



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 285 321**

51 Int. Cl.:
G08G 5/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04020615 .3**

86 Fecha de presentación : **31.08.2004**

87 Número de publicación de la solicitud: **1630767**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **01.03.2006**

54

Título: **Sistema y procedimiento para prevención automática de colisiones en el aire.**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.11.2007

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.11.2007

73

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

72

Inventor/es: **Hammarlund, Henrik;**
Sundqvist, Bengt-Göran;
Persson, Hasse y
Lövgren, Jonas

74

Agente: **Carpintero López, Francisco**

ES 2 285 321 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema y procedimiento para prevención automática de colisiones en el aire.

5 **Campo de la invención y técnica anterior**

La presente invención se refiere a un procedimiento para evitar colisiones entre aeronaves según el preámbulo de la reivindicación 1.

10 La invención también se refiere a un sistema para evitar automáticamente colisiones entre aeronaves según el preámbulo de la reivindicación 7.

15 El objeto de un sistema automático de prevención de colisiones en el aire (ACAS) es prevenir colisiones en el aire entre aeronaves, provista cada una de ellas del sistema. Una evasión es una maniobra automática efectuada para evitar la colisión con otra aeronave. Una vez activada la maniobra de evasión, las maniobras ordenadas por el piloto son ignoradas. Cada aeronave provista del sistema calcula continuamente un ángulo de escape y factor de carga que usará la aeronave durante una maniobra de evasión para el caso de una colisión que se aproxima. El ángulo de escape es un ángulo de alabeo relativo. Al mismo tiempo, la aeronave calcula trayectorias optimizadas de vuelo de alejamiento en el aire. Las trayectorias de vuelo de alejamiento se calculan por medio de un modelo de respuesta de la aeronave. La 20 trayectoria de vuelo de alejamiento es una predicción del espacio dentro del cual estará situada la aeronave con una determinada probabilidad, si tuviera lugar una maniobra de evasión.

25 La trayectoria de vuelo de alejamiento es una trayectoria en el aire rodeada por un espacio en forma de cono. El tamaño del espacio en forma de cono que rodea la trayectoria depende de las incertidumbres en la predicción de la trayectoria de vuelo de alejamiento. Las incertidumbres en la predicción se deben, por ejemplo, a la falta de precisión del modelo de respuesta de la aeronave, la falta de precisión de la temporización de la activación de la evasión debida a la falta de precisión de la suposición del momento en que comenzará la maniobra de evasión, y las maniobras de último momento. La trayectoria de vuelo de alejamiento calculada se envía a las otras aeronaves. Cuando las otras aeronaves reciben una trayectoria de vuelo de alejamiento, la trayectoria se reserva. Así, las trayectorias de vuelo de 30 alejamiento reservadas son conocidas por todas las aeronaves cercanas que posean el sistema.

Se conoce un procedimiento para calcular trayectorias de vuelo de alejamiento, por ejemplo, del documento EP1329863.

35 Las aeronaves reciben continuamente trayectorias de vuelo de alejamiento procedentes de las otras aeronaves. El sistema detecta una colisión que se aproxima basándose en la propia trayectoria de vuelo de alejamiento y las trayectorias de vuelo de alejamiento recibidas, procedentes de las otras aeronaves, y tras detectar una colisión que se aproxima activa la maniobra de evasión automática. Durante la maniobra de evasión, la aeronave recibe la orden de adoptar el ángulo de escape y factor de carga calculados en el mismo momento que la última trayectoria de vuelo de 40 alejamiento calculada. Se detecta una colisión cuando el sistema detecta que la propia trayectoria de vuelo de alejamiento reservada cruza una trayectoria de vuelo de alejamiento reservada de otra aeronave. La maniobra de evasión debería producirse dentro de un espacio reservado que sea conocido por las otras aeronaves. Si no se detectan colisiones, el sistema calcula un nuevo ángulo de escape y factor de carga para usarlos durante una maniobra de evasión, y una nueva trayectoria de vuelo de alejamiento basada en las trayectorias de vuelo de alejamiento recibidas, 45 procedentes de las otras aeronaves. La nueva trayectoria de vuelo de alejamiento se envía a las otras aeronaves.

