



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 363 370**

51 Int. Cl.:
G05D 1/08 (2006.01)
B64C 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06127281 .1**
96 Fecha de presentación : **28.12.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1939703**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.07.2008**

54 Título: **Sistema, producto de programa de ordenador y procedimiento para ajustar la ganancia en un sistema de control.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
02.08.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
02.08.2011

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

72 Inventor/es: **Härkegard, Ola y**
Hillgren, Robert

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

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, producto de programa de ordenador y procedimiento para ajustar la ganancia en un sistema de control

Campo de la invención

La presente invención versa acerca de un procedimiento para la comprobación de la lectura de la configuración de los pertrechos de un vehículo para controlar la estabilidad del vehículo, acerca de un producto de programa de ordenador que ejecuta el procedimiento y acerca de un sistema como tal. Específicamente, la invención versa acerca de un sistema de control con una retroacción basada en los pertrechos montados en una aeronave.

Antecedentes de la invención

Los aviones militares multimisión de caza/ataque de cuarta generación, que usan la última tecnología disponible, que son capaces de llevar a cabo un amplio abanico de misiones operativas aire-aire y aire-superficie y que emplean lo último en armamento, son, a menudo, aeronaves básicas estáticamente inestables que se mantienen estables haciendo funcionar continuamente sistemas eléctricos de control para garantizar el mejor rendimiento posible en el transcurso de toda la envolvente de vuelo. El sistema eléctrico de control de vuelo de tal aeronave usa sensores e información procedente de los sensores que dan información sobre el movimiento de la aeronave, así como de las perturbaciones exteriores, como vientos, rachas y similares. La información se usa para estabilizar la aeronave inestable y para lograr las características deseadas de vuelo en el transcurso de toda la envolvente de vuelo con el tren de aterrizaje bajado, así como con el tren de aterrizaje subido. Por ello, las características de la aeronave pueden ser optimizadas durante las diferentes tipos de misión de la aeronave. El vehículo es controlado por elevones y canards. Moviendo los elevones y los canards hacia arriba, la aeronave eleva el morro, aumenta el ángulo de ataque de las alas y se genera sustentación.

En el documento US 2005/0004723 A1 se dan a conocer un sistema de control de vehículos y sus subcomponentes relacionadas que proporcionan a un piloto diferentes modos de operación que incorporan diferentes niveles de control autónomo. En el sistema, en el control de armas, se usa un componente de carga útil de armamento.

El documento US 5.979.835 A1 da a conocer un procedimiento para mejorar la estabilidad estática de una aeronave bajo diferentes condiciones de peso y del cg, en el que la situación estática de vuelo se optimiza según la distribución de peso del momento.

En las ediciones más antiguas de los sistemas de control de vuelo, la aeronave es estabilizada por medio de una retroacción que es independiente de los pertrechos montados. Algunos aviones caza son muy pequeños y se supone que llevan muchos pertrechos pesados en sus pilones subalares. Debido a la exportación de aviones caza a diferentes países, los aviones deben ser capaces de variar sus combinaciones de pertrechos dependiendo del cliente, es decir, varía el requisito de los clientes en cuanto a las combinaciones de pertrechos, y los pertrechos tienden a ser cada vez más pesados. Esta tendencia da como resultado que la aeronave deba ser estabilizada de manera diferente.

El objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de control de un vehículo con una estabilidad mejorada de vuelo.

Resumen de la invención

Para lograr el objeto enunciado más arriba, la presente invención proporciona un sistema y un procedimiento según las reivindicaciones independientes.

La invención proporciona un procedimiento para el ajuste de una ganancia de la retroacción del ángulo de ataque en un sistema de control de un vehículo en el que el procedimiento comprende las etapas de: determinar un valor (KDALFD) de corrección de la ganancia de la retroacción del ángulo de ataque en base a las características de los pertrechos montados; y usar dicho valor (KDALFD) de corrección de la ganancia para ajustar las señales de retroacción.

Las características del procedimiento pueden comprender un valor de masa y/o un factor aerodinámico de los pertrechos montados en el vehículo.

El procedimiento puede comprender, además, las etapas de: leer el valor de la masa de los pertrechos montados en el vehículo; y/o leer el factor aerodinámico de dichos pertrechos montados; en el cual el valor de la masa y el factor aerodinámico se leen de un ordenador dispuesto en el vehículo.

En una realización de la invención, el procedimiento puede comprender, además, la etapa de: usar el factor aerodinámico para establecer un valor aerodinámico ($\Delta C_{m\alpha_{aero}}$) de contribución al valor (KDALFD) de corrección de la ganancia a partir de una lista o un diagrama predeterminados.

Además, el procedimiento puede comprender la etapa adicional de: determinar el cambio en el coeficiente (ΔC_{macg}) del momento de cabeceo debido a la posición de los pertrechos montados y a su masa.

Además, el procedimiento puede comprender la etapa de: introducir información sobre qué tipo de pertrechos están montados y del lugar en el vehículo en el que están montados los pertrechos y usar esta información en la etapa de determinar el valor (KDALFD) de corrección de la ganancia.

El procedimiento puede implicar, además, que la información sobre el lugar en el que están montados los pertrechos en ciertas posiciones, dichas ciertas posiciones sean posiciones de pilones subalares; y en el que el valor (KDALFD) de la ganancia se base en la posición del pilón subalar de los pertrechos.

Además, una palanca de control que maniobra el vehículo puede también ajustar la ganancia de la retroacción del ángulo de ataque del vehículo.

Además, la ganancia puede ajustar la deflexión de al menos un ala delantera de canard y/o al menos un elevón del vehículo.

La etapa de usar dicho valor (KDALFD) de ganancia de la retroacción de alfa puede comprender, además, la etapa de: añadir un valor (KDALFD) de ganancia a los valores previos (KALFDET, KALFDCT) de ganancia.

Además, la invención versa acerca de un sistema de control de un vehículo dispuesto para ajustar la ganancia de la retroacción del ángulo de ataque caracterizado porque el sistema comprende un procesador dispuesto para determinar un valor (KDALFD) de corrección de la ganancia en base a las características de los pertrechos montados, y un circuito de retroacción dispuesto para usar dicho valor de corrección de la ganancia para ajustar la ganancia de la retroacción del ángulo de ataque.

