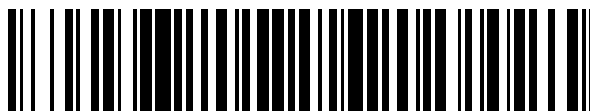


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 548 262**

51 Int. Cl.:

G05D 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.04.2012** **E 12162904 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.08.2015** **EP 2506108**

54 Título: **Sistema de compensación de trayectoria de vuelo para variaciones de velocidad aerodinámica**

30 Prioridad:

01.04.2011 US 201113078086

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.10.2015

73 Titular/es:

THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-2016, US

72 Inventor/es:

KROGH, STEVEN BARRY

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 548 262 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 de compensación de trayectoria de vuelo para variaciones de velocidad aerodinámica

5 INFORMACIÓN ANTECEDENTE

1. Campo:

La presente descripción se refiere en general a aviones, y, en particular, a controlar el vuelo de un avión. Aún más particularmente, la presente descripción se refiere a un método y aparato para compensar variaciones de la velocidad aerodinámica en el control del vuelo de un avión.

2. Antecedentes:

Cuando el aire circula a través de un ala de un avión, se genera una sustentación o fuerza ascendente. Esta sustentación es causada por la forma aerodinámica del ala. El flujo de aire a través del ala causa una fuerza ascendente neta que provoca la sustentación para el ala.

Cuando la velocidad aerodinámica de un avión cambia, este cambio en la velocidad aerodinámica puede afectar a la sustentación generada por el ala para el avión. Por ejemplo, un aumento de la velocidad aerodinámica da como resultado un aumento en la sustentación sobre el ala. Cuando un avión se está moviendo en una trayectoria deseada, un cambio en la velocidad aerodinámica puede cambiar la sustentación de manera que cambie la trayectoria del avión.

En algunos casos, cambiar la trayectoria del avión puede ser indeseable. Como resultado, el piloto u otro operador del avión pueden proporcionar una entrada a través de una palanca de mando del vuelo o algún otro control para mantener o devolver el avión a la trayectoria deseada. Este tipo de operación requiere una atención incrementada por el piloto para manejar el avión.

Cuando la sustentación cambia, el piloto puede ser incapaz de realizar otras operaciones al tiempo que corrige el cambio en la sustentación. Como resultado, un copiloto u otro operador ayuda al piloto a realizar estas otras operaciones.

Por ello, sería ventajoso tener un método y aparato que tenga en cuenta al menos algunos de los problemas descritos anteriormente, así como posiblemente otros problemas.

El documento US2009/0157239 describe un método para la supresión de una racha vertical debida a la turbulencia para un avión que tiene al menos una de las superficies de control de sustentación o de las superficies de control de cabeceo directo. El método incluye detectar la turbulencia atmosférica, medir la turbulencia atmosférica detectada para generar datos de turbulencia, generar una orden o comando basado en los datos de turbulencia, y aplicar la orden a los controles del avión para accionar las superficies de control de sustentación o las superficies de control de cabeceo directo basado en los datos de turbulencia. Por ello, una respuesta del avión al accionamiento de las superficies de control de sustentación o de las superficies de control de cabeceo directo reduce una aceleración vertical, una aceleración de cabeceo, una tasa de cabeceo, un ángulo de inclinación longitudinal o una carga estructural del avión debida a la turbulencia. El documento US 3.269.675 se refiere a sistemas de control de vuelo automáticos para avión, y está relacionado en particular con sistemas de control de vuelo automáticos para utilizar en el control del ángulo de inclinación longitudinal del avión. El sistema descrito en él está previsto para proporcionar una señal que varía de acuerdo con la variación de la velocidad aerodinámica del avión. Un canal de control para controlar el avión en cabeceo o inclinación longitudinal responde a dicha señal y tiende a efectuar un cambio en el ángulo de inclinación longitudinal del avión en respuesta al cambio en dicha velocidad aerodinámica, siendo tal el sentido de dicho cambio en el ángulo de inclinación longitudinal que tiende a compensar el cambio en la sustentación consecuencia del cambio en la velocidad aerodinámica por cambio en la incidencia del avión.

El documento US 2.816.724 se refiere al control de aeroplanos en elevación. Más particularmente, este documento se refiere a una disposición por medio de la cual puede impedirse que un aeroplano, equipado con flaps en las alas u otro aparato aerodinámico para alterar la sustentación del aeroplano para un ángulo de ataque dado del mismo y controlado dependiendo de su partida 20 desde un ángulo de inclinación longitudinal de referencia sólo o en combinación con su desplazamiento vertical desde un trayecto de vuelo dado, experimente transiciones de sustentación debidas a la operación de tal aparato y debidas a cambios en la velocidad aerodinámica del aeroplano acompañante 25 y/o después del tal operación.

SUMARIO

En una realización ventajosa, se proporciona un método para compensar las variaciones de la velocidad aerodinámica en el control de vuelo de un avión en vuelo. Un cambio indeseado en una velocidad aerodinámica para el avión es identificado utilizando una velocidad aerodinámica actual para el avión y una velocidad aerodinámica previa para el avión caracterizado porque la identificación tiene en cuenta un cambio esperado en la velocidad aerodinámica. Varias órdenes para un sistema de control de vuelo asociado con un ala del avión son identificadas en respuesta al cambio indeseado en la velocidad aerodinámica. El número de órdenes es configurado para hacer que el sistema de control de vuelo mantenga una sustentación del avión durante una trayectoria deseada.

En otra realización ventajosa, un aparato comprende un módulo de control de sustentación. El módulo de control de sustentación está configurado para identificar un cambio indeseado utilizando la velocidad aerodinámica actual para el avión y una velocidad aerodinámica previa para el avión, caracterizado porque el módulo de control de sustentación tiene en cuenta un cambio esperado en la velocidad aerodinámica cuando identifica el cambio indeseado en una velocidad aerodinámica. El módulo de control de sustentación está configurado además para identificar varias órdenes para un sistema de control de vuelo asociado con un ala del avión. El número de órdenes está configurado para hacer que el sistema de control de vuelo mantenga una sustentación del avión durante una trayectoria dada.

