



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 335 673**

51 Int. Cl.:

G05D 1/06 (2006.01)

G05D 1/08 (2006.01)

G05D 1/10 (2006.01)

B64D 45/04 (2006.01)

B64C 13/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05105536 .6**

96 Fecha de presentación : **22.06.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1742132**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.01.2007**

54 Título: **Procedimiento y unidad de cálculo para calcular una trayectoria de vuelo de recuperación.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
31.03.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
31.03.2010

73 Titular/es: **SAAB AB.**
581 88 Linköping, SE

72 Inventor/es: **Persson, Hans y**
Lovgren, Jonas

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 335 673 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 y unidad de cálculo para calcular una trayectoria de vuelo de recuperación.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un procedimiento y a una unidad de cálculo para calcular una trayectoria de vuelo que evite una colisión con el suelo cuando una aeronave realiza un picado hacia el suelo.

10 **Técnica anterior**

Cuando una aeronave realiza un picado hacia el suelo, la aeronave puede chocar si el piloto, o el piloto automático, no evitan la colisión. Para aumentar la seguridad es conocido el cálculo de una trayectoria de vuelo de recuperación que evita la colisión con el suelo. En aeronaves de alto rendimiento también es conocido calcular o simular una altitud o un momento temporal en el cual se debe iniciar una acción evasiva. Un sistema de cálculo de este tipo es particularmente útil cuando la trayectoria de picado es inclinada o cuando la aeronave realiza un picado estando invertida. En este último caso, en primer lugar la aeronave es balanceada al nivel de las alas, después de lo cual la aeronave cabecea hacia arriba. Una trayectoria de vuelo de recuperación de este tipo se denomina trayectoria de vuelo de recuperación cenit y se muestra en la figura 1 marcada con la letra de referencia A. Cuando una aeronave realiza un picado inclinado e invertido es posible que en algunos casos sea mejor continuar la trayectoria de picado haciendo cabecear de inmediato la aeronave. A continuación, la aeronave en primer lugar desciende más inclinadamente, gira hacia atrás en una trayectoria de vuelo en forma de bucle y asciende en la otra dirección de manera que se evita una colisión con el suelo. Una trayectoria de vuelo de este tipo se llama trayectoria de vuelo de recuperación nadir y también se muestra en la figura 1 marcada con la letra de referencia B.

Para aeronaves de alto rendimiento, tales como aeronaves militares, es necesario tener en cuenta tanto las trayectorias de vuelo de recuperación cenit como nadir. En este caso, se produce una serie de problemas. Calcular una trayectoria de vuelo de recuperación requiere mucha potencia computacional, la cual siempre es escasa. Para hacer un cálculo para ambos tipos de trayectorias de vuelo se demanda el doble de potencia computacional que en el cálculo de una sola trayectoria de vuelo. Además, las dos trayectorias de vuelo diferentes deben ser comparadas una con la otra con el fin de elegir la mejor, lo cual también exige potencia computacional, y si la comparación no es concluyente, el sistema puede alternar entre las dos trayectorias de vuelo de recuperación. La computación tiene entonces el peligro de dar respuestas contradictorias, lo cual puede ser peligroso. Además, la trayectoria B de vuelo de recuperación nadir, en algunos casos por sí misma puede causar una colisión con el suelo, puesto que la aeronave realiza un picado de forma más pronunciada en el comienzo de la trayectoria de vuelo.

El documento norteamericano número 4.924.401 desvela un sistema de prevención de colisión con el suelo que utiliza un ordenador de control de vuelo para monitorizar los estados de vuelo de la aeronave y calcular las altitudes de techo preferidas de la aeronave en las cuales el techo automático de la aeronave debe ser iniciado. La altitud de techo se determina calculando la altitud de la aeronave que se va a perder durante una maniobra de recuperación desde un estado actual de vuelo de la aeronave.

Sumario de la invención

El objeto de la presente invención es indicar una mejora en el cálculo de una trayectoria de vuelo de recuperación de una aeronave, que evita una colisión con el suelo, de manera que disminuye la necesidad de potencia computacional.

De acuerdo con un aspecto de la invención, este objeto se logra con la unidad de cálculo de colisión con el suelo, de acuerdo con la reivindicación 1.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, este objeto se consigue con el procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11.

De acuerdo con todavía otro aspecto de la invención, este objeto se consigue con el programa de ordenador de acuerdo con la reivindicación 21.

De acuerdo con todavía otro aspecto de la invención, este objeto se consigue con el medio legible por ordenador de acuerdo con la reivindicación 22.

De acuerdo con la invención, la necesidad de balancear la aeronave se calcula basándose en el ángulo de picado, así como el ángulo actual de balanceo, y la trayectoria de vuelo se calcula de manera que gire lateralmente cuando el ángulo de picado supera un ángulo de picado especificado y cuando el ángulo de balanceo actual es mayor que cero grados. De esta manera, la trayectoria de vuelo calculada no necesariamente continuará en la dirección de avance como en el caso de cenit, o realizará un bucle hacia atrás como en el caso de nadir, sino que puede tomar una trayectoria intermedia entre las trayectorias cenit y nadir girando lateralmente en relación con la dirección de avance de la aeronave. Preferiblemente, la trayectoria de vuelo se calcula de manera que la trayectoria de vuelo solamente gira ligeramente lateralmente con ángulos de picado pequeños, y se incrementa lateralmente con ángulos de picado más grandes. Preferiblemente, la trayectoria de vuelo se calcula de manera que la trayectoria de vuelo gire lateralmente

ES 2 335 673 T3

en un grado tal que la trayectoria de vuelo gira hacia atrás con ángulos de picado y de balanceo muy altos. De esta manera, de acuerdo con la invención, los casos cenit y nadir se unen en las trayectorias de vuelo intermedias, que giran lateralmente. Por lo tanto, ya no es necesario calcular dos trayectorias diferentes de recuperación, una para el caso cenit y otra para el caso nadir. Por el contrario, sólo una trayectoria de vuelo, que gira crecientemente lateralmente desde una trayectoria cenit de vuelo hacia una trayectoria nadir de vuelo para ángulos de picado y de balanceo crecientes debe ser calculada. El procedimiento de acuerdo con la invención es, pues, aplicable a todos los ángulos de picado y ángulos de balanceo.

Puesto que solamente se tiene que calcular una trayectoria de vuelo de recuperación, la necesidad de potencia computacional se reduce considerablemente. Ya no es necesario calcular dos trayectorias diferentes, tampoco es necesario comparar dos trayectorias diferentes, lo que significa que el cálculo de la comparación también puede ser omitido, reduciendo la necesidad de potencia computacional. La seguridad aumenta ya que no hay riesgo de que el sistema conmute entre las dos trayectorias diferentes en medio de una maniobra evasiva. Una ventaja adicional es que la trayectoria de vuelo de recuperación, y por lo tanto la pérdida de altitud que pertenece a la trayectoria de vuelo de recuperación, cambia constantemente en función del ángulo de picado y del ángulo de balanceo. Las alteraciones de los ángulos de picado y de balanceo por lo tanto no tienen ningún efecto en la pérdida de altura, lo cual proporciona al piloto la posibilidad de reaccionar consistentemente a los citados cambios. Además, mediante el uso de la invención, sólo es necesario probar y verificar un modelo de ordenador para una aeronave especificada.