Las características pueden comprender un valor de masa y/o un factor aerodinámico de los pertrechos montados en el vehículo.

El procesador del sistema de control puede estar dispuesto para leer los valores de masa de los pertrechos montados en el vehículo; y/o para leer el factor aerodinámico de dichos pertrechos montados a partir de un ordenador dispuesto en el vehículo.

El procesador puede estar dispuesto, además, para usar el factor aerodinámico para establecer el cambio en el coeficiente (ΔC_{maero}) del momento de cabeceo debido a efectos aerodinámicos, contribuyendo al valor (KDALFD) de corrección de la ganancia, a partir de una lista o un diagrama predeterminados.

El procesador puede estar dispuesto también para determinar el cambio en el coeficiente del momento de cabeceo debido a la masa de los pertrechos y a su posición montada (ΔC_{macg}), contribuyendo al valor (KDALFD) de corrección de la ganancia.

Además, el procesador puede estar dispuesto para recibir una entrada sobre qué tipo de pertrechos están montados y sobre el lugar en el que están montados los pertrechos en el vehículo y dispuesto para usar esta información cuando se determina el valor (KDALFD) de corrección de la ganancia.

En una realización de la invención, los pertrechos están montados en ciertas posiciones, siendo dichas ciertas posiciones posiciones de pilón subalar; y en la que dicho procesador está dispuesto para usar la posición del pilón subalar de los pertrechos para determinar el valor (KDALFD) de corrección de la ganancia.

El sistema de control puede comprender, además, una palanca de control que también ajusta la ganancia de la retroacción del ángulo de ataque del vehículo.

La ganancia de la retroacción del ángulo de ataque puede estar dispuesta, además, para ajustar la deflexión de al menos un ala delantera de canard y/o al menos un elevón del vehículo.

El circuito de retroacción puede además estar dispuesto para sumar/restar el valor (KDALFD) de la ganancia a los valores previos (KALFDET, KALFDCT) de la ganancia.

La presente invención da a conocer, además, un producto de programa de ordenador dispuesto para llevar a cabo el procedimiento según lo enunciado más arriba cuando se ejecuta en una unidad de ordenador en un sistema de control de un vehículo.

Debería usarse una retroacción dependiente de los pertrechos para gestionar la inestabilidad creciente del cabeceo del vehículo provocado por los pertrechos montados. La retroacción dependiente de los pertrechos da las mismas características de vuelo que una aeronave sin pertrechos.

La retroacción dependiente de los pertrechos implica que los aviones de caza son capaces de llevar desde combinaciones de pertrechos muy ligeros hasta combinaciones de pertrechos muy pesados mientras mantienen

buenas características de vuelo y con propiedades libres de problemas en todos los ejes. En una realización, la retroacción dependiente de los pertrechos compensa el cambio del centro de gravedad y los efectos aerodinámicos debidos a los pertrechos montados.

- 5 Los sistemas más antiguos de control de vuelo son independientes de los pertrechos montados, lo que da como resultado que el vuelo y las características de estabilidad se degraden de manera gradual con los pertrechos más pesados y de mayores dimensiones, mientras que la presente invención proporciona una retroacción que tiene en cuenta los pertrechos y ajusta el nivel de ganancia de la retroacción debida a los pertrechos que lleva la aeronave, lo que da como resultado que el vuelo y las características de estabilidad se mantengan incluso para las combinaciones más extremas de pertrechos. La invención puede, además, dar a conocer que no se sobrepasan el
- 10 límite del factor de carga ni el límite del ángulo de ataque.

Breve descripción de los dibujos

La invención será descrita con más detalle a continuación con referencia a ejemplos de realización y con referencia a los dibujos adjuntos, de los cuales:

- la FIG. 1 es una vista desde arriba de un avión de caza;
- 15 la FIG. 2 es una vista frontal de un avión de caza con pertrechos montados en diferentes posiciones de pilón subalar;
- la FIG. 3 es una vista general de un sistema de control que comprende leyes y retroacciones de un control de cabeceo;
- la FIG. 4 es una vista general de un sistema de retroacción dependiente de los pertrechos; y
- 20 la FIG. 5 es un diagrama esquemático de flujo de un procedimiento de mejora de la estabilidad de vuelo de una aeronave según una realización de la presente invención.

Descripción detallada de una realización de la invención

- En lo que sigue se describirán más plenamente realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran realizaciones de la invención. Sin embargo, esta invención puede plasmarse de
- 25 muchas formas diferentes y no debería interpretarse que esté limitada a las realizaciones presentadas en el presente documento. Antes bien, estas realizaciones se proporcionan para que esta revelación sea cabal y completa y transmita plenamente el alcance de la invención a las personas expertas en la técnica. Número semejantes se refieren a elementos semejantes de principio a fin.

- La terminología usada en el presente documento tiene el propósito de describir realizaciones particulares
- 30 únicamente y no se pretende que sea limitante para la invención. Tal como se usan aquí, se pretende que las formas singulares “un”, “una” y “el”, “la” incluyan también las formas plurales, a no ser que el contexto indique con claridad otra cosa. Se entenderá, además, que las expresiones “comprende”, “que comprende”, “incluye” y/o “que incluye”, cuando se usan en el presente documento, especifican la presencia de las características, los enteros, las etapas, las operaciones, los elementos y/o los componentes enunciados, pero no excluyen la presencia o la adición de uno
- 35 más de otras características, otros enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de los mismos.

A no ser que se defina lo contrario, todos los términos (incluyendo los términos técnicos y científicos) usados en el presente documento tienen el mismo significado que entiende comúnmente una persona con un dominio normal de la técnica a la que pertenece esta invención.