También se ha descrito un módulo de control de sustentación que comprende un procesador de orden o comando de velocidad, un monitor de cambio de velocidad aerodinámica, y un proceso de compensación del cambio de sustentación. El procesador de órdenes de velocidad está configurado para identificar un cambio esperado en una velocidad aerodinámica para un avión. El monitor de cambio de velocidad aerodinámica está configurado para identificar un cambio indeseado en la velocidad aerodinámica para el avión utilizando una velocidad aerodinámica actual para el avión y una velocidad aerodinámica previa identificada para el avión. El cambio indeseado en la velocidad aerodinámica para el avión tiene en cuenta el cambio esperado en la velocidad aerodinámica para el avión. El proceso de compensación del cambio de sustentación está configurado para identificar un cambio en la sustentación para el avión que corresponde al cambio indeseado en la velocidad aerodinámica para el avión identificada por el monitor de cambio de velocidad aerodinámica.

Las características, funciones y ventajas pueden ser conseguidas de manera independiente en distintas realizaciones de la presente descripción o pueden ser combinadas aún en otras realizaciones en las que pueden verse otros detalles con referencia a la siguiente descripción y dibujos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Los nuevos rasgos que se cree son características de las realizaciones ventajosas están descritos en las reivindicaciones adjuntas. Las realizaciones ventajosas, sin embargo, así como un modo preferido de uso, otros objetivos, y ventajas del mismo, será mejor comprendidos por referencia a la siguiente descripción detallada de una realización ventajosa de la presente descripción cuando es leída en unión con los dibujos adjuntos, en los que:

- La fig. 1 es una ilustración de un avión en el que puede ser implementada una realización ventajosa;
- La fig. 2 es una ilustración de un diagrama de bloques de un entorno de control de vuelo de acuerdo con una realización ventajosa;
- La fig. 3 es una ilustración de un módulo de control de sustentación de acuerdo con una realización ventajosa;
- La fig. 4 es una ilustración de un módulo de control de sustentación de acuerdo con una realización ventajosa;
- La fig. 5 es una ilustración de un diagrama de flujo para controlar el vuelo de un avión de acuerdo con una realización ventajosa;
- La fig. 6 es una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso para controlar el vuelo de un avión de acuerdo con una realización muy ventajosa; y
- La fig. 7 es una ilustración de un sistema de tratamiento de datos de acuerdo con una realización ventajosa.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Las diferentes realizaciones ventajosas reconocen y tienen en cuenta varias consideraciones diferentes. Por ejemplo, las diferentes realizaciones ventajosas reconocen y tienen en cuenta que los cambios en sustentación causados por cambios en la velocidad aerodinámica pueden ser indeseables si el cambio en la sustentación da como resultado un cambio en la trayectoria deseada para el avión. La trayectoria es el trayecto a través del espacio aéreo a lo largo del cual vuela el avión. Este trayecto puede ser definido como el trayecto que sigue el avión a través del espacio en función del tiempo. Las diferentes realizaciones ventajosas reconocen y tienen en cuenta que un cambio en la trayectoria puede ser más indeseable cuando el operador de un avión está realizando una operación con el avión que requiere mantener el avión de manera tan próxima como sea posible a una trayectoria deseada.

Por ejemplo, las diferentes realizaciones ventajosas reconocen y tienen en cuenta que una situación en la que mantener una trayectoria puede ser deseable es cuando un avión desciende en una trayectoria de planeo. La trayectoria de planeo es también denominada como un trayecto de planeo. Este tipo de descenso es realizado típicamente cuando un avión se aproxima a una pista.

Otro ejemplo en el que es deseable mantener una trayectoria es durante el aterrizaje cuando el avión realiza una operación de enderezamiento. Una operación de enderezamiento para un avión aumenta un ángulo de ataque y puede ser realizada para permitir que el avión se asiente sobre la pista.

Las diferentes realizaciones ventajosas reconocen y tienen en cuenta que otro ejemplo de un caso en el que debería mantenerse una trayectoria deseada con niveles de precisión más elevados en comparación con otras veces es durante una operación de repostaje o reabastecimiento de combustible. Un piloto de un avión cisterna hace volar este avión, mientras otro operador realiza operaciones para posicionar un receptáculo en forma de embudo para permitir que un avión objetivo conecte con el receptáculo en forma de embudo y reciba combustible. Mantener la posición de un receptáculo en forma de embudo o dirigir u orientar un receptáculo en forma de embudo a otra posición cuando el receptáculo en forma de embudo, con respecto al avión objetivo, puede ser hecho más difícil si no se mantiene una trayectoria del avión cisterna.

Por ello, las diferentes realizaciones ventajosas proporcionan un método y aparato para controlar el vuelo de un avión. Un cambio en la velocidad del avión es identificado. Varias órdenes son identificadas para un sistema de control de vuelo asociado con un ala del avión. El número de órdenes está configurado para hacer que el sistema de control de vuelo mantenga una sustentación del avión durante una trayectoria deseada.

Con referencia ahora a las figuras y, en particular, con referencia a la fig. 1, se ha representado una ilustración de un avión en el que puede ser implementada una realización ventajosa. El avión 100 es un ejemplo de un avión en el que puede ser implementado un sistema de control de vuelo para controlar el vuelo de un avión. En este ejemplo ilustrativo, el avión 100 tiene un ala 102 fijada al fuselaje 104. El fuselaje 104 tiene una cola 105.

El ala 102 tiene dos secciones en este ejemplo ilustrativo. La sección 106 del ala 102 está conectada al costado 108 del fuselaje 104, y la sección 110 del ala 102 está conectada al costado 112 del fuselaje 104. En algunos ejemplos, cada sección puede ser denominada como un ala, en vez de como secciones de un ala 102.

En este ejemplo ilustrativo, la sección 106 y la sección 110 son simétricas alrededor de la línea central 114 que se extiende a través del avión 100. En este ejemplo ilustrativo, la línea central 114 se extiende centralmente a través del avión 100. Como se ha representado, el costado 108 y el costado 112 del fuselaje 104 son sustancialmente simétricos entre sí alrededor de la línea central 114.

