datos 16 obtenidos con los sensores 14 se utilizan entonces en combinación con los detalles del helicóptero 20, 22, 24, siendo determinadas por el usuario las constantes relacionadas con un tipo de helicóptero particular al seleccionar el tipo de helicóptero apropiado en un menú de opciones, y las variables (masa de la aeronave y si está limitada o no, y si lo está el tipo de limitaciones usadas), siendo registradas/seleccionadas por el usuario. Los datos 16 se procesan entonces para producir un conjunto de valores 26 representativo de las fuerzas que actúan sobre la aeronave 20. En este modo de realización, se calculan las fuerzas de gravitación y de aceleración F_x , F_y , F_z y las fuerzas del viento W_x , W_y , W_z . Los valores calculados se utilizan entonces para calcular un conjunto de criterios de limitación 28 en forma de un conjunto de índices relacionados con el deslizamiento, el volcado por cabeceo, el volcado por alabeo, el ángulo de cabeceo y el de alabeo para la aeronave 20. El índice dominante o más alto del conjunto de criterios de limitación 28 se selecciona como el valor de la salida, y se muestra en un visualizador 30.

[0032] Con referencia ahora a la figura 3, se muestra un ejemplo de la salida del sistema 10, como se muestra en el visualizador 30. El visualizador presenta un conjunto de información durante un periodo de tiempo para que el usuario pueda obtener una indicación visual de las condiciones recientes fácil de comprender. Se puede observar en este extracto que ha habido un incidente en el pasado reciente donde la salida 24 ha sido mayor a uno, indicando el posible o probable caso de un MII para la operación seleccionada.

[0033] Los sensores 14, que comprenden acelerómetros, inclinómetros y similares, están situados idealmente cerca del objeto y del área en la que la actividad se lleva a cabo, con tal de obtener datos del movimiento del buque tan cercanos al punto de actividad como sea posible. En consecuencia, en este modo de realización los sensores 14 estarían situados preferiblemente sobre o adyacentes a la cubierta de vuelo.

[0034] Al calcular los criterios de limitación 28, es necesario en primer lugar determinar los valores de contacto friccional para el helicóptero: para un helicóptero sobre una

cubierta de vuelo, es necesario calcular las fuerzas de reacción en las ruedas del helicóptero. La reacción en cualquier rueda puede compararse a la reacción estática del helicóptero en equilibrio, mientras que las reacciones dinámicas en la rueda delantera, la rueda de babor y la rueda de estribor $R_n(t)$, $R_p(t)$, $R_s(t)$ se dan mediante:

5

$$2R_n(t) = -\frac{(zd_g Fx + zd_{cp} Wx) + Fz(x_{mwc} - xd_g) + (x_{mwc} - xd_{cp})Wz}{x_{mwc}}, \text{ si } R_n(t) < 0 \text{ entonces } R_n(t) = 0$$

$$R_p(t) = -\frac{(zd_g Fy + zd_{cp} Wy) + Fz(y_{mwc} - yd_g) + y_{mwc}(Wz + 2R_n(t))}{2y_{mwc}}, \text{ si } R_p(t) < 0 \text{ entonces } R_p(t) = 0$$

10

$$R_s(t) = -2R_n(t) - R_p(t) - Fz - Wz, \text{ si } R_s(t) < 0 \text{ entonces } R_s(t) = 0$$

Cálculo del contacto friccional

[0035] Es interesante el punto en el que la reacción de rueda alcanza cero.

15

Matemáticamente, si la reacción es menor a cero, entonces la rueda se eleva de la cubierta de manera segura. En la práctica, el peso de un ensamblaje de rueda (que se ignora para fines prácticos) permitirá al oleo extenderse a una distancia considerable manteniendo la rueda sobre la cubierta, con una mínima reacción. Esta situación se denomina de manera informal "elevación de rueda" pero es más correcto describirla como el punto en el que la rueda pierde el contacto friccional. El índice de elevación delantera es:

20

$$\text{Índice}_{\text{ELEVACIÓN}_N} = \frac{R_n - R_n(t)}{R_n} \quad (1)$$

Si no existe carga por el movimiento del barco o por el viento, entonces el Índice

25

$\text{ELEVACIÓN}_N = 0$.