Un problema relacionado con los sistemas automáticos de prevención de colisiones en el aire es el de que, en algunas situaciones, las incertidumbres en la predicción son grandes. Para garantizar que la maniobra de evasión quede dentro del espacio reservado de la trayectoria de vuelo de alejamiento, se aumenta el ancho de la trayectoria reservada. 50 Cuando se aumenta el ancho de la trayectoria reservada, se aumenta el riesgo de sufrir trastornos. El término trastornos se refiere a un suceso que da lugar a una respuesta o activación del sistema involuntaria o imprevista. Cuando el riesgo de activaciones involuntarias o imprevistas de la maniobra de evasión pasa a ser demasiado elevado, el sistema para prevenir colisiones automáticamente se desconecta y, para entonces, la disponibilidad del sistema se reduce.

55 Este problema resulta particularmente molesto, ya que las mayores incertidumbres se dan en las situaciones en las que el riesgo de colisiones es elevado y, por consiguiente, en las que el sistema de prevención de colisiones resulta más necesario. Las incertidumbres son particularmente altas en situaciones en las que las aeronaves maniobran de forma muy dinámica, por ejemplo durante una incursión aérea. Las incertidumbres más pequeñas se dan cuando la aeronave maniobra en línea recta, y aumentan cuando la aeronave gira. Las incertidumbres incrementadas durante las maniobras 60 dinámicas se deben a las incertidumbres incrementadas en la predicción de la trayectoria de vuelo de alejamiento, que depende de las incertidumbres incrementadas en el modelo de respuesta de la aeronave, incertidumbres incrementadas en la entrada de datos en el modelo, e incertidumbres incrementadas en la predicción de la posición de inicio de la acción de evasión debidas a maniobras de último momento del piloto. Las maniobras de último momento del piloto son maniobras ordenadas a la aeronave durante el tiempo de retardo entre el cálculo de una trayectoria de vuelo de 65 alejamiento y la recepción y reserva de la trayectoria de vuelo de alejamiento por parte de las otras aeronaves.

Objetos y resumen de la invención

El objeto de la presente invención es, por tanto, el de proporcionar una solución al problema descrito anteriormente, que reduzca el riesgo de sufrir trastornos y, por consiguiente, mejore la disponibilidad del sistema de prevención de colisiones.

Según un aspecto de la invención, este objeto se logra mediante un procedimiento que comprende la parte caracterizadora de la reivindicación 1.

Según la invención, durante la maniobra de evasión se calcula una maniobra de evasión compensada para la aeronave basándose en la posición actual de la aeronave durante la evasión y la posición de la aeronave predicha con anterioridad, la cual se predijo antes de la activación de la evasión y es conocida por las otras aeronaves. La maniobra por defecto se ajusta de tal forma que la posición de la aeronave se aproxima a la posición predicha con anterioridad, es decir, de tal forma que la posición de la aeronave se aproxima a la trayectoria de vuelo de alejamiento reservada. Así, se garantiza que la aeronave vuela dentro del espacio reservado, es decir, dentro de la trayectoria de vuelo de alejamiento conocida por las otras aeronaves, durante la evasión.

La invención gestiona y reduce las incertidumbres del cálculo, incertidumbres en la entrada de datos en el modelo, así como las incertidumbres debidas a las maniobras de último momento. Así, otra ventaja obtenida es la de que la predicción de la maniobra de evasión se simplifica y el ancho del espacio reservado puede reducirse, lo que hace que el riesgo de sufrir trastornos disminuya y, por consiguiente, que mejore la accesibilidad del sistema. Otra ventaja lograda es que puede reducirse la complejidad de la predicción.

Según una forma de realización de la invención, el procedimiento comprende también la estimación de una posición de la aeronave en un instante en el futuro, con un periodo de tiempo de adelanto, basándose en la posición actual de la aeronave y la maniobra de evasión por defecto, y el cálculo de una diferencia entre dicha posición estimada de la aeronave y la posición predicha con anterioridad en dicho instante futuro, y, basándose en esto, el cálculo de la maniobra de evasión compensada para la aeronave. Se compara una posición futura, estimada basándose en la posición actual, con la posición predicha en el mismo instante. La diferencia en la posición entre la predicción estimada y la predicha se usa para determinar una nueva orden de control para el aparato para garantizar que la diferencia entre la posición real y la predicción de la maniobra de evasión sea razonable. Gracias al hecho de que la comparación tiene lugar con un periodo de tiempo de adelanto, basándose en posiciones futuras, es posible ajustar tan bien la maniobra de evasión en el tiempo que se garantiza que la aeronave vuela dentro del espacio reservado. Preferentemente, el periodo de tiempo de adelanto está dentro del intervalo de 0,2 a 2 segundos. Así, se proporciona una realimentación menos rígida.