El motor 116 está fijado a la sección 106 del ala 102, y el motor 118 está conectado a la sección 110 del ala 104. El motor 116 y el motor 118 están dispuestos para ser sustancialmente simétricos entre sí alrededor de la línea central 114.

Con referencia ahora a la fig. 2, se ha representado una ilustración de un diagrama de bloques de un entorno de control de vuelo de acuerdo con una realización muy ventajosa. El entorno 200 de control de vuelos puede ser implementado utilizando el avión 202. El avión 100 de la fig. 1 es un ejemplo de una implementación para el avión 202.

Aunque la ilustración del avión 100 es para un avión comercial, las diferentes realizaciones ventajosas pueden ser aplicadas a otros tipos de aviones. Por ejemplo, el entorno 200 de control de vuelo puede ser implementado utilizando aviones militares, aviones no comerciales, vehículos aéreos sin piloto, y/o otros tipos de aviones adecuados.

En este ejemplo ilustrativo, el sistema 208 de control de vuelo es utilizado para controlar el vuelo 210 del avión 202. El sistema 208 de control de vuelo comprende superficies 212 de control y un controlador 214.

Las superficies de control 212 están asociadas con el ala 204, así como otras partes del avión 202. Un primer componente puede ser considerado que está asociado con un segundo componente estando asegurado al segundo componente, unido al segundo componente, sujeto al segundo componente, y/o conectado al segundo componente de alguna otra manera adecuada. El primer componente también puede ser conectado al segundo componente utilizando un tercer componente. El primer componente puede también ser considerado que está asociado con el segundo componente estando formado como una parte del segundo componente y/o una extensión del mismo.

En estos ejemplos ilustrativos, las superficies de control 212 pueden tener un número de formas diferentes. Por ejemplo, sin limitación, las superficies de control 212 pueden comprender al menos uno de entre un alerón, un elevador, un timón, un spoiler, un flap, una aleta auxiliar móvil, un freno de aire, y otros tipos adecuados de superficies de control.

Como es utilizada aquí, la frase "al menos uno de entre", cuando es utilizado con una lista de artículos, significa que pueden ser utilizadas combinaciones diferentes de uno o más de los artículos de la lista y solamente uno de cada artículo de la lista puede ser necesario. Por ejemplo, "al menos uno de entre el artículo A, artículo B y artículo C" pueden incluir, por ejemplo, sin limitación, el artículo A, o el artículo A y el artículo B. Este ejemplo puede también incluir en el artículo A, el artículo B, y el artículo C, o el artículo B y el artículo C. En otros ejemplos, "al menos uno de entre" puede ser, por ejemplo, sin limitación, dos del artículo A, uno del artículo B y 10 del artículo C; cuatro del artículo B y siete del artículo C; y otras combinaciones adecuadas.

El controlador 214 comprende un número de dispositivos de hardware y puede incluir software. En este ejemplo ilustrativo, el controlador 214 tienen la forma de un sistema informático 216 en el que el sistema informático 216 tiene un número de ordenadores. Un número, como se ha utilizado aquí con referencia a artículos, significa uno o más artículos. Por ejemplo, "un número de ordenadores" significa uno o más ordenadores.

El controlador 214 controla la configuración 218 para las superficies de control 212. La configuración 218 puede ser cambiada para superficies de control 212 cambiando la posición de las superficies de control 212. Por ejemplo, la configuración 218 puede ser cambiada cambiando la posición de una o más de las superficies de control 212 en estos ejemplos representados. El cambio en la configuración 218 para superficies de control 212 puede ser un cambio simétrico con respecto a una línea central que se extiende a través de un fuselaje del avión 202. En otras palabras, el cambio en la configuración 218 para superficies de control 212 puede ser simétrico a través del ala 204.

En los diferentes ejemplos ilustrativos, el módulo 220 de control de sustentación está implementado en el avión 202. El

módulo 220 de control de sustentación puede tener la forma de hardware, software, firmware, o una combinación de ellos. El módulo 220 de control de sustentación puede ser implementado como parte del sistema 208 de control de vuelo o puede estar ubicado como un sistema o parte separado de algún otro sistema en el avión 202.

- 5 En estos ejemplos ilustrativos, el módulo 220 de control de sustentación está configurado para mantener la sustentación 222 durante una trayectoria deseada 224 del avión 202 durante el vuelo 210.

10 Como se ha representado, el avión 202 tiene un sistema sensor 226. El sistema sensor 226 incluye sensores 228 y un ordenador 230 de datos del aire. En estos ejemplos ilustrativos, los sensores 228 en el sistema sensor 226 incluyen sensores de datos de aire. Los sensores de datos de aire en los sensores 228 pueden incluir, por ejemplo, sensores de temperatura, sensores del tubo de Pitot, sensores estáticos de aire, válvulas, y otros tipos de sensores adecuados.

15 Los sensores 228 generan información 232, que es utilizada por el ordenador 230 de datos de aire. El ordenador 230 de datos de aire utiliza información 232 para identificar la velocidad aerodinámica actual 234 para el avión 202. Por ejemplo, la información 232 puede incluir la velocidad aerodinámica actual 234 u otra información utilizada para derivar o calcular la velocidad aerodinámica actual 234.

20 Además, el ordenador 230 de datos de aire puede también calcular otra información, tal como altitud, número de Mach, y/o otra información adecuada utilizando la información 232 generada por los sensores 228. El ordenador 230 de datos de aire calcula de manera continua la velocidad aerodinámica actual 234 en estos ejemplos representados.

25 En estos ejemplos ilustrativos, el ordenador 230 de datos de aire envía la velocidad aerodinámica actual 234 al módulo 220 de control de sustentación. El módulo 220 de control de sustentación utiliza la velocidad aerodinámica actual 234 para identificar así ha ocurrido un cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236. Cuando se ha detectado un cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236, el módulo 220 de control de sustentación identifica el número de órdenes 238 para el sistema 208 de control de vuelo.