El ángulo de picado se define en relación con un plano imaginario del suelo. Un ángulo de picado de cero grados aquí significa que la aeronave está volando en paralelo al plano del suelo y no está picando. Un ángulo de picado de 90 grados significa que la aeronave está picando en línea recta hacia el plano del suelo. El plano imaginario del suelo puede ser el plano del suelo real, medido por el radar, o puede ser un plano de suelo electrónico, por ejemplo, un mapa del paisaje mientras que el plano imaginario del suelo actual se toma como una porción del mapa tal como la proporciona la posición de la aeronave, medido por ejemplo por GPS. En una realización preferida, el plano imaginario del suelo se define como un plano horizontal a una altitud dada por la altura media del terreno circundante y posiblemente incluye una distancia de seguridad. En esta realización, un ángulo de picado de 90 grados significa que la aeronave está picando en sentido vertical. Otros procedimientos conocidos para calcular un plano del suelo también se encuentran en el alcance de la invención. Además, varios planos imaginarios del suelo diferentes se pueden utilizar para diferentes propósitos, por ejemplo, un plano imaginario del suelo se puede utilizar para calcular el ángulo de picado y otro plano imaginario del suelo se puede utilizar para calcular la altitud.

El ángulo de balanceo en esta aplicación se define proyectando la aeronave sobre el vector de velocidad de la aeronave, con lo que el ángulo de balanceo es el ángulo entre la aleta de cola y un vector que es perpendicular al vector de velocidad y que está apuntando hacia arriba. La aeronave es considerado de esta manera desde detrás en la dirección del vector de velocidad. El ángulo de balanceo se define aquí de manera que es de cero grados cuando la aeronave está a nivel de las alas y de 180 grados cuando la aeronave está invertida. La dirección de avance del vector de velocidad, se entiende que es la dirección del vector de velocidad original proyectado sobre el plano imaginario del suelo. La trayectoria de vuelo A de la figura 1 por lo tanto continúa en la dirección de avance, mientras que la trayectoria de vuelo B en la figura 1 está girada hacia atrás.

Una trayectoria de vuelo calculada puede incluir un número de puntos en el espacio a través del cual se mueve la aeronave. La trayectoria de vuelo puede incluir también valores tales como el vector de velocidad, ángulo de balanceo de la aeronave, y las aceleraciones diferentes atribuidas a cada punto. En otra realización, la trayectoria de vuelo puede incluir los valores del vector de velocidad, el ángulo de balanceo de la aeronave, y las aceleraciones diferentes en función del tiempo, con lo que la trayectoria de vuelo a través del aire se logra mediante la integración de los citados valores. La trayectoria de vuelo calculada también puede ser una línea continua.

En una realización de la invención, el citado ángulo de picado especificado es igual o mayor que 50°. Preferiblemente, el ángulo de picado especificado es mayor que o igual a 60°, más preferiblemente mayor que o igual a 65°, y de la manera más preferible, mayor que o igual a 70°. Estos valores para el citado ángulo de picado especificado han demostrado que son eficaces para juntar las trayectorias cenit y nadir de vuelo, por medio de trayectorias de vuelo intermedias que giran lateralmente.

De acuerdo con otra realización de la invención, el cálculo de la necesidad de balancear la aeronave comprende reducir la necesidad de balancear la aeronave por debajo del valor del ángulo de balanceo presente cuando el ángulo de picado supera el citado ángulo de picado especificado. De esta manera, la aeronave es balanceada en un ángulo, que es más pequeño que el ángulo de balanceo actual, lo que significa que la aeronave sigue manteniéndose ligeramente balanceada. Esto le da la ventaja de que la aeronave girará lateralmente con más facilidad.

De acuerdo con otra realización, el cálculo de la necesidad de balancear la aeronave comprende multiplicar el ángulo de balanceo actual de la aeronave por un coeficiente de balanceo, que tiene un valor numérico que depende del ángulo de picado, de manera que el coeficiente de balanceo es menor de uno cuando el ángulo de picado supera el citado ángulo de picado especificado. Es sencillo realizar una multiplicación en un sistema informático, y por lo tanto la potencia computacional necesaria para calcular la necesidad de balancear la aeronave es pequeña. Además, la fiabilidad del cálculo se incrementa. Aplicando este coeficiente de balanceo también es más sencillo implementar el procedimiento en equipos existentes por medio de reprogramación.

ES 2 335 673 T3

De acuerdo con otra realización, el coeficiente de balanceo es próximo a uno cuando el ángulo de picado está por debajo del citado ángulo de picado especificado, con lo que la trayectoria de vuelo continúa en la dirección de avance. De este modo se garantiza que se calcula la trayectoria de vuelo más eficiente para evadir una colisión con el suelo cuando la aeronave realiza un picado con un ángulo de picado pequeño.

De acuerdo con todavía otra realización, el coeficiente de balanceo disminuye hacia cero cuando el ángulo de picado se acerca a 90 grados, con lo que la trayectoria de vuelo gira hacia atrás con grandes ángulos de balanceo y de picado. De esta manera, la trayectoria de vuelo se calcula de modo que la necesidad de balancear la aeronave se aproxima a cero grados. Esto significa que la trayectoria de vuelo asciende inmediatamente, y de esta manera la dirección de la trayectoria de vuelo calculada será en la misma dirección que la proyección del ángulo de balanceo actual. Además, si la aeronave realiza un picado de manera que cruza la línea vertical, es decir, cambia su ángulo de picado de 90° a 91 de forma que el ángulo de balanceo cambia bruscamente en ± 180 grados, el cálculo no conducirá a ninguna conmutación en la trayectoria de vuelo, ya que el balanceo debe disminuir hacia cero grados con ángulos de picado cercanos a 90°. De esta manera, la invención conduce a trayectorias de vuelo calculadas muy estables.

De acuerdo con otra realización, el coeficiente de balanceo disminuye con un ángulo de picado creciente en al menos un intervalo especificado del ángulo de picado, de manera que la trayectoria de vuelo gira crecientemente lateralmente con un ángulo de picado creciente. La necesidad de balancear la aeronave de esta manera se reduce con ángulos de picado crecientes, lo que significa que la trayectoria de vuelo girará continuamente más lateralmente en el intervalo. Esto es ventajoso puesto que es más importante cabecear la aeronave hacia arriba con ángulos de picado altos que balancear la aeronave a una posición mejor.

De acuerdo con otra realización, el coeficiente de balanceo disminuye de manera uniforme cuando se incrementa el ángulo de picado del citado intervalo de ángulo de picado. Preferiblemente, el coeficiente de balanceo disminuye linealmente con un ángulo de picado creciente en el citado intervalo de ángulo de picado. Un coeficiente de balanceo con una dependencia de este tipo es muy sencillo de conseguir, ya sea calculando el coeficiente de balanceo en un cálculo lineal o recuperando un valor almacenado del coeficiente de balanceo que se separa del valor del ángulo de picado.

De acuerdo con todavía otra realización, el citado intervalo del ángulo de picado varía entre el citado ángulo de picado especificado y 90 grados. En una realización, el citado intervalo del ángulo de picado varía entre 50 y 90 grados, preferiblemente entre 60 y 90 grados y más preferiblemente entre 70 y 90 grados. Estos son los intervalos preferidos que se ha encontrado que proporcionan un buen rendimiento en la mayoría de las aeronaves. El intervalo puede estar sujeto, por supuesto, a cambios que dependen de las características de la aeronave.

De acuerdo con todavía otra realización, el valor del coeficiente de balanceo (k) es de 0 a 1. De esta manera, se calcula una trayectoria de vuelo en la cual la aeronave no se balancea demasiado o se balancea en la dirección equivocada.