Según una forma de realización de la invención, la maniobra de evasión por defecto comprende un ángulo de alabeo de evasión por defecto y un factor de carga de evasión por defecto, y el cálculo de una maniobra de evasión compensada para la aeronave comprende el cálculo de una instrucción compensada de ángulo de alabeo y factor de carga.

Según otro aspecto de la invención, este objeto se logra mediante un sistema que comprende los elementos caracterizadores de la reivindicación 7.

Según otro aspecto más de la invención, el objeto se logra mediante programa informático que se puede cargar directamente en la memoria interna de un ordenador o procesador, que comprende unas partes de código de software para llevar a cabo las etapas del procedimiento según la invención, cuando dicho programa se ejecuta en un ordenador. El programa informático se proporciona en un medio legible por ordenador o bien a través de una red tal como Internet.

Según otro aspecto de la invención, el objeto se logra mediante un medio legible por ordenador que posee un programa grabado en el mismo, cuando el programa sirve para hacer que un ordenador lleve a cabo las etapas del procedimiento según la invención, y dicho programa se ejecuta en el ordenador.

Breve descripción de los dibujos

Ahora se explicará la invención más detenidamente mediante la descripción de las diferentes formas de realización de la invención y haciendo referencia a las figuras adjuntas.

La fig. 1 muestra trayectorias de vuelo de alejamiento para dos aeronaves.

La fig. 2 muestra un diagrama de bloques relativo a un sistema para evitar colisiones automáticamente según la invención.

La fig. 3 muestra un módulo de compensación de maniobra de evasión según una forma de realización de la invención.

La fig. 4 muestra un diagrama de flujo relativo a un procedimiento para evitar colisiones automáticamente según una forma de realización de la invención.

Descripción detallada de formas de realización preferidas de la invención

5

La figura 1 muestra dos aeronaves 1 y 2, comprendiendo cada una un sistema automático de prevención de colisiones. Cada aeronave calcula una trayectoria de vuelo de alejamiento 3 y 4. La trayectoria de vuelo de alejamiento describe una trayectoria 5, 6 en el aire, que está rodeada por un espacio en forma de cono 7,8. El ancho w del espacio en forma de cono 7,8 que rodea la trayectoria 5, 6 depende de las incertidumbres en el cálculo de la trayectoria de vuelo de alejamiento. Las incertidumbres, y por consiguiente el ancho de la trayectoria de vuelo de alejamiento, aumentan con el tiempo. Cuando una aeronave ha calculado una trayectoria de vuelo de alejamiento, la información acerca de la trayectoria se envía a las otras aeronaves. Las otras aeronaves reservan el espacio de la trayectoria de vuelo de alejamiento al recibirla. La trayectoria 5, 6 puede describirse como una función del tiempo, y la información acerca de la trayectoria de vuelo de alejamiento que se envía a las otras aeronaves comprende tres puntos en el aire, dos vectores de velocidad en la función de vuelo, y un valor que representa las incertidumbres del cálculo. Después, los sistemas de control de las otras aeronaves modelan una función spline usando la información recibida. Se detecta una colisión que se aproxima cuando se detecta que la propia trayectoria de vuelo de alejamiento calculada cruza cualquiera de las trayectorias de vuelo de alejamiento de las otras aeronaves.