- 40 La presente invención se describe a continuación con referencia a diagramas de bloques y/o ilustraciones de diagramas de flujo de procedimientos, aparatos (sistemas) o productos de programas de ordenador según realizaciones de la invención. Se entiende que varios bloques de los diagramas de bloques y/o de las ilustraciones de diagramas de flujo y combinaciones de bloques de los diagramas de bloques y/o de las ilustraciones de diagramas de flujo pueden ser implementados por medio de instrucciones de un programa de ordenador. Estas
- 45 instrucciones de un programa de ordenador pueden ser proporcionadas a un procesador de un ordenador de uso general, un ordenador de uso especial y/o a otro aparato programable de tratamiento de datos para producir una máquina, de tal modo que las instrucciones, que se ejecutan por medio del procesador del ordenador y/o de otro aparato programable de tratamiento de datos, crean medios para implementar las funciones/acciones especificadas en los diagramas de bloques y/o en el bloque o los bloques del diagrama de flujo.
- 50 Estas instrucciones de programas de ordenador también pueden estar almacenadas en una memoria legible por ordenador que puede dirigir a un ordenador u otro aparato programable de tratamiento de datos para funcionar de una manera particular, de modo que las instrucciones almacenadas en la memoria legible por ordenador produzcan un artículo fabricado que incluye instrucciones que implementan la función/acción especificada en los diagramas de bloques y/o en el bloque o los bloques del diagrama de flujo.

Las instrucciones de programas de ordenador también pueden cargarse en un ordenador u otro aparato programable de tratamiento de datos para hacer que se lleve a cabo una serie de etapas operativas en el ordenador u otro aparato programable de tratamiento de datos para producir un procedimiento implementado por ordenador, de modo que las instrucciones que se ejecutan en el ordenador u otro aparato programable de tratamiento de datos proporcionan etapas para implementar las funciones/acciones especificadas en los diagramas de bloques y/o en el bloque o los bloques del diagrama de flujo.

En consecuencia, la presente invención puede plasmarse en soporte físico y/o en soporte lógico (incluyendo el soporte lógico inalterable, el soporte lógico residente, el microcódigo, etc.). Además, la presente invención puede adoptar la forma de un producto de programa de ordenador en un medio de almacenamiento utilizable en un ordenador o legible por ordenador que tiene código de programa utilizable en un ordenador o legible por ordenador plasmado en el medio para su uso por un sistema de ejecución de instrucciones o en conexión con el mismo. En el contexto de este documento, un medio utilizable en un ordenador o legible por ordenador puede ser cualquier medio que pueda contener, almacenar, comunicar, propagar o transportar el programa para su uso por un sistema, un aparato o un dispositivo de ejecución de instrucciones o en conexión con el mismo.

El medio utilizable en un ordenador o legible por ordenador puede ser, por ejemplo, sin limitación, un sistema, aparato, dispositivo o medio de propagación electrónico, magnético, óptico, electromagnético, infrarrojo o semiconductor. Ejemplos más específicos (una lista no exhaustiva) del medio legible por ordenador incluirían lo siguiente: una conexión eléctrica que tenga uno o más cables, un disquete portátil de ordenador, una memoria de acceso directo (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), una memoria programable de solo lectura que se puede borrar (EPROM o memoria flash), una fibra óptica y una memoria de solo lectura en disco compacto portátil (CD-ROM). Obsérvese que el medio utilizable en un ordenador o legible por ordenador podría incluso ser papel u otro medio adecuado en el cual esté impreso el programa, ya que el programa puede ser capturado electrónicamente, por ejemplo, por medio de un escáner óptico del papel u otro medio, luego compilado, interpretado o procesado de otra forma de una manera adecuada, si es necesario, y luego almacenado en una memoria de ordenador.

Tal como se conoce por la técnica anterior, un avión de caza estáticamente inestable debe tener un sistema de control de vuelo en funcionamiento para iniciar un vuelo. El sistema de control en un avión de caza tiene retroacciones para el cabeceo, el ángulo de ataque alfa, que deberían estabilizar el avión básicamente inestable en el transcurso de toda la envolvente de vuelo. El ángulo alfa es el ángulo entre la dirección en la que apunta el ala y la dirección hacia la que se dirige el avión. La cantidad de sustentación generada por un ala está directamente relacionada con el ángulo de ataque, generando más sustentación los ángulos mayores. Las señales de retroacción incluyen señales de la tasa de cabeceo, señales del factor de carga y señales del ángulo de ataque. La estabilidad del cabeceo puede ser controlada por medio de las señales del ángulo de ataque.

Con referencia a la FIG. 1, una aeronave es controlada en cabeceo con los elevones, E, y las alas delanteras de canard, C, es decir, se usan los elevones y las alas delanteras de canard para controlar el ángulo de ataque. En los sistemas de control usados en la actualidad, se emplean sensores externos alfa, α_x , para estabilizar la aeronave y ajustar el ángulo de ataque al ángulo de ataque ordenado por el piloto. Para poder transportar armas muy pesadas sin afectar las características de vuelo de la aeronave, se ha creado una retroacción dependiente de los pertrechos. Esto es posible por medio de la información fiable relativa a los pertrechos —es decir, a las cargas como armas, bombas, tanques o similares— de la aeronave en diferentes pilones subalares de vuelo que está disponible por medio de los fabricantes de los pertrechos. Hoy se proporciona típicamente en cada avión una unidad de ordenador con información de los pertrechos, lo que se denomina Unidad de Gestión de los Pertrechos, SMU. La SMU es un ordenador homologado de nivel A, lo que significa que la información de la SMU es fiable y puede ser usada en un sistema vital de seguridad, como un sistema de control de vuelo. Ahora, para compensar la masa de los pertrechos y la influencia aerodinámica de los pertrechos, se lee y se usa la información de la SMU en el sistema de control de vuelo. La información se suministra a un bus, el denominado bus 1553, hacia el sistema de control y se usa para ajustar la ganancia de la retroacción del ángulo de ataque en base a la masa y la influencia aerodinámica de los pertrechos montados, lo que da como resultado una estabilidad mejorada.