De acuerdo con otra realización, el cálculo de la trayectoria de vuelo comprende calcular la necesidad de cambiar la dirección del vector de velocidad después de balancear la aeronave cuando la necesidad restante de balancear la aeronave es más pequeña que la necesidad especificada de balancear la aeronave. De esta manera, la aeronave cabeceará hacia arriba tan pronto como haya un componente de fuerza en la dirección ascendente. Esto es ventajoso ya que se produce un retardo de tiempo antes de que la aeronave reaccione a una aplicación de sus timones.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá a continuación como un ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos.

La Figura 1 muestra una trayectoria de recuperación de vuelo cenit y nadir calculada de acuerdo con la técnica anterior.

La Figura 2 muestra un ejemplo de una unidad de cálculo de colisión con el suelo de acuerdo con la invención.

La Figura 3a muestra la dependencia del coeficiente de balanceo en el ángulo de picado. Las Figuras 3b-c muestran definiciones del ángulo de picado y del ángulo de balanceo actual, respectivamente.

Las Figuras 4a-b muestran las trayectorias de vuelo calculadas de acuerdo con la invención.

La Figura 5 muestra ejemplos adicionales de las trayectorias de vuelo calculadas de acuerdo con la invención.

La Figura 6 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo de un procedimiento de acuerdo con la invención.

Descripción detallada

En la figura 2 se muestra un sistema de maniobra de evasión para el cálculo de una trayectoria de vuelo de recuperación para evitar una colisión con el suelo. El sistema de evasión comprende una serie de sensores 27 dispuestos para proporcionar información acerca de los parámetros pertinentes para el cálculo de la trayectoria de vuelo de re-

cuperación. El sistema de evasión comprende, además, un circuito 29 de cálculo de colisión con el suelo dispuesto para el cálculo de la trayectoria de vuelo de recuperación de una aeronave, con el fin de evitar una colisión con el suelo. El sistema de evasión 25 también comprende un piloto automático 31 dispuesto para controlar la aeronave como respuesta a las señales recibidas del circuito 29 de cálculo de colisión con el suelo referido a la trayectoria de vuelo calculada, y una unidad de presentación de la información 33 dispuesta para presentar la información del circuito 29 de cálculo de colisión con el suelo a un piloto 35. En este ejemplo, la unidad de presentación de la información 33 muestra la información al piloto 35 que indica cuando es necesaria la recuperación y el ángulo de balanceo y/o el ángulo de picado recomendados. La información en este ejemplo se presenta en forma de flechas en una pantalla de visualización. Se debe apreciar que un sistema de evasión 25 comprende uno o ambos piloto automático 31 y unidad de presentación de la información 33, o puede incorporar algún otro procedimiento para usar la trayectoria de vuelo calculada.

La unidad 29 de cálculo de colisión con el suelo comprende un circuito de recepción 37 dispuesto para recibir las señales que incluyen información sobre los parámetros necesarios para realizar un cálculo de la trayectoria de vuelo de recuperación. En este ejemplo, el circuito de recepción 37 recibe señales de los citados sensores 27. En particular, el circuito de recepción 37 está dispuesto para recibir las señales que contienen información sobre un ángulo de balanceo actual de la aeronave, identificado por la letra griega φ , y un ángulo de picado de la aeronave, identificado por la letra griega γ .

En este ejemplo la unidad 29 de cálculo de colisión con el suelo también cuenta con un almacenamiento de datos 39 dispuesto para almacenar información acerca de los parámetros pertinentes para el cálculo de una trayectoria de vuelo. El almacenamiento de datos 39 puede comprender, por ejemplo, información en un mapa electrónico del suelo, información sobre un plano imaginario del suelo, un factor de carga máxima de la aeronave y otros parámetros de rendimiento o de diseño de la aeronave. El circuito de recepción 37 posteriormente se dispone para recibir señales, también del almacenamiento de datos 39. Los parámetros también se pueden calcular en la unidad 29 de cálculo de colisión con el suelo. Otros parámetros que pueden ser pertinentes para el cálculo de la trayectoria de vuelo de recuperación son el vector de velocidad de la aeronave, la altitud de la aeronave, el rendimiento de los mecanismos de dirección de la aeronave, y la velocidad de balanceo de la aeronave. El uso de estos y otros parámetros es conocido en la técnica anterior.

La unidad de cálculo de colisión con el suelo 29 también dispone de un circuito de cálculo de trayectoria 41 dispuesto para calcular una trayectoria de vuelo que evita la colisión con el suelo sobre la base de la citada información y de los parámetros recibidos en el circuito de recepción 37. El circuito de cálculo de trayectoria 41 comprende un primer módulo de cálculo 43 dispuesto para calcular la necesidad de balancear la aeronave en base al ángulo de balanceo actual φ y en base al ángulo de picado γ . El circuito de cálculo de trayectoria 41 comprende un segundo módulo de cálculo 51 dispuesto para calcular la necesidad de cambiar la dirección del vector de velocidad de la aeronave dependiendo del citado ángulo de balanceo φ y del ángulo de picado γ , y de manera que el cambio calculado tenga un componente en una dirección hacia arriba en relación con un marco de referencia de la aeronave.

El circuito de cálculo de trayectoria 41 está adaptado para calcular una trayectoria de vuelo de recuperación de manera que la trayectoria de vuelo calculada gire lateralmente cuando el ángulo de picado γ sobrepase un ángulo de picado especificado γ_s y cuando el ángulo de balanceo actual φ sea mayor de cero grados. El circuito de cálculo de trayectoria 41 también está adaptado para calcular la trayectoria de vuelo de recuperación dependiendo del ángulo de balanceo actual φ y del ángulo de picado γ , de manera que la trayectoria de vuelo continúe en la dirección de avance cuando el ángulo de picado γ sea inferior al citado ángulo de picado especificado γ_s , y de manera que la trayectoria de vuelo gire hacia atrás cuando el ángulo de picado γ se aproxime a 90° con ángulos de balanceo grandes. El aspecto general de las trayectorias de vuelo calculadas por el circuito de cálculo de trayectoria 41 se muestra en las figuras 4a, 4b y 5.

El primer módulo de cálculo 43 también comprende un módulo 45 de modificación del ángulo de balanceo dispuestos para multiplicar el ángulo de balanceo φ actual por un coeficiente de balanceo k . En este ejemplo, el coeficiente de balanceo k tiene un valor numérico que está dentro de un intervalo entre 0 y 1, ambos incluidos. El coeficiente de balanceo k depende del ángulo de picado γ de manera que el coeficiente de balanceo k sea menor de 1, cuando el ángulo de picado γ sobrepasa el citado ángulo de picado especificado γ_s , lo cual significa que el ángulo de balanceo modificado φ_m será más pequeño que el ángulo de balanceo actual φ . El módulo 45 de modificación del ángulo de balanceo también está dispuesto para dirigir el ángulo de balanceo modificado φ_m al segundo módulo de cálculo 51.

El primer módulo de cálculo 43 está dispuesto para calcular la necesidad de balancear la aeronave como diferencia entre el ángulo de balanceo modificado φ_m y un ángulo de balanceo final deseado φ_f . En este ejemplo, el ángulo de balanceo final deseado φ_f es igual a cero grados, y por lo tanto la necesidad de balancear la aeronave es igual al ángulo de balanceo modificado φ_m . En un ejemplo de la invención, el primer módulo de cálculo y el módulo de modificación del ángulo de balanceo por lo tanto pueden ser el mismo módulo. En todavía otro ejemplo de la invención el primer módulo de cálculo por el contrario puede cambiar el ángulo de balanceo final deseado φ_f basándose en el ángulo de picado de manera que la necesidad de balancear la aeronave se reduce y la trayectoria de vuelo de recuperación calculada gira lateralmente para ángulos de picado que superan el citado ángulo de picado especificado.