10

15

20

La figura 2 muestra un sistema para evitar colisiones automáticamente según una forma de realización de la invención. El sistema comprende una unidad de cálculo 10 adaptada para calcular una maniobra de evasión por defecto que incluye un ángulo de escape por defecto, indicado como EA, es decir, un ángulo de alabeo, y un factor de carga por defecto, indicado como NZ, que se usarán durante una maniobra de evasión, y una trayectoria de vuelo de alejamiento para enviar a las otras aeronaves. El ángulo de escape, el factor de carga y las trayectorias de vuelo de alejamiento se calculan basándose en un modelo de respuesta de la aeronave y las trayectorias de vuelo de alejamiento recibidas procedentes de otras aeronaves. El sistema comprende un emisor 12 que envía la trayectoria de vuelo de alejamiento calculada a otras aeronaves y un receptor 14 que recibe trayectorias de vuelo de alejamiento procedentes de las otras aeronaves.

25

30

El sistema comprende además un almacenamiento de datos 16 adaptado para almacenar el ángulo de escape, factor de carga y trayectoria de vuelo de alejamiento calculados, y un manejador de colisión 18 adaptado para detectar una colisión que se aproxima basándose en la propia trayectoria de vuelo de alejamiento y las trayectorias de vuelo de alejamiento recibidas de otras aeronaves y que activa una maniobra de alejamiento al detectar una colisión que se aproxima. Además, el sistema comprende un módulo de compensación de la maniobra de evasión 20 adaptado para recibir la posición actual CP de la aeronave durante una acción de evasión y para calcular una maniobra de evasión para la aeronave basándose en la posición actual de la aeronave, la trayectoria de vuelo de alejamiento y la maniobra de evasión por defecto. El sistema se integra preferentemente en el sistema de control de una aeronave, y usa el sistema informático de la aeronave.

35

40

La trayectoria de vuelo de alejamiento se predice como una trayectoria de spline en el espacio, en función del tiempo. La trayectoria de vuelo de alejamiento se envía a un sistema de control de vuelo de la aeronave. El sistema de control intenta entonces seguir la trayectoria de spline durante la evasión mediante realimentación de la posición. Esto quiere decir que el sistema de control de vuelo intenta corregir los errores en la posición relativos al spline predicho. En el sistema de control de vuelo se integra una evasión por defecto, que devuelve un ángulo de escape por defecto, indicado como EA, en forma de un ángulo de alabeo, y un factor de carga por defecto, indicado como NZ.

45

50

La figura 3 muestra un ejemplo de un módulo de compensación de maniobras de evasión 18. Se recibe la posición actual, indicada como $CP(t_0)$, procedente del sistema informático de la aeronave, y se usa junto con EA y NZ para estimar una posición futura, indicada como $CP(t_0+\Delta t)$, de la aeronave en un estimador 22. La posición actual se obtiene del sistema informático en 60 Hz y se supervisa en el sistema de control de vuelo. La posición se estima con un periodo de tiempo de adelanto Δt . Δt está preferentemente dentro del intervalo de 0,2 a 2 segundos. Mediante un predictor 24, se obtiene una posición predicha PP ($t_0+\Delta t$) en el mismo instante, es decir, en $t_0+\Delta t$, a partir de la trayectoria de vuelo de alejamiento predicha.

55

60

En el comparador 26, la posición predicha PP($t_0+\Delta t$) se compara con la posición futura estimada $CP(t_0+\Delta t)$ y la diferencia entre las posiciones futuras, indicada como Diff, se usa para calcular una nueva instrucción de ángulo de escape compensada y una nueva instrucción de factor de carga compensada. Se recomienda que la comparación de la posición se realice en un plano que sea normal con respecto a la trayectoria de vuelo de alejamiento predicha. Una alternativa podría ser calcular ambas posiciones para un horizonte temporal específico, pero sólo calcular la diferencia en posiciones futuras en el plano normal con respecto a la trayectoria de vuelo de alejamiento predicha. Esto da lugar a un error que depende de la diferencia en la temporización.

65

En un estimador 28, se estima un factor de ajuste ΔEA para el ángulo de escape y un factor de ajuste ΔNZ para el factor de carga a partir de la diferencia calculada en la posición futura. ΔEA y ΔNZ se usan para calcular la instrucción compensada de EA y NZ. La estimación de la posición futura a partir de la posición actual usa la posición actual y la maniobra de evasión por defecto como entradas para la predicción de la posición. Debido a que la aeronave no realizará la maniobra por defecto, se producirá un error en el modelo que, por ejemplo, podría subsanarse usando la instrucción

ES 2 285 321 T3

de ángulo de escape y factor de carga calculada en la etapa anterior como una entrada añadida a la estimación de la posición futura.