La retroacción dependiente de los pertrechos se encarga de la estabilidad del cabeceo cambiado que causan los pertrechos voluminosos. La FIG. 2 muestra una realización de un caza con ocho posiciones de pilones subalares, tres en cada ala a cada lado de una línea central (indicada como CL en la FIG. 1) del vehículo y dos dispuestas en la línea central de la aeronave. Las posiciones de los pilones subalares son posiciones predeterminadas en el fuselaje del avión, donde pueden estar montados los pertrechos. Las posiciones PP1 y PP1' de los pilones 1 están dispuestas las más alejadas de la línea central de la aeronave, en el extremo de cada ala. Las posiciones PP2 y PP2' de los pilones 2 están dispuestas debajo de cada ala más cerca de la línea central del vehículo que las posiciones de los pilones 1. Las posiciones PP3 y PP3' de los pilones 3 están dispuestas debajo de cada ala más cerca de la línea central del vehículo que las posiciones de los pilones 2. La posición del pilón 4 está dispuesta en la línea central del vehículo delante de las alas y la posición del pilón 5 está dispuesta en la línea central del vehículo detrás de la posición del pilón 4. En el ejemplo ilustrado, hay bombas montadas en la posición del tres, PP3, y hay bombas similares montadas en la posición del pilón dos, PP2. La retroacción dependiente de los pertrechos puede ser capaz de encargarse de la estabilidad del cabeceo cambiado que surge debido a todas las pesadas bombas y otros pertrechos montados en todas las diferentes posiciones de los pilones subalares. Sin embargo, se ha

establecido que la estabilidad de cabeceo se ve influida fundamentalmente por los pertrechos colocados en las posiciones de los pilones dos, tres y cuatro, PP2-PP4, mientras que los pertrechos en la posición del pilón 1, PP1, y en la posición del pilón cinco, PP5, no influyen tanto en la estabilidad de cabeceo. Por lo tanto, en una realización de la presente invención se ha simplificado el cálculo tomando en consideración únicamente los pertrechos montados en las posiciones de los pilones dos PP2, tres PP3, y cuatro PP4. Sin embargo, debería hacerse notar que en una realización de la presente invención pueden tomarse en consideración todas las armas en todas las diferentes posiciones de los pilones subalares.

La estabilidad del cabeceo se incrementa añadiendo un valor extra de retroacción de alfa, KDALFD (Constante Delta Alfa), a las retroacciones originales según la expresión:

$$KDALFD = -\Delta C_{m\alpha} / (C_{m\delta e} - C_{m\delta c})$$

en la que:

$\Delta C_{m\alpha}$ es la contribución cambiada a la estabilidad derivada de los pertrechos pesados y voluminosos de las posiciones de los pilones dos, tres y cuatro, PP2-PP4;

$C_{m\delta e}$ es el coeficiente del momento de cabeceo de los elevones; y

$C_{m\delta c}$ es el coeficiente del momento de cabeceo de los canards.

El término $(C_{m\delta e} - C_{m\delta c})$ puede simplificarse denominándolo eficiencia de los controles, $C_{m\delta}$.

Identificando los pertrechos que están montados en cada posición de pilones subalares, puede calcularse KDALFD y puede ajustarse la retroacción del ángulo de ataque según la influencia de los pertrechos en la estabilidad de cabeceo.

KDALFD es, según se muestra en la FIG. 3, un valor que ajusta las leyes del control regular de la retroacción. La FIG. 3 es un diagrama simplificado de bloques de retroacción para el eje de cabeceo.

El sistema 18 de retroacción usa en general un ángulo de ataque, $\Delta\alpha$, aprobado y compensado en posición, proveniente de los sensores alfa S_α (véase la FIG. 1) y una tasa de cabeceo aprobada, q , proveniente de los giróscopos. Tal como se muestra en la realización ilustrada, $\Delta\alpha$ y q se toman en cuenta cuando se calculan las órdenes a los canards, así como a los elevones. En la presente invención, la retroacción del sistema de control de vuelo también tiene en cuenta la influencia de los pertrechos montados en la aeronave. En la realización ilustrada, la ganancia KALFDC, 181, de la retroacción del ángulo de ataque de los canards se ajusta restando el valor KDALFD de un valor original KALFDCT de canard de ganancia para formar la ganancia total de retroacción KALFDC = KALFDCT-KDALFD. De manera similar, la ganancia KALFDE, 183, de la retroacción del ángulo de ataque de los elevones se ajusta sumando el valor KDALFD a un valor original KALFDET de elevón de ganancia para formar la ganancia total KALFDE = KALFDET+KDALFD. Según se muestra en la FIG. 3, KQDC 182 y KQDE 184 son ganancias de la retroacción derivadas de las órdenes de la tasa q de cabeceo a los canards y a los elevones, respectivamente. KXAFBDE 185 y KZAFBDC 186 son ganancias de la retroacción derivadas del ángulo de ataque predicho ($\Delta\alpha_{pred}$) de las órdenes a los elevones y los canards, respectivamente, usadas para evitar que se sobrepase el límite del ángulo de ataque.

Estas señales ajustadas de la retroacción se suministran a la orden 20 a los elevones y a la orden 22 a los canards.

Con referencia a la FIG. 4, se da a conocer esquemáticamente el procedimiento de generación de la retroacción, KDALFD, dependiente de pertrechos adicionales, que se lleva a cabo en un procesador del sistema de control. Los pertrechos montados cambiarán la posición del centro de gravedad dependiendo del peso de los pertrechos y de la posición del pilón subalar. En la realización ilustrada de la presente invención hay cuatro parámetros introducidos en el primer bloque de funciones denominado bloque del centro de gravedad, CGB. Concretamente, se introduce en el CGB la masa de los pertrechos montados en la posición dos de los pilones subalares, M2R para el ala derecha y M2L para el ala izquierda. Además, también se toma en consideración la masa de los pertrechos montados en la posición 4 del pilón central, MC4, y se introduce también en el CGB, así como la masa de toda la aeronave. En el bloque CGB de funciones, se usa la masa, así como las posiciones de las palancas con respecto a los pilones dos y cuatro para calcular el momento de cabeceo añadido. Debería hacerse notar aquí que la masa de todos los pertrechos montados en la aeronave puede ser tenido en cuenta, exactamente igual que pueden considerarse únicamente los pertrechos montados en una posición de un pilón subalar. Según se ha enunciado más arriba, los valores de masa se toman de un ordenador homologado de nivel A, SMU, que proporciona una lista de masas para los pertrechos existentes. A partir del bloque CGB, la contribución al coeficiente del momento de cabeceo como función del ángulo de ataque es denominada $\Delta C_{m\alpha cg}$.