30 El controlador 214 para el sistema 208 de control de vuelo recibe un número de órdenes 238. El número de órdenes 238 está configurado para hacer que el sistema 208 de control de vuelo controle la configuración 218 de las superficies de control 212 para mantener la sustentación 222 del avión 202 durante la trayectoria deseada 224. De esta manera, el número de órdenes 238 puede ser un número de órdenes de posicionamiento para las superficies de control 212 que hacen que las superficies de control 212 cambien la configuración 218.

35 En otros ejemplos ilustrativos, el número de órdenes 238 pueden ser órdenes para cambiar la sustentación 222 para el avión 202. Por ejemplo, un cambio previo en la sustentación puede haber causado que el avión 202 no mantenga la trayectoria deseada 224 durante el vuelo 210. En respuesta, pueden ser enviadas varias órdenes 238 para cambiar la sustentación 222 para mantener la trayectoria deseada 224 para el vuelo 210.

40 Además, el controlador 214 puede también recibir órdenes 242 desde otras fuentes distintas al módulo 220 de control de sustentación. Por ejemplo, el controlador 214 puede recibir órdenes 242 desde el sistema 240. El sistema 240 puede incluir al menos de un piloto automático, una palanca de mando de control, y otras fuentes de órdenes 242 que causan un cambio en la configuración 218 de las superficies de control 212.

45 En los diferentes ejemplos ilustrativos, el controlador 214 está configurado para tener en cuenta órdenes 242 junto un número de órdenes 238 generadas por el módulo 220 de control de sustentación cuando cambia la configuración 218. Por ejemplo, el controlador 214 puede sumar el número de órdenes 238 con las órdenes 242 o usar algún otro proceso o mecanismo para tener en cuenta todas estas órdenes.

50 De esta manera, el número de entradas necesarias para mantener la trayectoria deseada 224 en respuesta a cambios en la velocidad aerodinámica del avión 202 es reducido y/o eliminado. En otras palabras, las operaciones realizadas por el módulo 220 de control de sustentación reducen el número de entradas que necesitan ser proporcionadas por el piloto u otro operador del avión 202 para mantener la trayectoria deseada 224 en respuesta a cambios en la velocidad aerodinámica. De esta manera, el piloto puede centrarse en otras operaciones para hacer volar el avión 202, mientras el módulo 220 de control de sustentación vigila la velocidad aerodinámica del avión 202 y envía el número de órdenes 238 al sistema 208 de control de vuelo para controlar la configuración 218 para las superficies de control 212.

60 La ilustración del entorno 200 de control de vuelo en la fig. 2 no quiere decir que implique limitaciones físicas o arquitectónicas en la manera en que pueden ser implementadas diferentes realizaciones ventajosas. Pueden ser utilizados otros componentes además y/o en lugar de los ilustrados. Algunos componentes pueden ser innecesarios en algunas realizaciones ventajosas. También, los bloques están presentados para ilustrar algunos componentes funcionales. Uno o más de estos bloques puede ser combinado y/o dividido en bloques diferentes cuando son implementados en realizaciones ventajosas diferentes.

65 Por ejemplo, en algunas realizaciones ilustrativas, el módulo 220 de control de sustentación puede recibir información 232 directamente desde los sensores 228 y realizar cálculos para identificar la velocidad aerodinámica actual 234 y/o un cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236. En otros ejemplos ilustrativos, el módulo 220 de control de

sustentación puede ser parte de un ordenador 230 de datos de aire, de un sistema 208 de control de vuelo, o de algún otro sistema informático en el avión 202.

Aunque el controlador 214 ha sido descrito como un controlador digital en estos ejemplos ilustrativos, el controlador 214 puede tener otras formas. Por ejemplo, el controlador 214 puede ser un controlador mecánico, un controlador analógico, o un controlador que comprende cualquier número de componentes analógicos, digitales, y/o mecánicos.

Con referencia ahora a la fig. 3, se ha representado una ilustración de un módulo de control de sustentación de acuerdo con una realización ventajosa. Como se ha representado en este ejemplo, el módulo 220 de control de sustentación incluye un procesador 302 de órdenes de velocidad, un monitor 304 de cambio de velocidad aerodinámica, y un proceso 306 de compensación de cambio de sustentación.

Los componentes utilizados para implementar el módulo 220 de control de sustentación en esta figura son un ejemplo de la manera en la que puede ser implementado el módulo 220 de control de sustentación.

El monitor 304 de cambio de velocidad aerodinámica recibe la velocidad aerodinámica actual 234 desde el sistema sensor 226 de la fig. 2. En particular, la velocidad aerodinámica actual 234 puede ser recibida desde el ordenador 230 de datos de aire de la fig. 2.

En este ejemplo ilustrativo, el monitor 304 de cambio de velocidad aerodinámica determina si ha ocurrido un cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236. El monitor 304 de cambio de velocidad aerodinámica puede comparar la velocidad aerodinámica actual 234 con un número de velocidades aerodinámicas 308 para hacer esta determinación. El número de velocidades aerodinámicas 308 incluye una o más velocidades aerodinámicas recibidas en un punto previo en el tiempo durante el vuelo 210 del avión 202. En otras palabras, el número de velocidades aerodinámicas 308 incluye velocidades aerodinámicas previas. En estos ejemplos, el número de velocidades aerodinámicas 308 es recibido por el monitor 304 de cambio de velocidad aerodinámica justo antes de que sea recibida la velocidad aerodinámica actual 234 por el monitor 304 de cambio de velocidad aerodinámica.

En algunos ejemplos ilustrativos, cualquier diferencia entre velocidad aerodinámica actual 234 y número de velocidades aerodinámicas 308 puede ser identificada como un cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236 y ser enviada al proceso 306 de compensación de cambio de sustentación. En otros ejemplos ilustrativos, un cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236 puede ser identificado cuando la diferencia entre la velocidad aerodinámica actual 234 y el número de velocidades aerodinámicas 308 es mayor que algún umbral seleccionado. Una diferencia mayor que el umbral seleccionado indica que el cambio real en la velocidad aerodinámica es un cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236. De esta manera, no todos los cambios en la velocidad aerodinámica pueden ser identificados como un cambio indeseado.