El Índice ELEVACIÓN_N aumenta al aumentar el movimiento del barco y el viento.

En el momento en el que las ruedas delanteras están a punto de alzarse el Índice

$\text{ELEVACIÓN}_N = 1$.

$0 \leq \text{Índice}_{\text{ELEVACIÓN}_N} \leq 1$ es una medida de la distancia a la que las ruedas delanteras están de perder el contacto friccional.

30

De manera similar para las ruedas principales:

$$\text{Índice}_{\text{ELEVACIÓN_P}} = \frac{R_p - R_p(t)}{R_p} \quad (2)$$

$$\text{Índice}_{\text{ELEVACIÓN_S}} = \frac{R_s - R_s(t)}{R_s} \quad (3)$$

5

Cálculo de Deslizamiento

[0036] El índice de fuerza lateral en la resistencia friccional al deslizamiento se obtiene mediante:

$$\text{Índice}_{\text{DESLIZAMIENTO}} = \frac{\sqrt{(Fx + Wx)^2 + (Fy + Wy)^2}}{\mu(2R_p(t) + R_p(t) + R_s(t))} \quad (4)$$

10 Si no existe carga por el movimiento del barco o por el viento, entonces el Índice DESLIZAMIENTO = 0.

El Índice DESLIZAMIENTO aumenta al aumentar el movimiento del barco y el viento. En el momento en el que la aeronave está a punto de deslizarse, el Índice DESLIZAMIENTO = 1.

Con un Índice DESLIZAMIENTO > 1 la aeronave siempre se deslizará. Si el Índice

15 DESLIZAMIENTO es < 0 entonces las fuerzas verticales son suficientes para elevar la aeronave de la cubierta.

$0 \leq \text{Índice}_{\text{DESLIZAMIENTO}} \leq 1$ es por lo tanto una medida de la distancia a la que se encuentra la aeronave de deslizarse.

20 Cálculo del volcado por alabeo

[0037] El índice del momento de volcar al momento de enderezar para volcar en la dirección del alabeo se da mediante:

$$\text{Índice}_{\text{VOLCADO_Y}} = \frac{|z d_g Fy + z d_{cp} Wy|}{-(y_{mnc} \pm y d_g) Fz - y_{mnc} Wz} \quad (5)$$

25 De manera similar al deslizamiento el Índice VOLCADO_Y aumentará con un momento de volcado proporcionalmente mayor. En el momento en el que la aeronave está a punto de volcar, el Índice VOLCADO_Y = 1. Con un Índice VOLCADO_Y > 1 la aeronave siempre volcará.

$0 \leq \text{Índice}_{\text{VOLCADO_Y}} \leq 1$ es por lo tanto una medida de la distancia a la que se encuentra la aeronave de volcar por alabeo.

Cálculo del volcado por cabeceo

[0038] El índice del momento de volcar al momento de enderezar para volcar en la dirección del cabeceo se da mediante:

$$\text{Índice VOLCADO}_X = \frac{|z d_g F_x + z d_{cp} W_x|}{-(x_{mrc} - x d_g) F_z - (x_{mrc} - x d_{cp}) W_z} \quad (6)$$

5

Así como con el volcado por alabeo, el Índice VOLCADO_X aumentará con un momento de volcado proporcionalmente mayor. En el momento en el que la aeronave está a punto de volcar, el Índice VOLCADO_X = 1. Con un Índice VOLCADO_X > 1 la aeronave siempre volcará.

10 0 ≤ Índice VOLCADO_X ≤ 1 es por lo tanto una medida de la distancia a la que se encuentra la aeronave de volcar por cabeceo.