Con referencia adicional a la realización de la FIG. 4, se da a conocer un segundo bloque de funciones, denominado en el presente documento bloque del efecto aerodinámico de los pertrechos, SAEB. En el SAEB se calcula el valor $\Delta C_{m\alpha a}$, añadido al coeficiente del momento de cabeceo debido al efecto aerodinámico de los pertrechos

montados. Se introducen en el bloque SAEB los valores aerodinámicos, AD, de los pertrechos montados en las posiciones de los pilones subalares dos y tres, izquierdo y derecho, AD2L, R y AD3L, R. Estos valores AD se toman de la SMU autorizada de nivel A. En la SMU los pertrechos o las armas se agrupan en grupos de efectos aerodinámicamente similares. Por ejemplo, en una realización de la SMU, los pertrechos o las armas se agrupan en 6 grupos de efectos aerodinámicos. En el bloque de SAEB el valor AD de los pertrechos se traduce a un valor incremental $C_{m\alpha aero}$, a partir, por ejemplo, de un proceso, un gráfico, una lista, una tabla o similar. Para los pertrechos en la posición del pilón subalar 3, el valor incremental $C_{m\alpha aero}$ también depende de la masa de los pertrechos, M3L, R. Sin embargo, en una realización diferente de la invención también puede tomarse en consideración la masa de los pertrechos en la posición del segundo pilón subalar o en las posiciones de otros pilones cuando se generan los valores $C_{m\alpha aero}$.

Los diferentes valores incrementales $C_{m\alpha aero}$ generados en el bloque SAEB se suman entre sí produciendo $\Delta C_{m\alpha aero}$.

El $\Delta C_{m\alpha cg}$ del bloque CGB y el $\Delta C_{m\alpha aero}$ del bloque SAEB se suman en el bloque 30 y se transforman, usando una eficiencia de control nominal, simplificada como $\frac{1}{C_{m\delta}}$, en una ganancia básica de la retroacción del ángulo de ataque en el bloque 32.

En un tercer bloque de funciones, GP, de la realización ilustrada en la FIG. 4, se introducen una velocidad, M, y una altitud, H, de la aeronave, así como una posición de cabeceo de la palanca de control del piloto. Estos son todos valores que se usan para generar una maniobra de la aeronave libre de problemas. La posición de la palanca de cabeceo del piloto proporciona una distribución de una ganancia extra de retroacción de alfa como una función del ángulo de ataque ordenado por el piloto. En esta realización, la ganancia extra del ángulo de ataque se usa únicamente en la región subsónica, $M < 1,0$. La altitud H se usa para ocuparse de los cambios en la eficiencia del control como función H. La ganancia extra del ángulo de ataque se tiene en cuenta para la ganancia básica de la retroacción del ángulo de ataque en el bloque 34.

Con referencia a la FIG. 5, se muestra un diagrama esquemático de flujo de un procedimiento de mejora de la estabilidad de vuelo de una aeronave según una realización de la presente invención. En la etapa 40, en la realización enunciada más arriba, se introducen en el sistema de la aeronave los diferentes pertrechos montados en diferentes posiciones de pilones subalares PP2, PP3 y PP4. Debería entenderse aquí que, en una realización de la invención, se introducen en el sistema todos los pertrechos en todas las posiciones diferentes de pilones subalares y que el orden de introducción de las cargas montadas en las diferentes posiciones de los pilones subalares puede ser cualquier orden.

En la etapa 42, los valores de masa y los valores aerodinámicos de los diferentes pertrechos montados se recuperan de una unidad de ordenador, tal como una SMU homologada de nivel A, al procesador que calcula un valor extra de retroacción de alfa, KDALFD.

Después, en la etapa 44 estos valores se usan en el cálculo del KDALFD, por ejemplo según lo que se da a conocer en la FIG. 4.

En la etapa 46, el KDALFD se usa para ajustar la ganancia del ángulo de ataque a los elevones y los canards de la aeronave para ajustar la ganancia en el sistema de control de la aeronave. Esto da como resultado una estabilidad mejorada del vuelo de la aeronave.

Con referencia ahora a los resultados cuando se usa el valor extra de retroacción de alfa, KDALFD, en comparación a cuando no se usa, la ganancia extra de retroacción de alfa mejora la estabilidad de la aeronave con pertrechos montados. Esto da como resultado que no se sobrepasen el límite del ángulo de ataque ni el límite del factor de carga cuando el piloto tira del mando de control hacia atrás hasta el tope amortiguado o cuando empuja el mando de control hacia delante hasta el tope del mando de control. Esta es una maniobra libre de problemas. La retroacción extra de alfa también reduce la deflexión de los elevones y los canards para la orden del piloto y también reduce los regímenes de las superficies de control.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para el ajuste de una ganancia de la retroacción del ángulo de ataque en un sistema de control de un vehículo en el que el procedimiento comprende las etapas de:
 - determinar un valor (KDALFD) de corrección de la ganancia de la retroacción del ángulo de ataque en base a las características de los pertrechos montados; y
 - usar dicho valor (KDALFD) de corrección de la ganancia para ajustar las señales de retroacción.
2. Un procedimiento según la reivindicación 1 en el que las características comprenden un valor de masa y/o un factor aerodinámico de los pertrechos montados en el vehículo.
3. Un procedimiento según la reivindicación 2 en el que el procedimiento comprende, además, las etapas de:
 - leer el valor de la masa de los pertrechos montados en el vehículo; y/o
 - leer el factor aerodinámico de dichos pertrechos montados; en el cual el valor de la masa y el factor aerodinámico se leen de un ordenador dispuesto en el vehículo.
4. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 2-3 en el que el procedimiento comprende, además, la etapa de:
 - usar el factor aerodinámico para establecer un valor aerodinámico (ΔC_{maero}) de contribución al valor (KDALFD) de corrección de la ganancia a partir de una lista o un diagrama predeterminados.
5. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 2-4 en el que el procedimiento comprende, además, la etapa de:
 - determinar el cambio en el coeficiente (ΔC_{macg}) del momento de cabeceo debido a la posición de los pertrechos montados y a su masa.
6. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-5 en el que el procedimiento comprende, además, la etapa de:
 - introducir información sobre qué tipo de pertrechos están montados y del lugar en el vehículo en el que están montados los pertrechos y usar esta información en la etapa de determinar el valor (KDALFD) de corrección de la ganancia.
7. Un procedimiento según la reivindicación 6 en el que la información sobre el lugar en el que están montados los pertrechos en ciertas posiciones, dichas ciertas posiciones son posiciones de pilones subalares; y en el que el valor (KDALFD) de la ganancia se basa en la posición del pilón subalar de los pertrechos.
8. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-7 en el que una palanca de control que maniobra el vehículo también ajusta la ganancia de la retroacción del ángulo de ataque del vehículo.
9. Un procedimiento según las reivindicaciones 1-8 en el que la ganancia ajusta la deflexión de al menos un ala delantera de canard y/o al menos un elevón del vehículo.
10. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-9 en el que la etapa de usar dicho valor (KDALFD) de ganancia de la retroacción de alfa comprende, además, la etapa de:
 - añadir un valor (KDALFD) de ganancia a los valores previos (KALFDET, KALFDCT) de ganancia.
11. Un sistema de control de un vehículo dispuesto para ajustar la ganancia de la retroacción del ángulo de ataque caracterizado porque el sistema comprende un procesador dispuesto para determinar un valor (KDALFD) de corrección de la ganancia en base a las características de los pertrechos montados, y un circuito de retroacción dispuesto para usar dicho valor de corrección de la ganancia para ajustar la ganancia de la retroacción del ángulo de ataque.
12. Un sistema de control según la reivindicación 11 en el que las características comprenden un valor de masa y/o un factor aerodinámico de los pertrechos montados en el vehículo.
13. Un sistema de control según la reivindicación 12 en el que el procesador está dispuesto para leer los valores de masa de los pertrechos montados en el vehículo; y/o para leer el factor aerodinámico de dichos pertrechos montados de un ordenador dispuesto en el vehículo.
14. Un sistema de control según las reivindicaciones 12 o 13 en el que el procesador está dispuesto para usar el factor aerodinámico para establecer el cambio en el coeficiente (ΔC_{maero}) del momento de cabeceo debido a