Además, el monitor 304 de cambio de velocidad aerodinámica puede recibir un cambio esperado 312 desde el procesador 302 de órdenes de velocidad. El cambio esperado 312 es un cambio de velocidad aerodinámica esperado y puede ser tenido en cuenta por el monitor 304 de cambio de velocidad aerodinámica al identificar un cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236. En particular, el valor para la diferencia entre la velocidad aerodinámica actual 234 y el número de velocidades aerodinámicas 308 y el valor para el cambio esperado 312 son tenidos en cuenta en la identificación del cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236.

En otras palabras, el monitor 304 de cambio de velocidad aerodinámica esta configurado para tener en cuenta el cambio esperado 312 en la identificación del cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236. Por ejemplo, un cambio esperado 312 puede ser un cambio de velocidad aerodinámica esperado basado en una maniobra de vuelo de planeo durante el vuelo 210 del avión 202, una fase actual de vuelo para el vuelo 210 del avión 202, y/u otros factores adecuados.

El procesador 302 de órdenes de velocidad genera el cambio esperado 312 basado en la información, tal como, por ejemplo, una identificación de maniobras actual y/o de planeo para el avión 202, una fase actual del vuelo 210, un peso del avión 202, un centro de gravedad para el avión 202, una altitud, una configuración de frenos de velocidad, una configuración de empuje, y/u otros tipos adecuados de información.

En estos ejemplos ilustrativos, el procesador 302 de órdenes de velocidad puede incluir procesos de primer orden, de segundo orden, y/o de tercer orden para identificar el cambio esperado 312. Además, el procesador 302 de órdenes de velocidad puede utilizar un temporizador y una tabla que contiene valores para velocidades aerodinámicas esperadas para el avión 202 durante el vuelo 210. Los valores para estas velocidades aerodinámicas esperadas para el vuelo 210 son identificadas en la tabla identificada en función del tiempo.

Por ejemplo, si la velocidad aerodinámica actual 234 es de aproximadamente 300 nudos y el número de velocidades aerodinámicas 308 es una velocidad aerodinámica que es de aproximadamente 280 nudos, la diferencia entre la velocidad aerodinámica actual 234 y el número de velocidades aerodinámicas 308 es de aproximadamente 20 nudos. Esta diferencia puede ser enviada como un cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236 si el cambio esperado 312 es de cero nudos.

Como otro ejemplo, si el cambio esperado 312 tiene un valor de aproximadamente 20 nudos, entonces el cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236 no es identificado o enviado, debido a que la diferencia entre la velocidad aerodinámica actual 234 y el número de velocidades aerodinámicas 308, teniendo en cuenta el cambio esperado 312, es de cero nudos. Si el cambio esperado 312 es aproximadamente de menos de 10 nudos, entonces el cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236 es enviado como de aproximadamente 10 nudos.

En algunos ejemplos ilustrativos, un valor para el cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236 puede ser enviado después de cada comparación de velocidad aerodinámica actual 234 con el número de velocidades aerodinámicas 308 o de modo continuo como una señal. Adicionalmente, si no ha ocurrido un cambio indeseado, el cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236 puede tener un valor de aproximadamente cero nudos en estos ejemplos ilustrativos.

El proceso 306 de compensación de cambio de sustentación utiliza un cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236 para generar un número de órdenes 238 como una salida para el módulo 220 de control de sustentación. El número de órdenes 238 puede incluir, por ejemplo, sin limitación, un valor para un cambio deseado en la sustentación 222 en la fig. 2. Este valor puede ser negativo o positivo. En algunos casos, el proceso 306 de compensación de cambio de sustentación puede generar constantemente un valor cuando un cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236 es enviado al proceso 306 de compensación de cambio de sustentación como una señal continua. Si no se desea un cambio en la sustentación 222, entonces el valor del número de órdenes 238 es de aproximadamente cero.

En otros ejemplos ilustrativos, el número de órdenes 238 puede tener la forma de valores para posiciones para superficies de control 212 u órdenes para cambiar posiciones para superficies de control 212 en la fig. 2. Estos valores u órdenes pueden hacer que el sistema 208 de control de vuelo cambie la configuración 218 de la superficie de control 212. Por ejemplo, los valores pueden ser para una configuración particular o pueden ser posiciones reales para superficies de control 212, dependiendo de la implementación particular. El proceso 306 de compensación de cambio de sustentación envía estos valores en número de órdenes 238 al sistema 208 de control de vuelo en la fig. 2.

La ilustración del módulo 220 de control de sustentación en la fig. 3 no significa que implique limitaciones a la manera en la que el módulo 220 de control de sustentación puede ser implementado. Por ejemplo, en algunas realizaciones ventajosas, puede omitirse el procesador 302 de órdenes de velocidad.

Aún en otros ejemplos, la información procedente de los sensores 228 en el sistema 226 de sensores puede ser recibida directamente por el módulo 220 de control de sustentación, y el monitor 304 de cambio de velocidad aerodinámica puede calcular o identificar la velocidad aerodinámica actual 234 para el avión 202 utilizando la información 232. El módulo 220 de control de sustentación puede comparar entonces esta velocidad aerodinámica actual calculada 234 para el avión 202 con los cálculos previos para la velocidad aerodinámica del avión 202. Estos cálculos previos pueden ser almacenados como número de velocidades aerodinámicas 308.

Volviendo a la fig. 4, se ha representado una ilustración de un módulo de control de sustentación de acuerdo con una realización ventajosa. En este ejemplo ilustrativo, el módulo 220 de control de sustentación de las figs. 2 y 3 está representado implementado utilizando hardware. La implementación del módulo 220 de control de sustentación en esta figura es un ejemplo de una manera en la que puede ser implementado el módulo 220 de control de sustentación.