5 La figura 4 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento y producto de programa informático según una forma de realización de la presente invención. Se entenderá que cada bloque del diagrama de bloques se puede llevar a la práctica como una instrucción de programa informático. Como se muestra en el bloque 30, se calcula y se almacena un ángulo de escape EA, un factor de carga NZ y una trayectoria de vuelo de alejamiento, indicada como FAP. La trayectoria de vuelo de alejamiento se envía a las otras aeronaves para la reserva de la trayectoria, bloque 32. Entonces, el sistema espera a recibir la trayectoria de vuelo de alejamiento de las otras aeronaves, bloque 33. Cuando se reciben las trayectorias de vuelo de alejamiento de las otras aeronaves, se detecta si hay o no alguna colisión que se aproxime, bloque 33. En esta forma de realización de la invención, detectar una colisión que se aproxima quiere decir detectar la falta de distancia entre espacios reservados. Si se detecta una colisión, se activa la maniobra de evasión, bloque 34.

15 Durante la maniobra de evasión, los EA y NZ calculados se ajustan basándose en la posición de la aeronave según las etapas de los bloques 36 a 44. Se recibe una posición actual $CP(t_0)$ de la aeronave, bloque 28. Se estima la posición de la aeronave con un adelanto de un periodo de tiempo $CP(t_0+\Delta t)$ basándose en la posición actual de la aeronave y el EA y NZ calculados, bloque 38. Del FAP almacenado, se obtiene una posición predicha con anterioridad $PP(t_0+\Delta t)$ para el mismo instante (con el mismo periodo de tiempo de adelanto). Se calcula la diferencia entre la posición estimada de la aeronave y la posición predicha con anterioridad $PP(t_0+\Delta t)$, bloque 40. Se calcula ΔEA y ΔNZ a partir de la diferencia calculada en la posición futura, bloque 42. Tras esto, se calcula una maniobra de evasión compensada para la aeronave, incluidas nuevas instrucciones de evasión basadas en ΔEA y ΔNZ , bloque 44. La maniobra de evasión compensada para la aeronave se calcula de forma que la desviación entre una trayectoria de evasión realizada durante la activación del sistema y la trayectoria de evasión reservada se reduce y, así, el riesgo de que la aeronave sea incapaz de seguir una trayectoria de vuelo de alejamiento reservada se reduce. Las etapas 36 a 44 se repiten durante la maniobra de evasión.

La presente invención no está limitada a las formas de realización descritas, sino que puede variarse y modificarse dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

30 La invención podría aplicarse en aeronaves tanto tripuladas como no tripuladas.

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 285 321 T3

REIVINDICACIONES

5 1. Un procedimiento para evitar colisiones entre la propia aeronave y otra u otras aeronaves, comprendiendo cada aeronave un sistema automático de prevención de colisiones, en el que el procedimiento comprende:

- cálculo de una maniobra de evasión por defecto relativa al modo en que se maniobrá la aeronave durante una acción de evasión,
- 10 - predicción de una trayectoria de vuelo de alejamiento, que comprende una predicción de la posición de la aeronave durante la maniobra de evasión,
 - envío de información acerca de la propia trayectoria de vuelo de alejamiento a las otras aeronaves,
 - 15 - recepción de información acerca de trayectorias de vuelo de alejamiento procedentes de las otras aeronaves,
 - detección de una colisión que se aproxima basándose en la propia trayectoria de vuelo de alejamiento y las trayectorias de vuelo de alejamiento recibidas procedentes de las otras aeronaves, y
 - 20 - activación de la maniobra de evasión al detectar una colisión que se aproxima, **caracterizado** porque el procedimiento comprende la realización de las siguientes etapas tras la activación de la maniobra de evasión:
 - recepción de la posición actual de la aeronave, y
 - 25 - cálculo de una maniobra de evasión compensada para la aeronave basándose en la posición actual de la aeronave, dicha posición predicha con anterioridad, y la maniobra de evasión por defecto, en la que la maniobra de evasión compensada se calcula ajustando la maniobra de evasión por defecto de tal forma que la posición de la aeronave se aproxima a la posición predicha con anterioridad, reduciendo de ese modo la desviación entre una trayectoria de evasión y la trayectoria de vuelo de alejamiento predicha.