Cálculo del ángulo de limitación de alabeo

[0039] El índice del ángulo de limitación de alabeo al ángulo real de balanceo se da mediante:

15

$$\text{Índice ALABEO} = \frac{|\phi_{\text{MEDIDO}}|}{|\phi_{\text{LÍMITE}}|} \quad (7)$$

0 ≤ Índice BALANCEO ≤ 1 es por lo tanto una medida de la distancia a la que se encuentra la aeronave de alcanzar su límite de alabeo.

20

Cálculo del ángulo de limitación de cabeceo

[0040] El índice del ángulo de limitación de cabeceo al ángulo real de cabeceo se da mediante:

$$\text{Índice CABECEO} = \frac{|\theta_{\text{MEDIDO}}|}{|\theta_{\text{LÍMITE}}|} \quad (8)$$

25

0 ≤ Índice CABECEO ≤ 1 es por lo tanto una medida de la distancia a la que se encuentra la aeronave de alcanzar su límite de cabeceo.

Si cualquiera de los ocho índices mencionados, ecuaciones de la 1 a la 8, fuera ≥ 1 entonces la aeronave habría alcanzado un límite (o un MII). Al tomar el valor máximo de todos los índices en cualquier momento t se proporciona una medida simple entre 0 y 1 de la proximidad de cualquier MII.

30

[0041] El sistema 10 identifica el índice más alto de los ocho en cualquier momento, y muestra únicamente este índice o valor, que puede entonces verse como un "índice de seguridad" (IS).

5 **[0042]** Se conoce que el valor de los índices calculados será sensible a variaciones como las características del helicóptero, la velocidad del viento, la dirección del viento, la temperatura, el estado del mar y la fricción. Sin embargo, pueden fácilmente comprenderse variaciones para los peores casos; de este modo siempre existe un factor de seguridad al calcular la salida 12.

10 **[0043]** Se apreciará que pueden llevarse a cabo varias modificaciones en el modo de realización arriba descrito sin alejarse del ámbito de la invención. Por ejemplo, la salida del sistema puede ser una señal de control que se utiliza para bloquear el equipo cuando el índice de seguridad es alto y por lo tanto la probabilidad de que ocurra un MII también es alta. La señal de salida también puede seleccionarse para relacionar diferentes actividades en diferentes localizaciones del buque, siendo la
15 actividad y la localización parámetros adicionales que el usuario puede registrar en el sistema o seleccionar de un menú del sistema. Los sensores pueden ser independientes a la instrumentación y a los sensores del buque existentes. De manera alternativa, los datos pueden proporcionarse mediante la instrumentación existente en el buque, y un modelo apropiado utilizado para determinar las ecuaciones del
20 movimiento en una localización deseada, por ejemplo sobre una cubierta de vuelo, en una embarcación pescante, o en una estación de reposición en el mar (RAS).

[0044] Se apreciará que una ventaja principal del modo de realización arriba descrito es que el sistema mencionado y/o el método pueden utilizarse para maximizar el tiempo operacional a bordo de un buque en movimiento, al proporcionar información
25 de seguridad objetiva y fácil de comprender. Además, la operación del sistema preferido es totalmente independiente al tipo de barco, la dirección de las olas, la velocidad o el estado del mar, y por lo tanto no requiere que el sistema se base en modelos teóricos "ideales" especialmente contruidos, ni en la interpretación subjetiva de las condiciones actuales.