efectos aerodinámicos, contribuyendo al valor (KDALFD) de corrección de la ganancia, a partir de una lista o un diagrama predeterminados.

- 5 **15.** Un sistema de control según las reivindicaciones 12-14 en el que el procesador está dispuesto para determinar el cambio en el coeficiente del momento de cabeceo debido a la masa de los pertrechos y a su posición montada ($\Delta C_{m\alpha cg}$), contribuyendo al valor (KDALFD) de corrección de la ganancia.
- 16.** Un sistema de control según las reivindicaciones 11-15 en el que el procesador está dispuesto para recibir una entrada sobre qué tipo de pertrechos están montados y sobre el lugar en el que están montados los pertrechos en el vehículo y dispuesto para usar esta información cuando se determina el valor (KDALFD) de corrección de la ganancia.
- 10 **17.** Un sistema de control según cualquiera de las reivindicaciones 11-16 en el que los pertrechos están montados en ciertas posiciones, siendo dichas ciertas posiciones posiciones de pilón subalar; y en el que dicho procesador está dispuesto para usar la posición del pilón subalar de los pertrechos para determinar el valor (KDALFD) de corrección de la ganancia.
- 15 **18.** Un sistema de control según las reivindicaciones 11-17 en el que la palanca de control también ajusta la ganancia de la retroacción del ángulo de ataque del vehículo.
- 19.** Un sistema de control según las reivindicaciones 11-18 en el que la ganancia de la retroacción del ángulo de ataque está dispuesta para ajustar la deflexión de al menos un ala delantera de canard y/o al menos un elevón del vehículo.
- 20 **20.** Un sistema de control según las reivindicaciones 11-19 en el que el circuito de retroacción está dispuesto para sumar/restar el valor (KDALFD) de la ganancia a los valores previos (KALFDET, KALFDCT) de la ganancia.
- 21.** Un producto de programa de ordenador dispuesto para llevar a cabo el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1-10 cuando se ejecuta en una unidad de ordenador en un sistema de control de un vehículo.