30 2. El procedimiento de la reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende

- estimación de una posición de la aeronave en un instante futuro, con un periodo de tiempo de adelanto, basándose en la posición actual de la aeronave y la maniobra de evasión por defecto, y
- 35 - cálculo de una diferencia entre dicha posición estimada de la aeronave y la posición predicha con anterioridad en dicho instante futuro, y basándose en ella, cálculo de la maniobra de evasión compensada para la aeronave.

40 3. El procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado** porque dicho periodo de tiempo de adelanto está dentro del intervalo de 0,2 a 2 segundos.

45 4. El procedimiento según cualquiera de la reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque el cálculo de una maniobra de evasión por defecto comprende el cálculo de un ángulo de alabeo de evasión por defecto y un factor de carga de evasión por defecto, y el cálculo de una maniobra de evasión compensada para la aeronave comprende el cálculo de una instrucción compensada de ángulo de alabeo y de factor de carga.

50 5. Un programa informático que se puede cargar directamente en la memoria interna de un ordenador, comprendiendo software para llevar a cabo las etapas de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.

55 6. Un medio legible por ordenador, que posee un programa grabado en el mismo, en el que el programa sirve para hacer que un ordenador lleve a cabo las etapas de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, cuando dicho programa se ejecuta en el ordenador.

60 7. Un sistema para evitar automáticamente colisiones entre la propia aeronave y otra u otras aeronaves, el sistema comprende:

- una unidad de maniobra de evasión por defecto (10), adaptada para calcular una maniobra de evasión por defecto relativa al modo en que se maniobrá la aeronave durante una acción de evasión, y, basándose en ésta, predecir una trayectoria de vuelo de alejamiento que comprende una predicción de la posición de la aeronave durante la evasión,
- un emisor (12), adaptado para enviar a las otras aeronaves información acerca de la propia trayectoria de vuelo de alejamiento calculada,
- 65 - un receptor (14), adaptado para recibir información acerca de las trayectorias de vuelo de alejamiento procedente de las otras aeronaves,

ES 2 285 321 T3

- un manejador de colisión (18), adaptado para detectar una colisión que se aproxima basándose en la propia trayectoria de vuelo de alejamiento y las trayectorias de vuelo de alejamiento recibidas procedentes de las otras aeronaves, y para activar una maniobra de alejamiento al detectar una colisión que se aproxima,

5 **caracterizado** porque comprende además:

10 - un módulo de compensación de maniobra de evasión (20) adaptado para recibir la posición actual de la aeronave durante una acción de evasión, y calcular una maniobra de evasión compensada para la aeronave basándose en la posición actual de la aeronave, dicha posición predicha con anterioridad, y la maniobra de evasión por defecto, en la que la maniobra de evasión compensada se calcula ajustando la maniobra de evasión por defecto de tal forma que la posición de la aeronave se aproxima a la posición predicha con anterioridad, por lo cual se reduce la desviación entre una trayectoria de evasión realizada y la trayectoria de vuelo de alejamiento predicha.

15 8. El sistema según la reivindicación 7, **caracterizado** porque dicha unidad de cálculo de evasión por defecto está adaptada para estimar una posición de la aeronave en un instante futuro, con un periodo de tiempo de adelanto, basándose en la posición actual de la aeronave y la maniobra de evasión por defecto, y para calcular una diferencia entre dicha posición estimada de la aeronave y dicha posición predicha con anterioridad en dicho instante futuro, y, basándose en la misma, calcular la maniobra de evasión por defecto para la aeronave.

20 9. El sistema según la reivindicación 8, **caracterizado** porque dicho periodo de tiempo de adelanto está en el intervalo entre 0,2 y 2 segundos.

25 10. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado** porque dicha unidad de cálculo de evasión por defecto está adaptada para calcular una maniobra de evasión por defecto que comprende un ángulo de alabeo de evasión por defecto y un factor de carga de evasión por defecto, y dicho módulo de compensación de maniobra de evasión está adaptado para calcular una maniobra de evasión compensada que comprende una instrucción compensada de ángulo de alabeo y de factor de carga.