El segundo módulo de cálculo 51 a su vez está dispuesto para calcular la necesidad de cambiar la dirección del vector de velocidad para que el cambio se inicie en un punto en el que la necesidad restante para balancear la aeronave

ES 2 335 673 T3

sea menor que la necesidad límite fijada para balancear la aeronave φ_L . Puesto que el segundo módulo de cálculo 51 está dispuesto para calcular la necesidad de cambiar la dirección del vector de velocidad de manera que el cambio en el vector de velocidad tenga un componente en una dirección ascendente en relación con un marco de referencia de la aeronave, la aeronave cabecea hacia arriba. De esta manera, la aeronave puede girar más rápidamente puesto que el cabeceo de la aeronave hacia arriba proporciona el direccionamiento más poderoso de la aeronave. En este ejemplo, la necesidad especificada φ_1 de balancear la aeronave se establece, por lo tanto, en 90° , lo que significa que tan pronto como haya un componente positivo en la dirección hacia arriba, que coincide con la dirección de la trayectoria de vuelo calculada, la aeronave cabecea hacia arriba. Si el ángulo de balanceo modificado φ_m es menor de 90° , la aeronave cabeceará hacia arriba de inmediato.

En la figura 3a, se muestra la relación entre el coeficiente de balanceo k y el ángulo de picado γ . El coeficiente de balanceo se aproxima a 1 cuando el ángulo de picado γ es inferior al citado ángulo de picado especificado γ_s . De esta manera, la necesidad de balancear la aeronave es la misma que el ángulo de balanceo actual φ , lo que significa que la aeronave está totalmente balanceada con un ángulo de balanceo de cero grados, de manera que la trayectoria de vuelo continúa en la dirección de avance.

Cuando el ángulo de picado γ se aproxima a 90° , el coeficiente k de balanceo disminuye hacia 0, lo que significa que la necesidad de balancear la aeronave se aproxima a cero grados, de manera que la trayectoria de vuelo de recuperación continúa en la dirección en la cual la aeronave está actualmente balanceada. Si la aeronave realiza un picado invertido, la trayectoria de vuelo, por lo tanto gira hacia atrás de manera similar a la trayectoria de vuelo B, del caso nadir de acuerdo con la técnica anterior.

En un intervalo del ángulo de picado, el coeficiente de balanceo k disminuye con el aumento del ángulo de picado γ . En este ejemplo, el intervalo especificado del ángulo de picado γ es entre el citado ángulo de picado especificado γ_s y 90° . De esta manera, la trayectoria de vuelo de recuperación gira más lateralmente con el aumento del ángulo de picado γ dentro del citado intervalo, suponiendo que el ángulo de balanceo actual sea mayor de cero grados, puesto que la necesidad de balancear la aeronave se hace más pequeña que el ángulo de balanceo actual. En este ejemplo, el coeficiente de balanceo k también disminuye de manera uniforme y linealmente con el aumento del ángulo de picado γ dentro del citado intervalo. En este ejemplo, el intervalo del ángulo de picado γ oscila entre 70° y 90° . En otro ejemplo, el coeficiente de balanceo puede disminuir progresivamente o exponencialmente hacia cero grados en el intervalo.

El circuito de cálculo de la trayectoria comprende también un módulo de cálculo de inicio 47 dispuesto para calcular el tiempo y la altitud en los que se debe iniciar la maniobra evasiva. En este ejemplo, el módulo de cálculo de inicio 47 está dispuesto para la producción de una señal de inicio si la altitud más baja de la trayectoria de vuelo de recuperación de error es inferior a una altitud de seguridad. En este ejemplo, la altitud de seguridad varía de acuerdo con la magnitud del vector de velocidad y el ángulo de picado actual. La unidad de cálculo de colisión con el suelo 29 también comprende una unidad de salida 53 dispuesta para recibir señales del circuito de cálculo de la trayectoria 41, incluyendo la señal de inicio desde el módulo de cálculo de inicio 47, y transmite señales sobre la trayectoria de vuelo de recuperación calculado al citado piloto automático 31 o la unidad de presentación de información 33, por ejemplo como respuesta a la citada señal de inicio.

En la figura 3b se muestra un ejemplo de una definición del ángulo de picado γ . El ángulo de picado γ en este ejemplo se define como el ángulo γ entre el vector de velocidad 65 de la aeronave y un plano imaginario del suelo 67. De esta manera, un ángulo de picado γ de cero grados significa que la aeronave está volando en paralelo con el suelo 67, y un ángulo de picado γ de 90 grados significa que la aeronave está picando verticalmente hacia el suelo 67. En otro ejemplo, el ángulo de picado puede ser definido por el contrario como el ángulo entre una longitud axial de la aeronave y un plano imaginario del suelo. En un ejemplo, el plano imaginario del suelo puede coincidir con el plano verdadero del suelo.

En la figura 3c se muestra un ejemplo de una definición del ángulo de balanceo actual φ . El ángulo de balanceo φ en este ejemplo se define como el ángulo φ entre la aleta de cola 69 de la aeronave y un vector 71 que es perpendicular al vector de velocidad y que está apuntando hacia arriba, cuando la aeronave se proyecta sobre el vector de velocidad. De esta manera, el ángulo de balanceo φ es de cero grados cuando la aeronave está a nivel con las alas y de 180 grados cuando la aeronave está invertida. Cuando el ángulo de picado γ es de 90 grados, el ángulo de balanceo φ no está definido. Cuando la aeronave realiza un picado más allá de la línea vertical (de manera que el ángulo de picado γ varíe desde 89 grados a 91 grados), el ángulo de balanceo actual φ cambia abruptamente $\pm 180^\circ$.

Por otra parte, en la figura 3c se muestra un marco de referencia de la aeronave, de manera que la dirección hacia arriba 70 en relación con el marco de referencia de la aeronave sea la dirección en la que la aleta de cola está apuntando momentáneamente. Si el ángulo de balanceo cambia el marco de referencia de la aeronave, también cambia en relación con un marco de referencia de la tierra. Por ejemplo, si la aeronave realiza un picado invertido ($\varphi = 180^\circ$) la dirección hacia arriba 70 en el marco de referencia de la aeronave se dirige hacia abajo en relación con el marco de referencia de la tierra. Si la aeronave realiza un picado al nivel de las alas ($\varphi = 0^\circ$), la dirección hacia arriba 70 en el marco de referencia de la aeronave coincide con la dirección hacia arriba en relación con el marco de referencia de la tierra.

Se debería apreciar que el ángulo de picado y el ángulo de balanceo pueden ser definidos de manera diferente en una realización particular. Entonces es posible transformar los ángulos de picado y de balanceo en las definiciones que

se han proporcionado más arriba. Por lo tanto, una realización de este tipo todavía se mantendrá en el alcance de la presente invención.

En las figuras 4a-b, se muestran tres aeronaves 3A-C que están realizando un picado invertido hacia el suelo 5 con diferentes ángulos de picado. Cada una de las aeronaves 3A-C está equipada con una unidad de cálculo de colisión contra el suelo, que está dispuesta para calcular una trayectoria de vuelo de acuerdo con la invención que evita la colisión con el suelo 5. En la figura 4, se muestran las trayectorias de las trayectorias de vuelo calculadas 9A-C, así como los vectores de velocidad 11A-C de la aeronave 3A-C.