30

Reivindicaciones

1. Un método de producir una salida (12) que corresponde con la habilidad para llevar a cabo una operación dentro de un límite de seguridad en un buque (17) en movimiento, dicho método comprendiendo las etapas de:
 - 5 adquirir datos a tiempo real (16) a partir de la instrumentación sobre dicho buque (17) indicativa de al menos un primer y un segundo elementos del buque en movimiento pertinentes para la seguridad de la operación, el primer elemento comprendiendo fuerzas de gravitación y de aceleración (F_x , F_y , F_z) y el segundo elemento comprendiendo las fuerzas del viento (W_x , W_y , W_z);
 - 10 procesar los datos (16) con referencia a cada elemento de desplazamiento para proporcionar un conjunto de al menos primeros y segundos criterios de limitación (28);
 - poner los criterios de limitación (28) a una escala común para proporcionar al menos primeros y segundos valores relacionados con los criterios de limitación
 - 15 (28);
 - determinar qué valor es de mayor importancia; y
 - proporcionar una salida indicativa de dicho valor de mayor importancia cuando dichos datos (16) se adquirieron.
2. El método de la reivindicación 1 en el que el buque en movimiento (17) es un buque de navegación.
3. El método de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el método incluye proporcionar detalles (20, 22, 24) de otro objeto que interactúa con el buque.
4. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 3 comprendiendo la adquisición de datos a tiempo real (16) a partir de una instrumentación dedicada situada en un área de interés en el buque (17).
5. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 4 comprendiendo la adquisición de datos en tiempo real (16) mediante la instrumentación general, y utilizando un modelo para determinar las ecuaciones del movimiento del buque en una ubicación deseada basada en dichos datos (16).
- 30 6. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 5 comprendiendo la adquisición de datos (16) mediante sensores para determinar la aceleración lateral y vertical.
7. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 6

comprendiendo la adquisición de datos (16) mediante sensores para determinar el cabeceo y el alabeo.

- 5 **8.** El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que la salida (12) indicativa de dicho valor más importante indica el grado de riesgo asociado a una acción particular.
- 9.** El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores comprendiendo el uso de la salida (12) indicativa de dicho valor más importante como una guía de seguridad.
- 10 **10.** El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el escalamiento de los datos (16) se selecciona para que los valores escalados se sopesen de manera que se refleje el impacto de seguridad de los datos respectivos (16).
- 15 **11.** El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los datos (16) se procesan con un ordenador utilizando los datos adquiridos (16) y al menos una de las constantes registradas (20) y otras variables (22, 24).
- 12.** El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la escala común es un índice, seleccionado para que un valor predeterminado en el índice sea indicativo de un nivel de probabilidad de un incidente.
- 20 **13.** El método de la reivindicación 12, en el que un número de índice 1 indica una probabilidad de incidente.
- 14.** El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la salida (12) indicativa de dicho valor más importante se ilustra de manera gráfica.
- 25 **15.** El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la salida (12) indicativa de dicho valor más importante se presenta como al menos uno en un intervalo numérico, un tono de color, una intensidad de color, un sonido, y una pluralidad de sonidos.
- 16.** El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la salida (12) indicativa de dicho valor más importante es una señal visual.
- 30 **17.** El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que las salidas (12) se muestran indicativas de dichos valores más importantes obtenidos a lo largo de un periodo de tiempo, para que un usuario pueda determinar fácilmente

el patrón de valores durante un intervalo de tiempo precedente.

- 18.** El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes comprendiendo el análisis de los valores precedentes para predecir la probabilidad de ciertos eventos.
- 5 **19.** El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la salida (12) es una señal de control.
- 20.** El método de acuerdo con la reivindicación 19 en el que la señal de control se utiliza para bloquear el equipo.
- 21.** El método de acuerdo con la reivindicación 19 en el que la señal de control se
10 utiliza para activar una alarma.
- 22.** Un aparato (10) para producir una salida (12) que corresponde con la habilidad para llevar a cabo una operación dentro de un límite de seguridad en un buque (17) en movimiento, dicho aparato (10) comprendiendo:
- 15 un medio (14) para adquirir datos a tiempo real (16) mediante la instrumentación en dicho buque (17) indicativos de al menos primeros y segundos elementos del movimiento del buque relevantes para la seguridad de la operación, el primer elemento comprendiendo fuerzas de gravitación y de aceleración (F_x , F_y , F_z) y el segundo elemento comprendiendo fuerzas del viento (W_x , W_y , W_z); un medio (18) para procesar los datos (16) en relación con cada elemento del movimiento
20 para proporcionar un conjunto de al menos primeros y segundos criterios de limitación (28);
- escalar los criterios de limitación (28) a una escala común para proporcionar al menos primeros y segundos valores relacionados con los criterios de limitación (28);
- 25 un medio para determinar el valor de mayor importancia; y
- un medio para proporcionar una salida (12) indicativa de dicho valor de mayor importancia cuando dichos datos (16) se adquieren.