Como se ha representado, el módulo 220 de control de sustentación comprende el procesador 302 de órdenes de velocidad, el monitor 304 de cambio de velocidad aerodinámica, y el proceso 306 de compensación de cambio de sustentación. En este ejemplo ilustrativo, estos componentes son implementados en hardware y pueden tener varios circuitos configurados para realizar funciones y/o procesos deseados. El número de circuitos puede incluir, por ejemplo, al menos uno de entre un circuito integrado, un circuito integrado específico de aplicación (ASIC), una lógica de agrupación programable, una agrupación lógica programable, una agrupación lógica general, una agrupación de puerta de campo programable, un dispositivo lógico programable, un dispositivo lógico programable complejo, un controlador lógico programable, una agrupación de macroceldas, y otros tipos de circuitos adecuados.

Los componentes representados dentro de procesador 302 de órdenes de velocidad, el monitor 304 de cambio de velocidad aerodinámica, y proceso 306 de compensación de cambios de sustentación en esta figura son un ejemplo de una manera en la que el procesador 302 de mando de velocidad, el monitor 304 de cambio de velocidad aerodinámica, y el proceso 306 de compensación de cambio de sustentación pueden ser implementados.

En este ejemplo ilustrativo, el monitor 304 de cambio de velocidad aerodinámica está configurado para generar un cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236. En particular, el monitor 304 de cambio de velocidad aerodinámica utiliza la velocidad aerodinámica actual 234 recibida desde el sistema de sensores 226 en la fig. 2 y el cambio esperado en la velocidad aerodinámica 406 para generar un cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236.

Como se ha representado, el procesador 302 de órdenes de velocidad está configurado para identificar el cambio inesperado 312 en la fig. 3 en la velocidad aerodinámica para el avión 202 durante el vuelo 210 en la fig. 2. El procesador 302 de órdenes de velocidad comprende el generador 402 de tasa y el generador 404 de cambio esperado. En este ejemplo representado, el generador 402 de tasa y el generador 404 de cambio esperado están configurados para

generar un cambio esperado en la velocidad aerodinámica 406. El cambio esperado en la velocidad aerodinámica 406 es el cambio esperado 312 en la velocidad aerodinámica para el avión 202 cuando el avión 202 realiza una maniobra de enderezamiento.

5 El generador 402 de tasa y el generador 404 de cambio esperado son circuitos que comprenden unidades lógicas en este ejemplo. El generador 402 de tasa y el generador 404 de cambio esperado están configurados cada uno para recibir un número de entradas y generar una salida. En particular, el generador 402 de tasa recibe la indicación 408 aplicada al modo de enderezamiento, valor inicial 410, tasa de aceleración 412, y tasa de aceleración máxima 414.

10 Además, el generador de tasa 402 genera la tasa de cambio 416. La tasa de cambio 416 es la tasa de cambio esperada para la velocidad aerodinámica del avión 202 durante el cual el avión 202 realiza una maniobra de enderezamiento. En otras palabras, la tasa de cambio 416 es la aceleración esperada del avión 202 durante la maniobra de enderezamiento.

15 En este ejemplo ilustrativo, la indicación 408 aplicada al modo de enderezamiento tiene un valor que indica si el avión 202 está realizando actualmente la maniobra de enderezamiento. El valor inicial 410 es el valor inicial para la tasa de cambio 416. En este ejemplo, el valor inicial 410 puede ser ajustado aproximadamente a cero. La tasa de aceleración 412 es la aceleración o tasa de cambio esperada para la velocidad aerodinámica durante la maniobra de enderezamiento. En este ejemplo, la tasa de aceleración 412 puede ser ajustada a aproximadamente 0.5 nudos por segundo. Además, la tasa de aceleración máxima 414 es la aceleración máxima durante la maniobra de enderezamiento. En este ejemplo, la tasa 414 de aceleración máxima puede ser ajustada aproximadamente a dos nudos por segundo.

20 Cuando el valor para la indicación 408 aplicada al modo de enderezamiento indica que el avión 202 no está realizando la maniobra de enderezamiento, el generador 402 de tasa ajusta el valor para la tasa de cambio 416 al valor inicial 410. En otras palabras, cuando la maniobra de enderezamiento no está siendo realizada, la tasa de cambio 416 es ajustada de modo continuo aproximadamente a cero.

25 Cuando el valor para la indicación 408 aplicada al modo de enderezamiento indica que el avión 202 está realizando la maniobra de enderezamiento, el generador 402 de tasa está configurado para aumentar el valor para la tasa de cambio 416 desde el valor inicial 410 a la tasa de aceleración máxima 414. En otras palabras, el generador 402 de tasa asciende el valor para la tasa de cambio 416 desde aproximadamente cero a aproximadamente dos nudos por segundo a una tasa de aproximadamente 0,5 nudos por segundo.

30 Como se ha ilustrado, el generador 404 de cambio esperado está configurado para generar un cambio esperado en la velocidad aerodinámica 406 en respuesta a recibir la indicación 408 aplicada al modo de enderezamiento, el valor inicial 418, y la tasa de cambio 416. En este ejemplo ilustrativo, el valor inicial 418 es ajustado aproximadamente a cero.

35 Cuando el valor para la indicación 408 aplicada al modo de enderezamiento indica que la maniobra de enderezamiento no está siendo realizada, el cambio esperado en la velocidad aerodinámica 406 es ajustado al valor inicial 418. De esta manera, cuando la maniobra de enderezamiento no está siendo realizada, el cambio esperado en la velocidad aerodinámica 406 es generado de forma continua con un valor de aproximadamente cero.

40 Cuando el valor para la indicación 408 aplicada al modo de enderezamiento indica que la maniobra de enderezamiento está siendo realizada, el generador 404 de cambio esperado integra la tasa de cambio 416 para generar el cambio esperado en la velocidad aerodinámica 406 en este ejemplo representado. Además, en este ejemplo ilustrativo, el generador 404 de cambio esperado genera el cambio esperado en la velocidad aerodinámica 406 como un valor negativo.