30

35

40

45

50

55

60

65

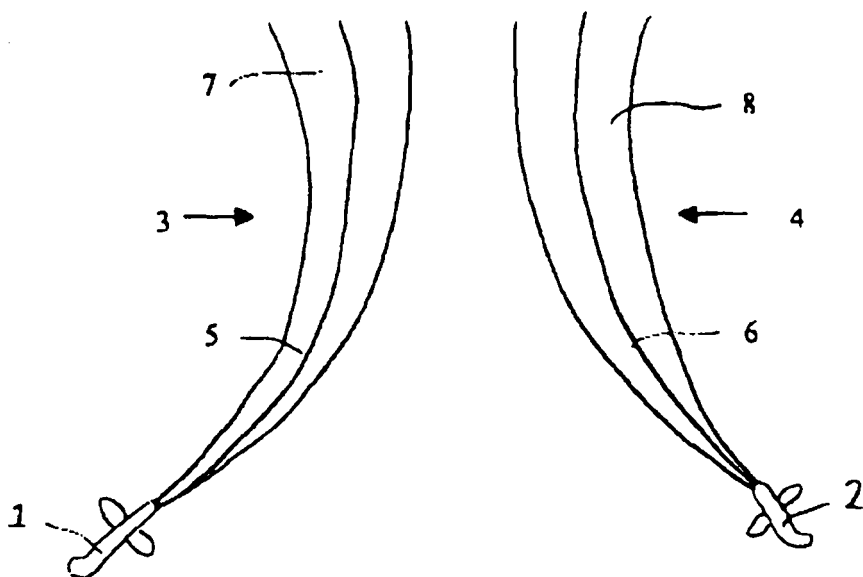


FIG. 1

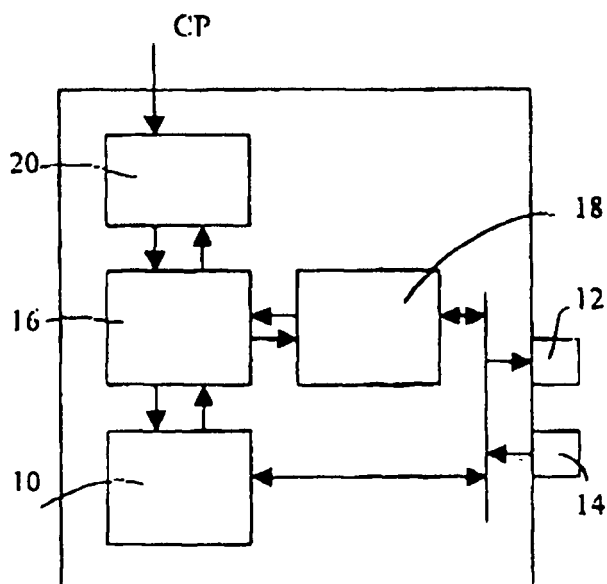