De acuerdo con la invención, el cálculo de las trayectorias de vuelo 9A-C comprende calcular la necesidad de balancear la aeronave 3A-C en base al ángulo de balanceo actual. En este caso el ángulo de balanceo es de 180 grados puesto que las aeronaves están picando invertidas. El cálculo de la necesidad de balancear la aeronave 3A-C también se basa en el ángulo de picado de manera que la trayectoria de vuelo calculada gire lateralmente cuando el ángulo de picado sobrepasa un ángulo especificado y cuando el ángulo de balanceo actual sea mayor de cero grados. El ángulo de picado se mide en relación a un plano imaginario de suelo 6, que en este ejemplo es paralelo al horizontal.

En las figuras 4a-b la aeronave 3C realiza un picado con un ángulo pequeño de picado, inferior al citado ángulo de picado especificado. De acuerdo con la invención, el cálculo de la necesidad de balancear la aeronave se basa en el ángulo de picado de manera que la trayectoria de vuelo continúa en la dirección de avance cuando el ángulo de picado está por debajo del citado ángulo de picado especificado. De esta manera, la trayectoria de vuelo 9C de la aeronave 3C continúa en la dirección de avance. Esta trayectoria de vuelo corresponde a la trayectoria de vuelo cenit como se describe en la figura 1.

En las figuras 4a-b la aeronave 3B realiza un picado con un ángulo de picado que supera el citado ángulo de picado especificado y por lo tanto la trayectoria de vuelo 9B gira lateralmente. La trayectoria de vuelo gira lateralmente en relación con la dirección de avance del vector de velocidad 11B, y en particular en relación con la dirección de la proyección del vector de velocidad 11B sobre el plano imaginario del suelo 6. La trayectoria de vuelo 11B de esta manera es intermedia con respecto a las trayectorias de vuelo 11A y 11C.

En las figuras 4a-b la aeronave 3A realiza un picado muy inclinado con un ángulo de picado que se aproxima a 90 grados. De acuerdo con la invención, la necesidad de balancear la aeronave se calcula en función del ángulo de picado de forma que la trayectoria de vuelo gire hacia atrás cuando el ángulo de picado se acerca a 90°. De esta manera, la trayectoria de vuelo 9A de la aeronave 3A gira hacia atrás en relación con la dirección de avance del vector de velocidad 11A. Esto corresponde a la trayectoria de vuelo nadir en la figura 1.

De esta manera, el procedimiento de acuerdo con la invención en el que la trayectoria de vuelo de recuperación calculada gira lateralmente cuando el ángulo de picado sobrepasa un ángulo de picado especificado, incluye las trayectorias de vuelo tanto nadir como cenit de acuerdo con la técnica anterior y las conectan con trayectorias de vuelo laterales intermedias. De esta manera, el procedimiento puede ser utilizado para todos los ángulos de picado y ángulos de balanceo y sólo se necesita un cálculo en lugar de dos. Esto reduce considerablemente la necesidad de potencia computacional y proporciona ventajas adicionales como se ha mencionado anteriormente.

En la figura 5 se muestran las diferentes trayectorias de vuelo de recuperación para ángulos de picado y ángulos de balanceo diferentes. Los círculos en la figura corresponden a diferentes ángulos de picado. El ángulo de picado de la aeronave está dado por la posición de la aeronave en relación con los citados círculos. El círculo exterior corresponde a un ángulo de picado de 70°, el círculo interior a un ángulo de picado de 80°, y el punto corresponde a un ángulo de picado de 90°. La dirección de avance de los vectores de velocidad de la aeronave se dirige a la derecha en la figura 5. Los ángulos de balanceo actual de los aviones están representados por las líneas que representan las alas y las aletas de cola de la aeronave, en los que una aleta de cola dirigida hacia la derecha corresponde a un ángulo de balanceo de 0°, y una aleta de cola dirigida hacia la izquierda corresponde a un ángulo de balanceo de 180°. En la figura 5, el citado ángulo de picado especificado más arriba con las trayectorias de vuelo de recuperación calculadas que giran lateralmente es de 70°.

La aeronave indicada por el número de referencia 13 se encuentra fuera del círculo exterior y por lo tanto tiene un ángulo de picado inferior al citado ángulo de picado especificado. De acuerdo con la invención, la necesidad de balancear una aeronave 13 por encima del citado ángulo de picado especificado es igual al ángulo de balanceo actual y lo por tanto la aeronave 13 está balanceada a 0°. Cuando la aeronave 13 cabecea hacia arriba, la aeronave 13 de esta manera continuará su trayectoria de vuelo en la dirección de avance del vector de velocidad, que está representada por la flecha doblada.

Las aeronaves representadas por los números de referencia 15 y 17 tienen ángulos de balanceo actuales de 180°. Sus ángulos de picado sobrepasan el citado ángulo de picado especificado 70 y por lo tanto el cálculo de la necesidad de balancear la aeronave 15, 17 comprende la reducción de la necesidad de balancear la aeronave por debajo del valor del ángulo de balanceo actual. De esta manera, las trayectorias de vuelo calculado de las aeronaves 15 y 17 giran lateralmente en relación con la dirección de los vectores de velocidad. Esto se produce puesto que las aeronaves 15, 17 están completamente balanceadas con un ángulo de balanceo de 0°. A continuación, las aeronaves son giradas lateralmente cuando la aeronave cabecea hacia arriba, puesto que el cabeceo de la aeronave implicará una fuerza lateral así como una fuerza hacia arriba. Puesto que la aeronave 17 tiene un ángulo de picado más pronunciado que

ES 2 335 673 T3

la aeronave 15, la trayectoria de vuelo de la aeronave 17 girará más lateralmente y girará ligeramente hacia atrás en comparación con la trayectoria de vuelo de la aeronave 15.

La aeronave representada por el número de referencia 19 tiene el mismo ángulo de picado que la aeronave 15, pero tiene un menor ángulo de balanceo actual. De esta manera, el ángulo de balanceo final 19 de la aeronave será menor que el ángulo de balanceo final de la aeronave 15, lo que significa que la trayectoria de vuelo calculada de la aeronave 19 no girará tanto lateralmente como la trayectoria de vuelo de la aeronave 15.

La aeronave indicada por el número de referencia 21 también tiene el mismo ángulo de picado que las aeronaves 15 a 19, pero tiene un ángulo de balanceo actual de 0°. De esta manera, la necesidad de balancear la aeronave 21 es 0. Por lo tanto la aeronave continuará su trayectoria de vuelo en la dirección de avance.

La aeronave indicada por el número de referencia 23 tiene un ángulo de picado muy inclinado que se aproxima a 90°. De esta manera, la necesidad de balancear la aeronave 23 es muy pequeña, lo que significa que la trayectoria de vuelo calculada de la aeronave 23 girará principalmente hacia atrás. La trayectoria de vuelo de la aeronave 23 está cerca del caso nadir de la técnica anterior, y evita una colisión con el suelo picando incluso de forma más pronunciada, tirando hacia atrás de la aeronave, y a continuación ascendiendo hacia arriba en una trayectoria de vuelo similar a un bucle después de que la aeronave gire más allá del ángulo de picado de 90 grados. Al utilizar el modelo de acuerdo con la invención, la trayectoria de vuelo calculada de una aeronave con un ángulo de picado superior a 90° no girará discontinuamente si la aeronave aumenta su ángulo de picado a un ángulo de picado superior a 90°, aunque el ángulo de balanceo actual gire de 180° a 0° cuando pasan por la línea vertical, puesto que la necesidad de balancear la aeronave se reduce a cerca de cero grados con ángulos de picado altos.

En la figura 6 se muestra un diagrama de flujo del procedimiento de acuerdo con la invención. En el bloque 55, el procedimiento comprende recibir señales que incluyen información de un ángulo de picado de la aeronave y un ángulo de balanceo actual de la aeronave. En este ejemplo, el procedimiento también incluye recibir señales que incluyen información sobre otros parámetros conocidos en la técnica.