45 Como se ha representado, el monitor 304 de cambio de velocidad aerodinámica comprende sumador 420, un filtro 422, y un sustractor 424. El sumador 420, el filtro 422 y el sustractor 424 comprenden unidades lógicas en este ejemplo. El sumador 420 está configurado para recibir el cambio esperado en la velocidad aerodinámica 406 y la velocidad aerodinámica actual 234. El sumador 420 suma el cambio esperado en la velocidad aerodinámica 406 y en la velocidad aerodinámica actual 234 para generar la velocidad aerodinámica modificada 428. La velocidad aerodinámica modificada 428 tiene en cuenta el cambio esperado para la velocidad aerodinámica.

50 El filtro 422 está configurado para recibir la velocidad aerodinámica modificada 428, la constante de tiempo 430, y la compensación habilitada 432. El filtro 422 también utiliza la velocidad aerodinámica modificada 428 como un valor inicial para el filtro 422. El valor para la constante de tiempo 430 puede ser establecido basado en la responsividad temporal deseada para el filtro 422. La responsividad temporal para el filtro 422 es cómo cambia la salida del filtro 422 en respuesta al tiempo.

55 En este ejemplo ilustrativo, el filtro 422 es un filtro de primer orden configurado para generar una velocidad aerodinámica retardada 434 basada en la velocidad aerodinámica modificada 428, en la constante de tiempo 430, y en la compensación habilitada 432. Más específicamente, el filtro 422 realiza una transformación de Laplace utilizando la constante de tiempo 430 y la velocidad aerodinámica modificada 428 para generar la velocidad aerodinámica retardada 434. En otras palabras, el filtro 422 proporciona un retardo de tiempo para velocidad aerodinámica modificada 428 tal que

la salida del filtro 422 es velocidad aerodinámica modificada 428 previamente identificada.

La velocidad aerodinámica retardada 434 puede ser retardada en un periodo de tiempo identificado por la constante de tiempo 430. Por ejemplo, la constante de tiempo 430 puede ser de aproximadamente cinco segundos. La velocidad aerodinámica retardada 434 es sustraída de la velocidad aerodinámica modificada actual 428 por el sustractor 424 para generar un cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236. De esta manera, el valor para la constante de tiempo 430 es seleccionado de tal modo que un cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236 representa cambios a lo largo de un periodo de tiempo deseado. Por ejemplo, con un valor mayor para la constante de tiempo 430, el cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236 representa cambios a lo largo del periodo de tiempo mayor en comparación a un valor menor para la constante de tiempo 430.

La compensación habilitada 432 tiene un valor que indica si los cambios en sustentación en respuesta a cambios en la velocidad aerodinámica han de ser compensados utilizando el módulo 220 de control de sustentación. En otras palabras, el valor para la compensación habilitada 432 indica si se desea la compensación para cambios en sustentación en respuesta a cambios de la velocidad aerodinámica basándose en la trayectoria deseada 224 para el avión 202 en la fig. 2.

Cuando la compensación habilitada 432 tiene un valor que indica que no se desea la compensación, la velocidad aerodinámica retardada 434 es ajustada al valor inicial para el filtro 422. En este ejemplo, el valor inicial para el filtro 422 es la velocidad aerodinámica modificada 428 como se ha descrito anteriormente. De esta manera, cuando no se desea la compensación, el sustractor 424 sustrae la velocidad aerodinámica retardada 434 que tiene el valor para la velocidad aerodinámica modificada 428, de la velocidad aerodinámica modificada 428. En otras palabras, cuando no se desea compensación, el monitor 304 de cambio de velocidad aerodinámica genera de manera continua un cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236 que tiene un valor de aproximadamente cero.

Además, cuando la compensación habilitada 432 tiene un valor que indica que se desea la compensación, el monitor 304 de cambio de velocidad aerodinámica genera un cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236 basado en la velocidad aerodinámica actual 234 para el avión 202. El cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236 puede ser sustancialmente cero cuando la velocidad aerodinámica actual 234 para el avión 202 es sustancialmente la misma que una velocidad aerodinámica previamente identificada para el avión 202 o no difiere de la velocidad aerodinámica previamente identificada más que el cambio esperado en la velocidad aerodinámica 406.

En este ejemplo ilustrativo, un cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236 tiene un valor positivo cuando la velocidad aerodinámica actual 234 para el avión 202 es mayor que una velocidad aerodinámica previa identificada para el avión 202 en más del cambio esperado en la velocidad aerodinámica 406. Además, un cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236 tiene un valor negativo cuando la veracidad de la dinámica actual 234 para el avión 202 es menor que una velocidad aerodinámica previa identificada para el avión 202 en más que el cambio esperado en la velocidad aerodinámica 406.

Como se ha representado, el proceso 306 de compensación de cambio de sustentación está configurado para recibir un cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236. En este ejemplo ilustrativo, el proceso 306 de compensación de cambio de sustentación comprende el divisor 436, el multiplicador 438, el divisor 440, la ganancia 442, y el multiplicador 444.

El divisor 436 está configurado para recibir el peso 446 del avión y la gravedad 448. El peso 446 del avión es el peso del avión y puede estar en libras (o kilogramos). La gravedad 448 es ajustada a un valor de aproximadamente 32.1740 pies por segundo cuadrado ($9,8066 \text{ m/s}^2$). El divisor 436 divide el peso 446 del avión por la gravedad 448 para generar el resultado 450.

El multiplicador 438 está configurado para recibir presión dinámica 452 y el área 454 de referencia del ala. La presión dinámica 452 puede tener un valor basado en la información 232 generada por el sistema sensor 226 para el avión 202 en la fig. 2. La presión dinámica 452 puede estar en libras por pie cuadrado (o kilogramos por metro cuadrado). El área 454 de referencia del ala puede ser ajustada a un valor de referencia para el área para el ala 204 para el avión 202 en la fig. 2. El área 454 de referencia de ala puede estar en pies cuadrados (o en metros cuadrados). Como ejemplo, el área 454 de referencia del ala puede ser ajustada a un valor de aproximadamente 3,500 pies cuadrados ($325,16 \text{ m}^2$). El multiplicador 438 multiplica la presión dinámica 452 por el área 454 de referencia de ala para generar el resultado 456.