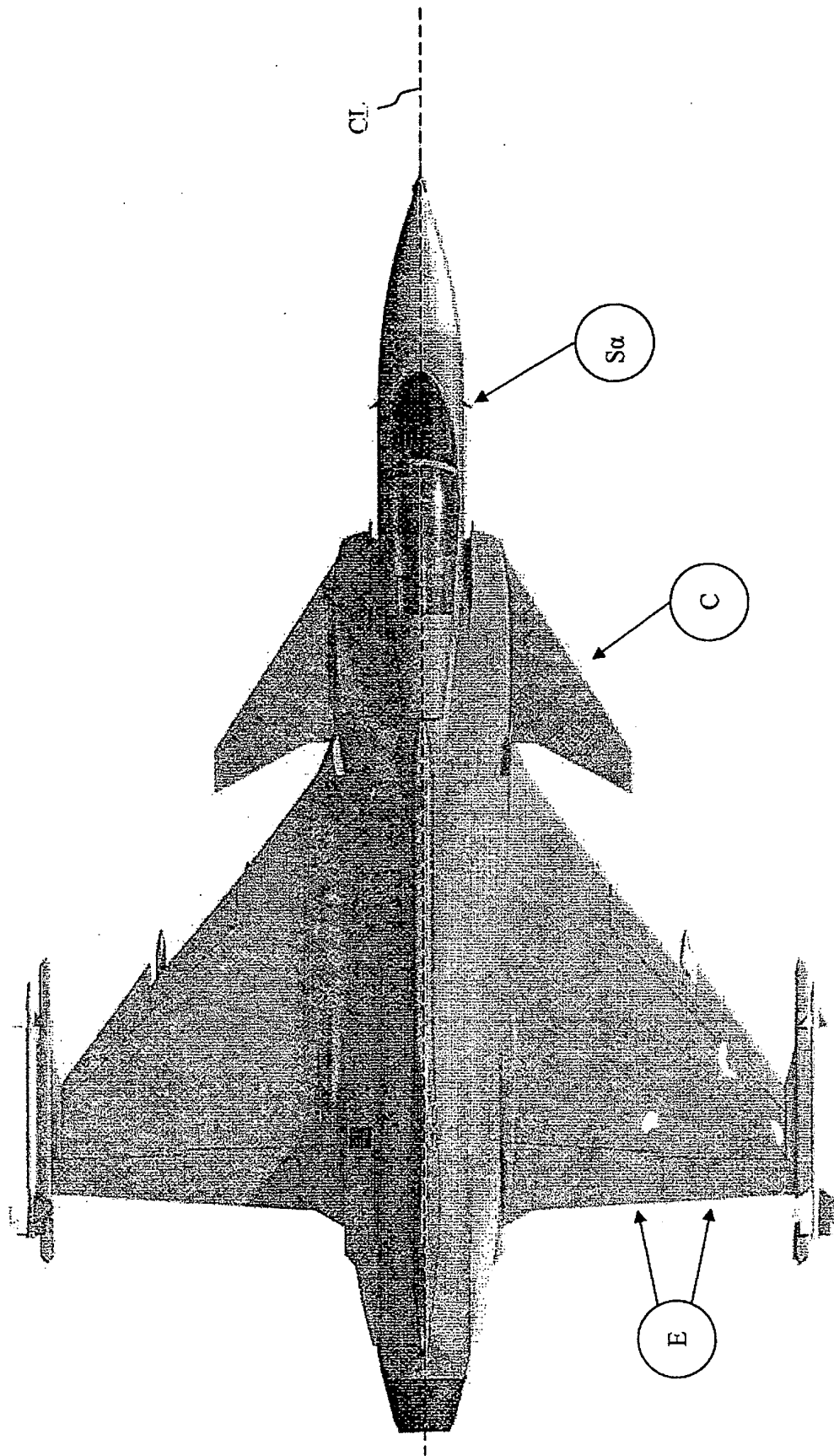


FIG.1

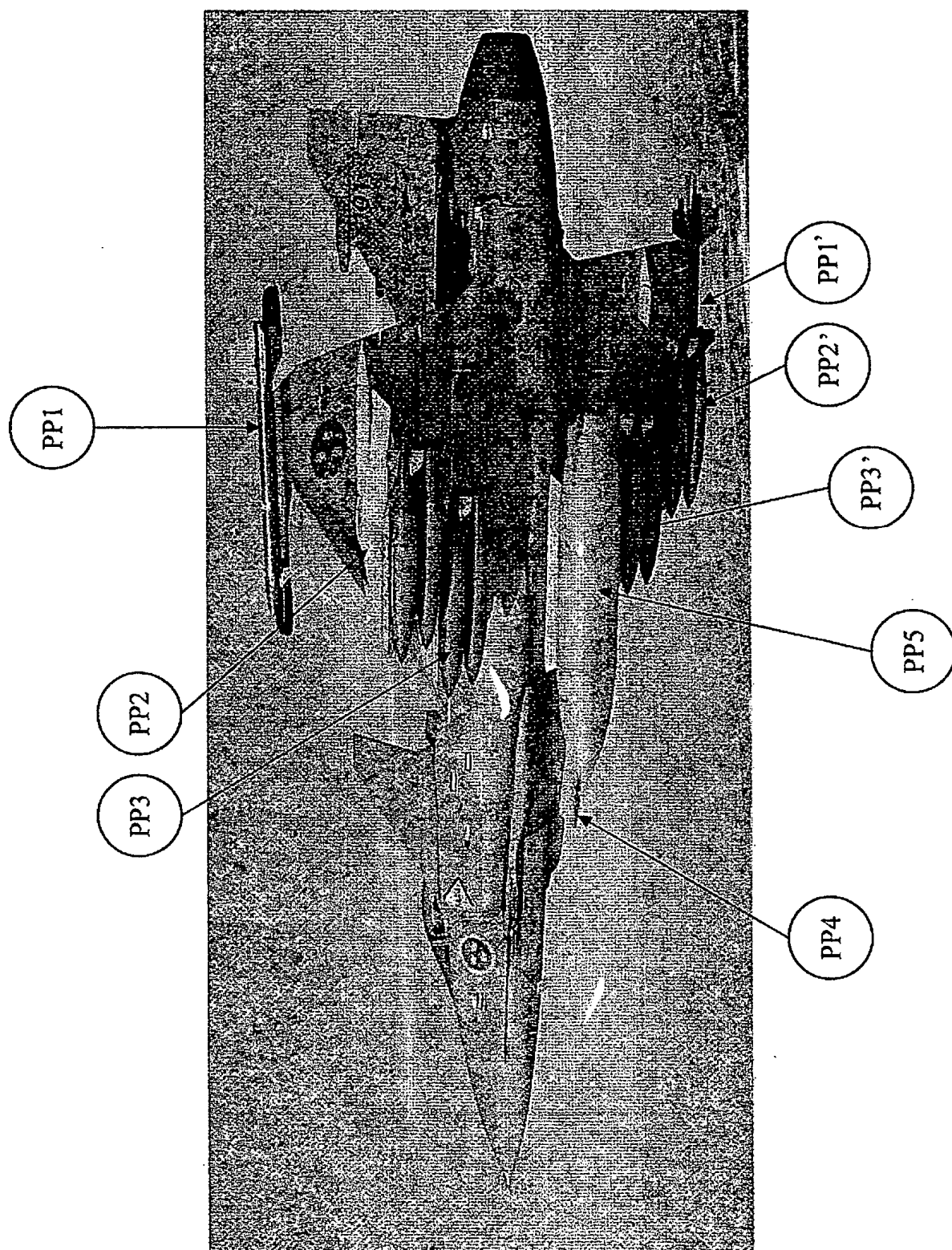


FIG.2

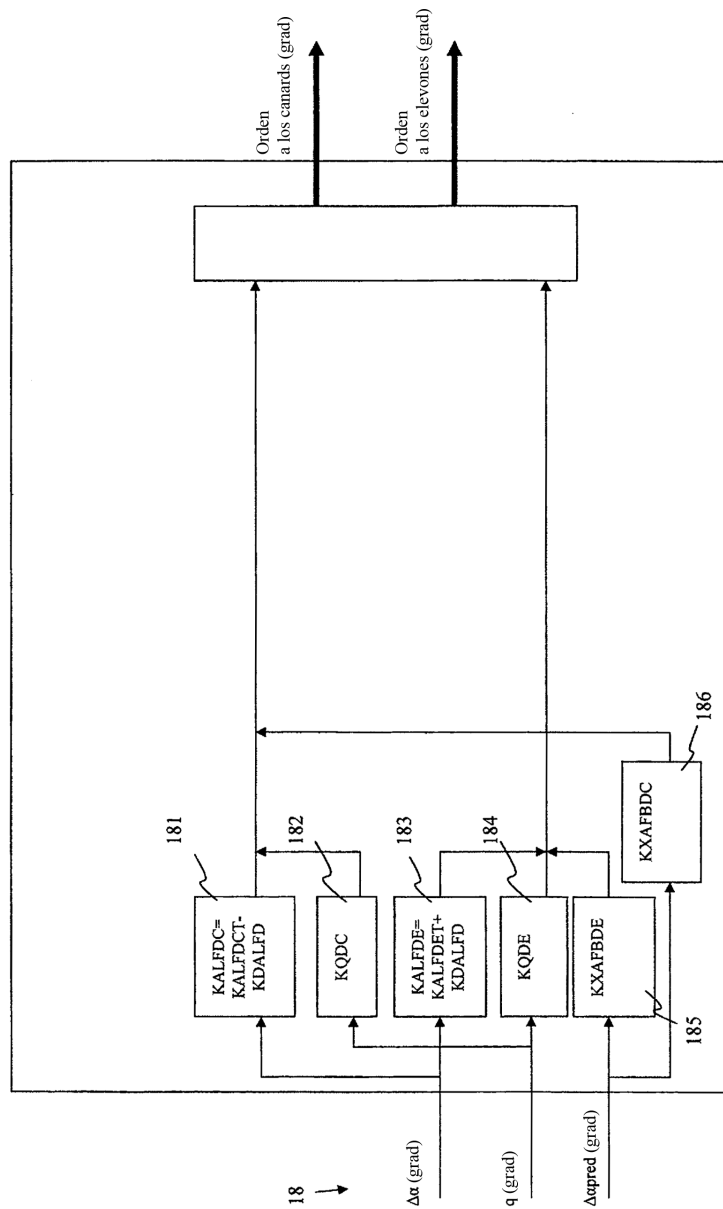