En los bloques 57 a 61 el procedimiento comprende calcular una trayectoria de vuelo que evita la colisión con el suelo, sobre la base de la citada información. En el bloque 57, el procedimiento comprende calcular la necesidad de balancear la aeronave en base al ángulo de balanceo y del ángulo de picado actuales. El cálculo comprende reducir la necesidad de balancear la aeronave por debajo del valor del ángulo de balanceo actual cuando el ángulo de picado sobrepasa un ángulo de picado especificado. Esto se lleva a cabo recuperando un coeficiente de balanceo de un almacenamiento de datos, y dicho coeficiente de balanceo depende del ángulo de picado como se ha descrito anteriormente en relación con las figuras 2-3, y multiplicando el ángulo de balanceo presente por el citado coeficiente de balanceo. Puesto que el coeficiente de balanceo es menor de 1 cuando el ángulo de picado sobrepasa el citado ángulo de picado especificado, el valor del producto es menor que el ángulo de balanceo actual. La necesidad de balancear la aeronave se calcula como el producto del ángulo de balanceo actual por el citado coeficiente de balanceo.

En el bloque 59, el procedimiento comprende calcular la necesidad de cambiar el vector de velocidad de la aeronave. La necesidad de cambiar el vector de velocidad se calcula a partir de parámetros conocidos en la técnica anterior, y de manera que el cambio tenga un componente en una dirección hacia arriba en relación con un marco de referencia de la aeronave. De acuerdo con la invención, la necesidad de cambiar el vector de velocidad también se calcula de manera que el cambio se inicia en un punto en el que la necesidad restante para balancear la aeronave es más pequeña que la necesidad limitante especificada para balancear la aeronave. En este ejemplo, la necesidad limitante para balancear la aeronave se establece en 90°.

En el bloque 61, la trayectoria de vuelo se calcula utilizando la citada necesidad de balancear la aeronave y el citado cambio en el vector de velocidad. El procedimiento comprende además calcular la altitud más baja durante la trayectoria de vuelo y la maniobra evasiva, y el punto en el cual una maniobra evasiva debe iniciarse separándose de la citada trayectoria de vuelo calculada.

En el bloque 63, el procedimiento comprende transmitir la citada trayectoria de vuelo, con dependencia de la altitud más baja, a un circuito de salida, que presenta la información de la trayectoria de vuelo en un momento especificado antes del último punto para iniciar la maniobra evasiva. De esta manera, se proporciona tiempo a un piloto o a un piloto automático para reaccionar a la información recibida.

La invención no se limita a la realización mostrada, sino que puede variar en el marco de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una unidad (29) de cálculo de colisión con el suelo concebida para calcular una trayectoria de vuelo de recuperación (9a-c) para una aeronave (3a-c) con el fin de evitar una colisión con el suelo (5), la unidad de cálculo de colisión con el suelo comprende un circuito de recepción (37) dispuesto para recibir señales que comprenden información de un ángulo de picado (γ) de la aeronave (3a-c), y un ángulo de balanceo actual (φ) de la aeronave, y un circuito de cálculo de trayectoria (41) dispuesto para calcular una trayectoria de vuelo de recuperación (9a-c) que evite la colisión con el suelo (5) sobre la base de la citada información, el circuito de cálculo de la trayectoria comprende un primer módulo de cálculo (43) dispuesto para calcular la necesidad de balancear la aeronave en base al ángulo de balanceo actual (φ), y un segundo módulo de cálculo (51) dispuesto para calcular la necesidad de modificar la dirección de un vector de velocidad (11a-c) de la aeronave (3a-c), de modo que el citado cambio del vector de velocidad tiene un componente en una dirección hacia arriba en relación con un marco de referencia de la aeronave (3a-c), que se **caracteriza** porque el primer módulo de cálculo (43) está dispuesto para el cálculo de la necesidad de balanceo de la aeronave (3a-c) también se basa en el ángulo de picado (γ) de manera que la trayectoria de vuelo calculada (9b) gira lateralmente cuando el ángulo de picado (γ) supera un ángulo de picado especificado (γ_s) y cuando el ángulo de balanceo actual (φ) es mayor de cero grados, y de manera que la trayectoria de vuelo (9a) continúa en la dirección de avance cuando el ángulo de picado (γ) es inferior al citado ángulo especificado de picado.

2. Una unidad de cálculo de colisión con el suelo de acuerdo con la reivindicación 1, que se **caracteriza** porque el primer módulo de cálculo (43) está dispuesto para reducir la necesidad calculada para balancear la aeronave por debajo del valor del ángulo de balanceo actual (φ) cuando el ángulo de picado (γ) supera el citado ángulo de picado especificado.

3. Una unidad de cálculo de colisión con el suelo de acuerdo con la reivindicación 2, que se **caracteriza** porque el primer módulo de cálculo (43) comprende un módulo (45) de modificación del ángulo de balanceo dispuesto para multiplicar el ángulo de balanceo actual (φ) por un coeficiente de balanceo (k), teniendo dicho coeficiente de balanceo un valor numérico que depende del ángulo de picado, de manera que el coeficiente de balanceo sea menor de uno cuando el ángulo de picado supera el citado ángulo de picado especificado.

4. Una unidad de cálculo de colisión con el suelo, de acuerdo con la reivindicación 3, que se **caracteriza** porque el coeficiente de balanceo (k) es próximo a uno cuando el ángulo de picado (γ) es inferior al citado ángulo de picado especificado, con lo que la trayectoria de vuelo continúa en la dirección de avance.

5. Una unidad de cálculo de colisión con el suelo de acuerdo con las reivindicaciones 3 ó 4, que se **caracteriza** porque el coeficiente de balanceo (k) se reduce a cero cuando el ángulo de picado (γ) se aproxima a 90 grados, en el que la trayectoria de vuelo gira hacia atrás cuando el ángulo de balanceo está cerca de 180 grados.

6. Una unidad de cálculo de colisión con el suelo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3-5, que se **caracteriza** porque el coeficiente de balanceo (k) disminuye al aumentar el ángulo de picado (γ) en al menos un intervalo especificado del ángulo de picado, de forma que la trayectoria de vuelo (9b, 9c) gira crecientemente lateralmente con un ángulo de picado cada vez mayor dentro del citado intervalo.

7. Una unidad de cálculo de colisión con el suelo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3-6, que se **caracteriza** porque el coeficiente de balanceo (k) disminuye de manera uniforme con un ángulo de picado creciente dentro del citado intervalo del ángulo de picado.

8. Una unidad de cálculo de colisión con el suelo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3-7, que se **caracteriza** porque el citado intervalo de ángulos de picado varía entre 50 y 90 grados.

9. Una unidad de cálculo de colisión con el suelo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3-8, que se **caracteriza** porque el valor del coeficiente de balanceo (k) está entre 0 y 1.

10. Una unidad de cálculo de colisión con el suelo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9, que se **caracteriza** porque el segundo módulo de cálculo (51) está concebido para calcular la necesidad de cambiar la dirección del vector de velocidad (11a-c) cuando la necesidad restante para balancear la aeronave es menor que una necesidad especificada para balancear la aeronave.