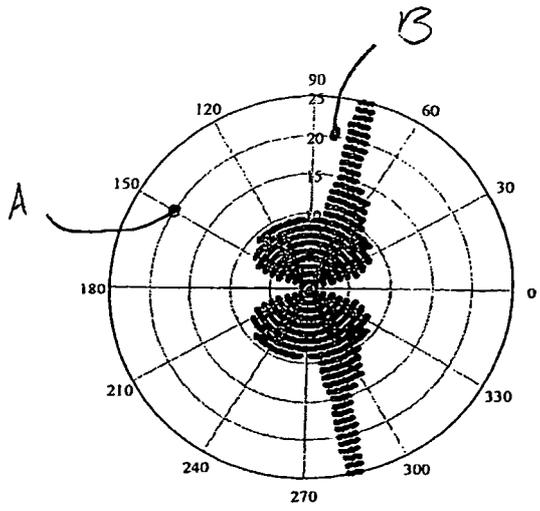


Figura 1a

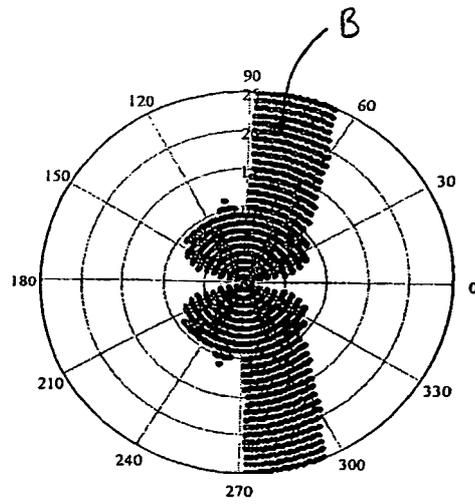


Figura 1b

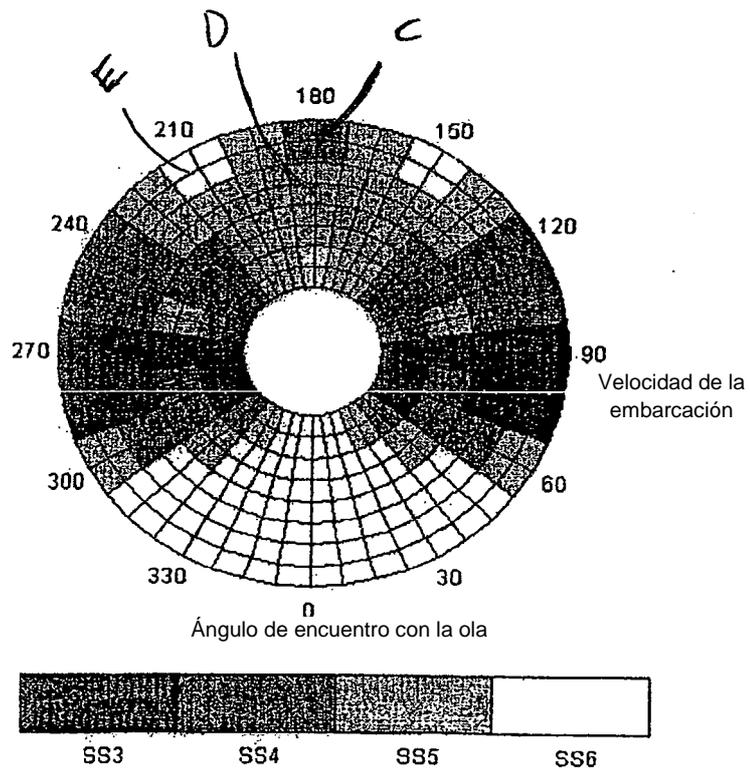