FIG. 2

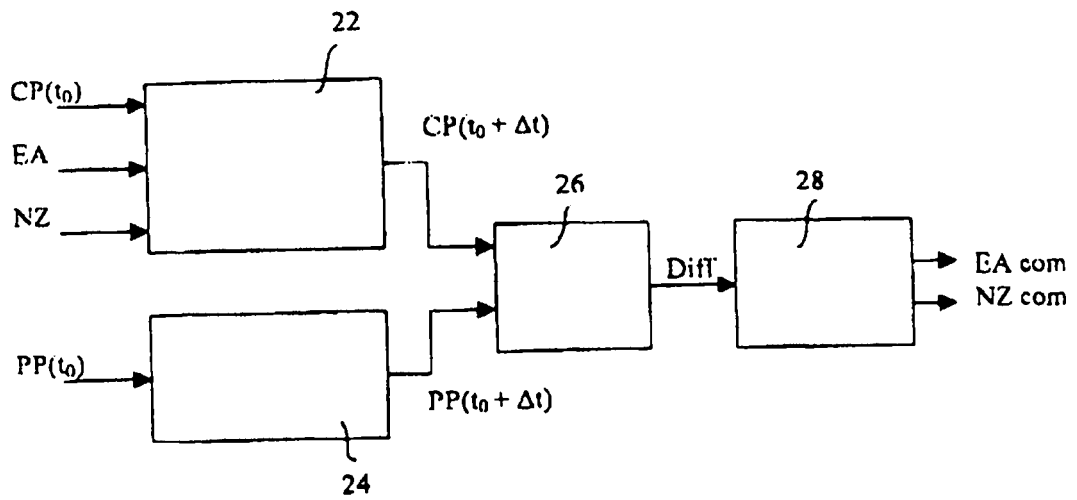


FIG. 3

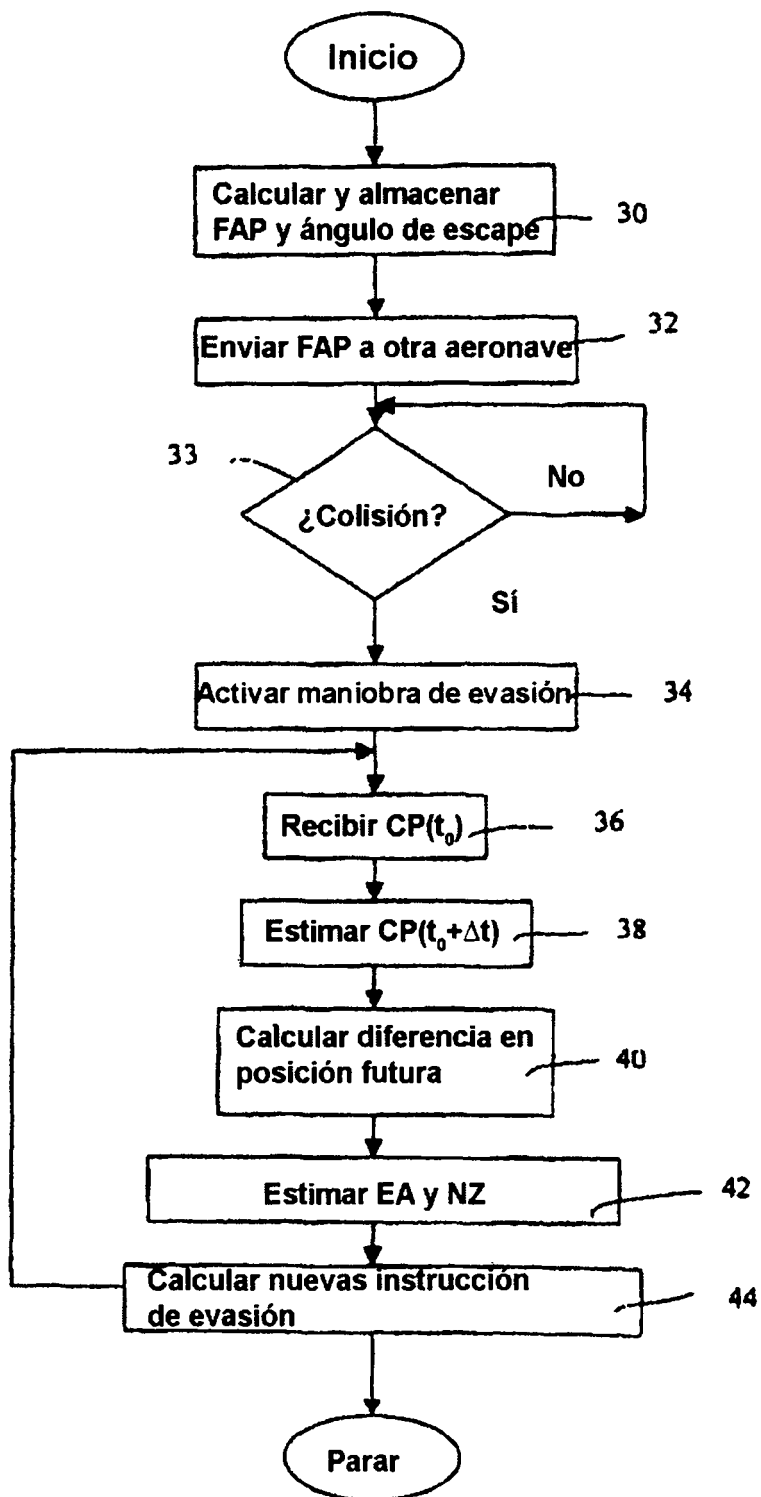


FIG. 4