11. Un procedimiento para el cálculo de una trayectoria de vuelo para evitar una colisión con el suelo cuando una aeronave (3a, 3b, 3c) realiza un picado hacia el suelo, comprendiendo el procedimiento

- recibir (55) señales que comprenden información de un ángulo de picado de la aeronave en relación con el plano imaginario del suelo, y un ángulo de balanceo actual de la aeronave, y
- calcular una trayectoria de vuelo de recuperación que evita la colisión con el terreno sobre la base de la citada información, incluyendo calcular (57) el cálculo de la necesidad de balancear la aeronave en base al ángulo de balanceo actual, y calcular (59) la necesidad de cambiar la dirección del vector de velocidad de la aeronave, de manera que el cambio de vector de velocidad tenga un componente en una dirección

ES 2 335 673 T3

ascendente en relación con un marco de referencia de la aeronave, que se **caracteriza** porque el cálculo (57) de la necesidad de balancear la aeronave se basa también en el ángulo de picado, de forma que la trayectoria de vuelo calculada gire lateralmente cuando el ángulo de picado supera un ángulo de picado especificado y cuando el ángulo de balanceo actual (φ) es mayor que cero grados, y para que la trayectoria de vuelo continúe en la dirección de avance cuando el ángulo de picado es menor que el citado ángulo de picado especificado.

12. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, que se **caracteriza** porque el cálculo (57) de la necesidad de balancear la aeronave comprende reducir la necesidad de balancear la aeronave por debajo del valor del ángulo de balanceo actual (φ) cuando el ángulo de picado (γ) supera el citado ángulo de picado especificado.

13. Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 11 ó 12, que se **caracteriza** porque el cálculo (57) de la necesidad de balancear la aeronave comprende multiplicar el ángulo de balanceo actual de la aeronave por un coeficiente de balanceo (k) que tiene un valor numérico que depende del ángulo de picado, de manera que el coeficiente de balanceo sea menor de uno cuando el ángulo de picado supera el citado ángulo de picado especificado.

14. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, que se **caracteriza** porque el coeficiente de balanceo (k) es próximo a uno cuando el ángulo de picado (γ) es inferior al citado ángulo de picado especificado, en el que la trayectoria de vuelo continúa en la dirección de avance.

15. Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 13 ó 14, que se **caracteriza** porque el coeficiente de balanceo disminuye hacia cero cuando el ángulo de picado (γ) se aproxima a 90 grados, con lo que la trayectoria de vuelo gira hacia atrás cuando el ángulo de balanceo (γ) es cercano a 180 grados.

16. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 13-15, que se **caracteriza** porque el coeficiente de balanceo disminuye con el incremento del ángulo de picado (γ) en al menos un intervalo especificado del ángulo de picado (γ), de manera que la trayectoria de vuelo gire crecientemente lateralmente con ángulos de picado crecientes.

17. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 16, que se **caracteriza** porque el coeficiente de balanceo (k) disminuye de manera uniforme con el incremento del ángulo de picado (γ) en el citado intervalo del ángulo de picado.

18. Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 16 ó 17, que se **caracteriza** porque el citado intervalo del ángulo de picado (γ) oscila entre 50 y 90 grados.

19. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 13-18, que se **caracteriza** porque el valor del coeficiente de balanceo (k) es de 0 a 1.

20. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11-19, que se **caracteriza** porque el cálculo de la trayectoria de vuelo comprende calcular la necesidad de cambiar la dirección del vector de velocidad después de balancear la aeronave, cuando la necesidad restante para balancear la aeronave es menor que la necesidad especificada para balancear la aeronave.

21. Un programa informático que se puede cargar directamente en la memoria interna de un ordenador digital, que se **caracteriza** porque el programa informático comprende software para controlar el procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11-20, cuando el citado programa se ejecuta en un ordenador.

22. Un medio legible por ordenador, que tiene un programa grabado en el mismo, que se **caracteriza** porque el programa es para hacer que un ordenador realice el procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11-20.