Figura 1c

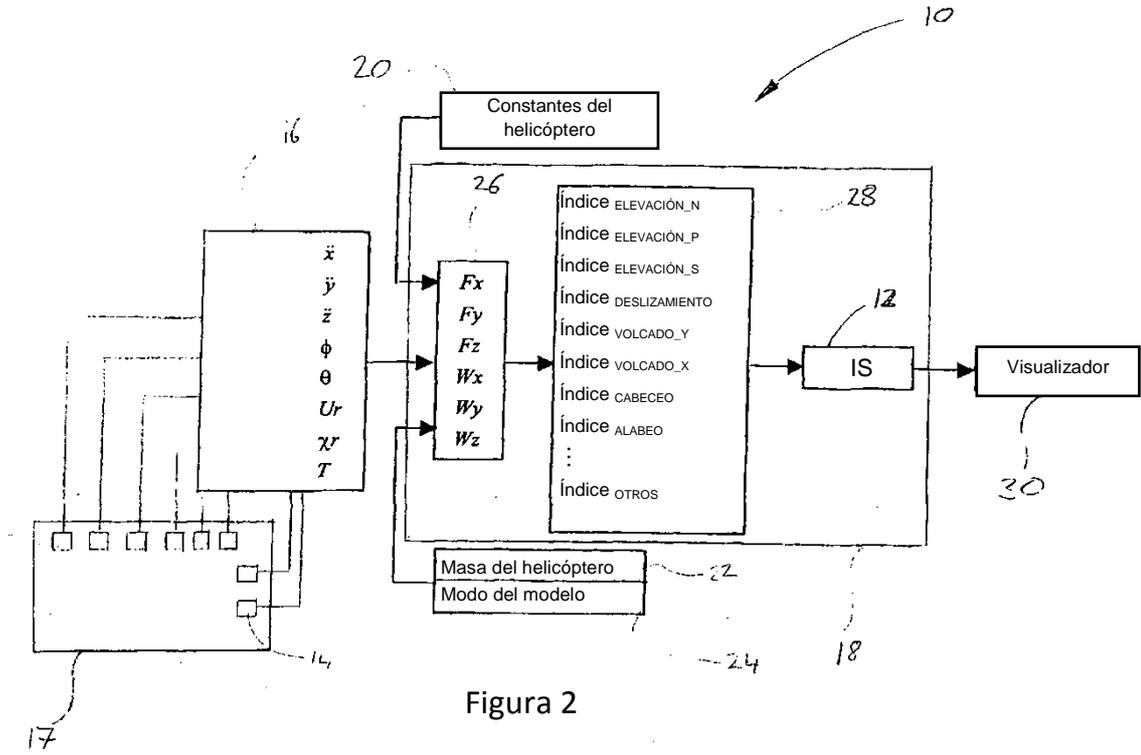


Figura 2

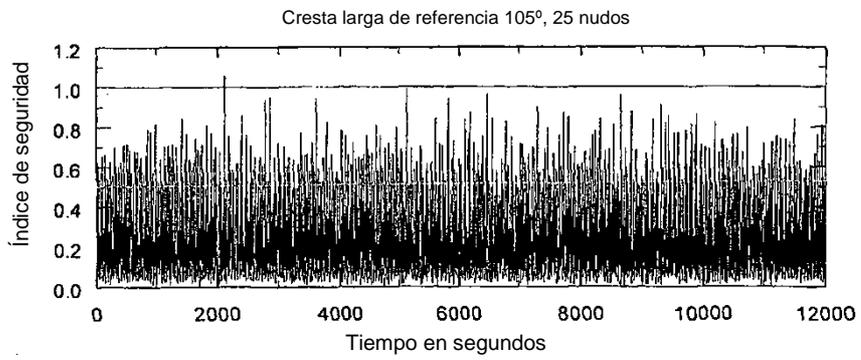


Figura 3