FIG.3

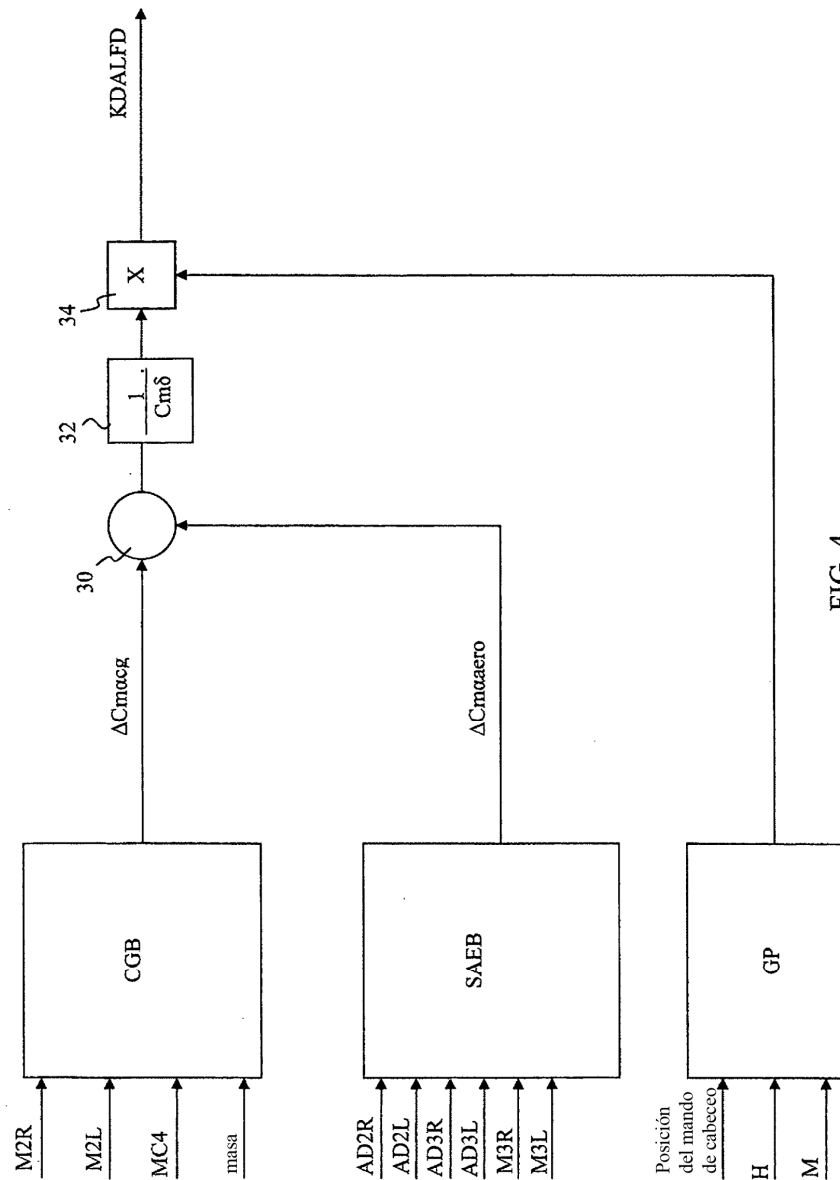


FIG. 4

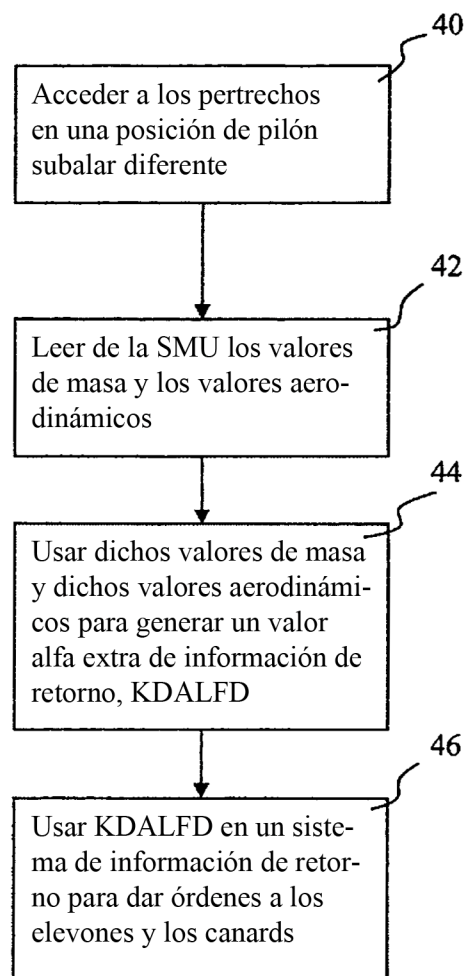


FIG.5