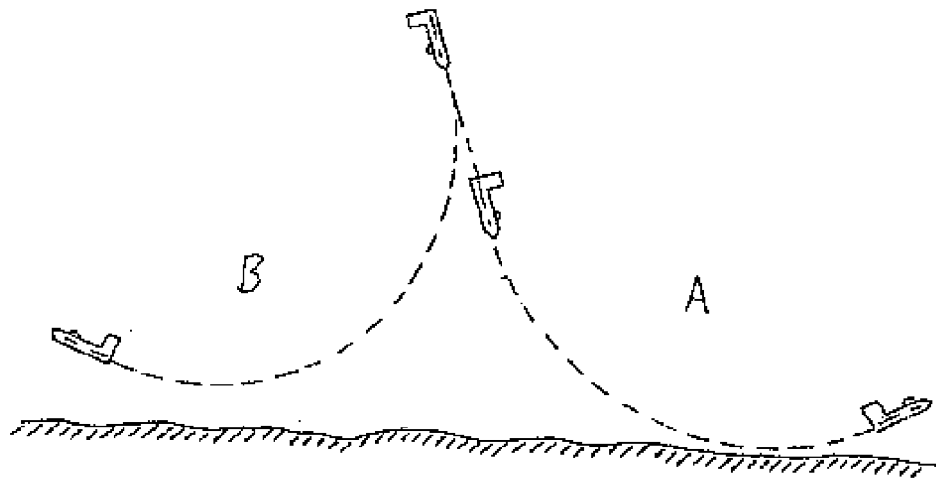


Fig 1

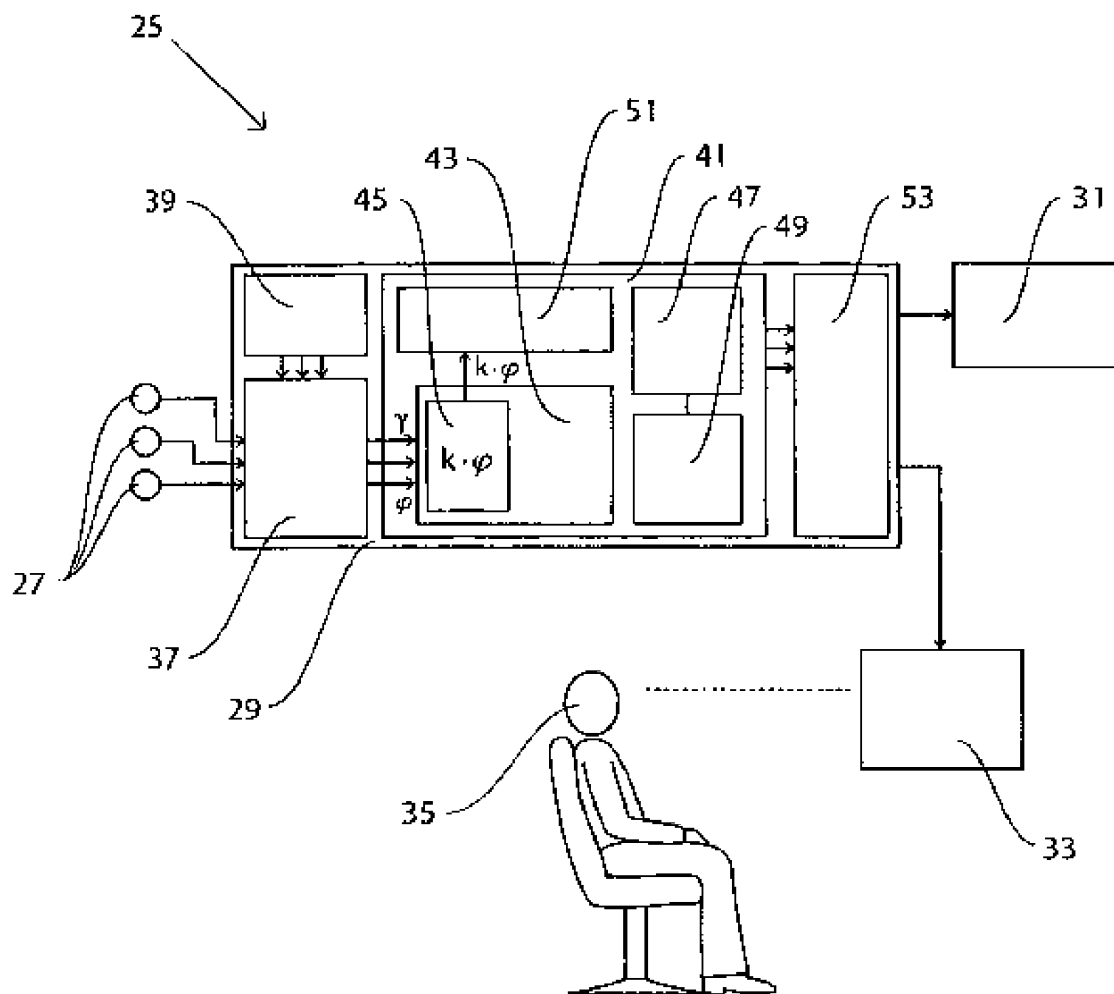


Fig 2

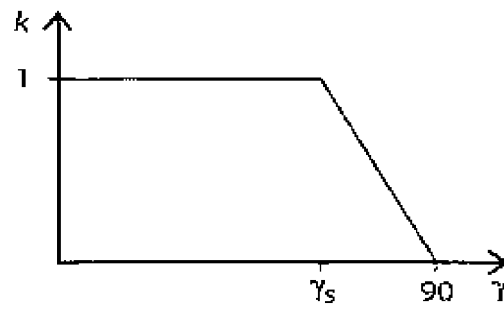


Fig 3a

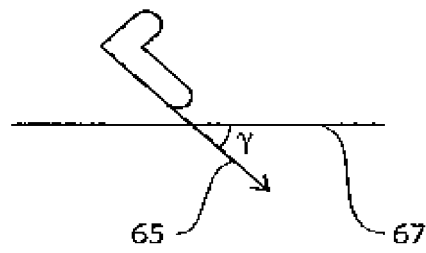


Fig 3b

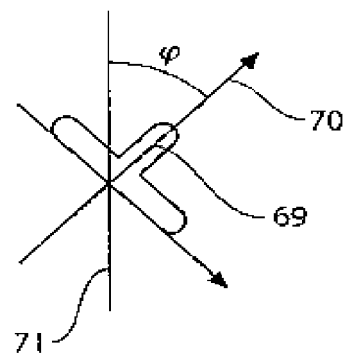


Fig 3c

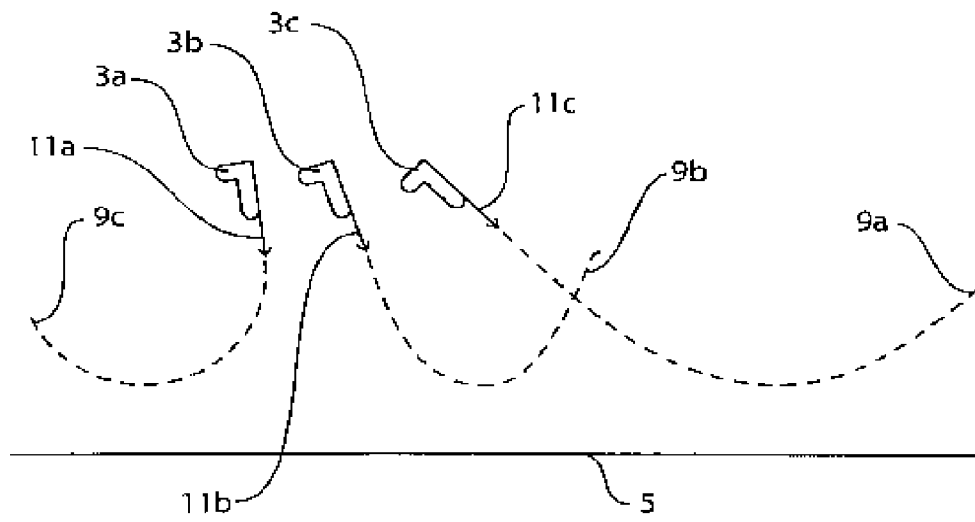


Fig 4a

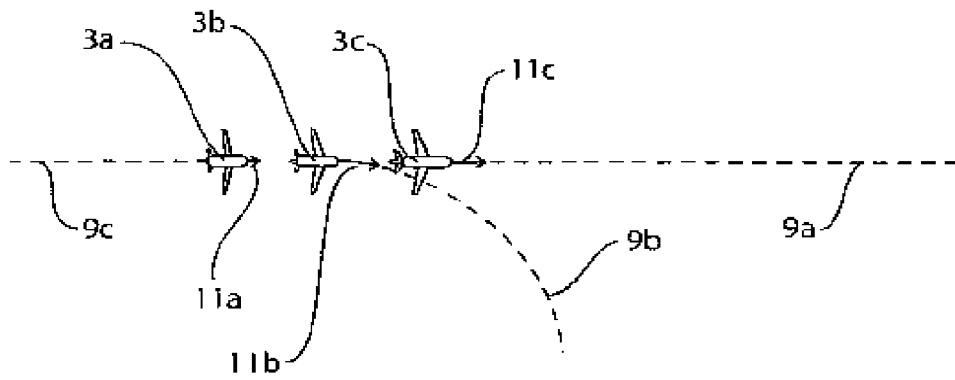


Fig 4b

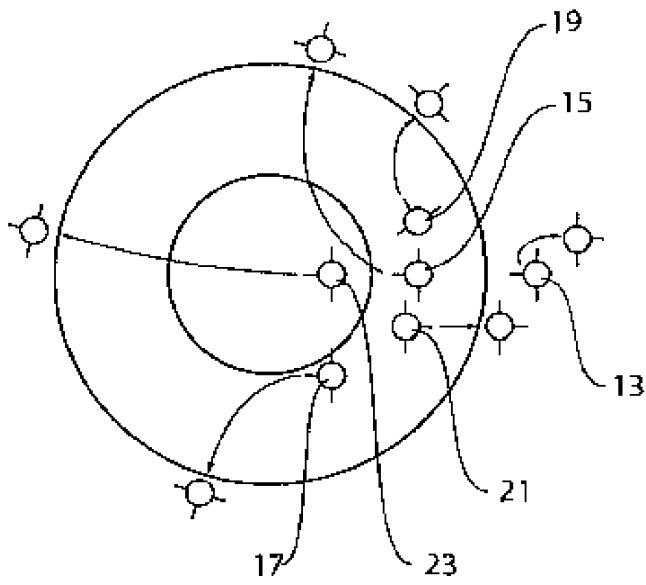


Fig 5

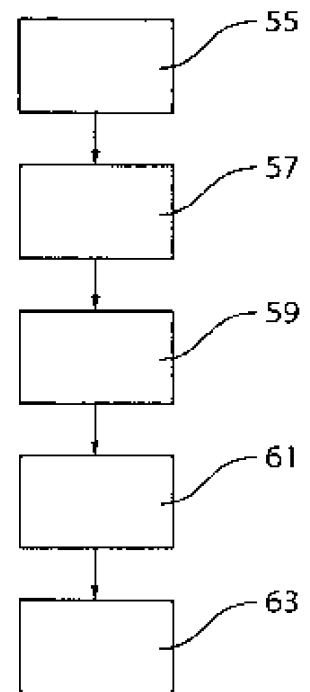


Fig 6