Además, el divisor 440 está configurado para recibir el resultado 450 y el resultado 456. El divisor 440 divide el resultado 450 por el resultado 456 para generar la ganancia 458 de sustentación. La ganancia 458 de sustentación puede carecer de unidades en este ejemplo ilustrativo.

En este ejemplo ilustrativo, la ganancia 458 de sustentación adicional puede ser generada enviando la ganancia 458 de sustentación a través de la ganancia 442. La ganancia 442 que multiplica la ganancia 458 de sustentación puede ser un valor seleccionado para generar una ganancia total 460 de sustentación. Cuando la ganancia 458 de sustentación adicional no es necesaria, la ganancia 442 multiplica la ganancia 458 de sustentación por un valor de uno.

El multiplicador 444 está configurado para recibir la ganancia 460 de sustentación total y el cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236. El multiplicador 444 multiplica la ganancia 460 de sustentación total por el cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236 para generar un cambio en la sustentación 462. El cambio en la sustentación 462 es la cantidad en la que cambia la sustentación 222 en respuesta a un cambio en la velocidad aerodinámica para el avión 202.

El cambio en la sustentación 462 puede ser incluido en un número de órdenes 238 enviadas al sistema 208 de control de vuelo en la fig. 2. El sistema 208 de control de vuelo puede controlar la configuración 218 para superficies de control 212 para el avión 202 basado en el cambio en la sustentación 462.

La ilustración del módulo 220 de control de sustentación en la fig. 4 no significa que implique limitaciones en la manera en la que el módulo 220 de control de sustentación puede ser implementado. Por ejemplo, en algunas realizaciones ventajosas, pueden incluirse componentes adicionales en el procesador 302 de órdenes de velocidad. Estos componentes adicionales pueden ser utilizados para identificar el cambio esperado 312 en la velocidad aerodinámica para el avión 202 basado en que el avión 202 realiza otras maniobras, distintas de una maniobra de enderezamiento.

Como un ejemplo específico, el procesador 302 de órdenes de velocidad puede estar configurado para identificar un cambio esperado 312 en la velocidad aerodinámica para el avión 202 basado en el avión 202 que realiza una tarea de seguimiento, tal como después de una trayectoria de planeo durante una aproximación de aterrizaje. La tripulación del vuelo del avión 202 puede decidir seleccionar una velocidad aerodinámica objetiva diferente mientras sigue la trayectoria de planeo. Si la velocidad aerodinámica está siendo controlada por un regulador de potencia automático, la respuesta del avión 202 a la nueva velocidad aerodinámica será esperada y puede ser programada en el procesador 302 de órdenes de velocidad. Con este tipo de situación, el procesador 302 de órdenes de velocidad puede necesitar tener en cuenta las ganancias y los retardos de tiempo en el regulador de potencia automático y la respuesta de los motores para el avión 202.

Con referencia ahora a la fig. 5, se ha representado una ilustración de un diagrama de flujo para controlar el vuelo de un avión de acuerdo con una realización ventajosa. El proceso ilustrado en la fig. 5 puede ser implementado en el avión 100 de la fig. 1. En particular, estos procesos pueden ser implementados utilizando el módulo 220 de control de sustentación de la fig. 2 y/o el módulo 220 de control de sustentación de la fig. 3.

El proceso comienza recibiendo una velocidad aerodinámica actual para el avión (operación 500). El proceso compara la velocidad aerodinámica actual del avión con un número de velocidades aerodinámicas almacenadas para el avión (operación 502). El número de velocidades aerodinámicas es un número de velocidades aerodinámicas recibidas previamente para el avión.

Después de ello, se hace una determinación en cuanto a si ha ocurrido un cambio indeseado en la velocidad aerodinámica para el avión (operación 504). Si ha ocurrido un cambio en la velocidad aerodinámica para el avión, se identifica un número de órdenes para un sistema de control de vuelo asociado con un ala del avión (operación 506). El número de órdenes esta configurado para hacer que el sistema de control de vuelo mantenga una sustentación del avión para una trayectoria deseada del avión.

El proceso envía entonces el número de órdenes al sistema de control de vuelo (operación 508), volviendo el proceso a la operación 500 como se ha descrito anteriormente. Con referencia de nuevo a la operación 504, si no ha ocurrido un cambio en la velocidad aerodinámica, el proceso vuelve a la operación 500 como se ha descrito anteriormente.

Con referencia ahora a la fig. 6, se ha representado una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso para controlar el vuelo de un avión de acuerdo con una realización ventajosa. El proceso ilustrado en la fig. 6 puede ser implementado utilizando el módulo 220 de control de sustentación de la fig. 2 y/o el módulo 220 de control de sustentación de la fig. 3.

El proceso comienza recibiendo una velocidad aerodinámica actual para el avión (operación 600). En particular, la velocidad aerodinámica actual puede ser recibida por el monitor 304 de cambio de velocidad aerodinámica en la fig. 3. El proceso añade la velocidad aerodinámica actual y un cambio esperado en la velocidad aerodinámica para generar una velocidad aerodinámica modificada (operación 602). El cambio esperado en la velocidad aerodinámica puede ser generado, por ejemplo, por el procesador 302 de órdenes de velocidad de la fig. 3. El cambio esperado en la velocidad aerodinámica tiene un valor basado en si se espera una disminución, un aumento, o no se espera ningún cambio en la velocidad aerodinámica.

Después de ello, el proceso identifica un cambio indeseado en la velocidad aerodinámica para el avión sustrayendo la velocidad aerodinámica modificada de una velocidad aerodinámica modificada identificada previamente (operación 604). El proceso identifica entonces un cambio correspondiente en la sustentación que ocurre en respuesta al cambio en la velocidad aerodinámica utilizando el cambio en la velocidad aerodinámica (operación 606).

El proceso envía entonces el cambio en la sustentación identificado a un sistema de control de vuelo para el avión (operación 608), volviendo entonces el proceso a la operación 600 como se ha descrito anteriormente.

El sistema de control de vuelo puede utilizar el cambio en la sustentación identificado para cambiar una configuración para superficies de control para el avión para mantener la sustentación para el avión durante una trayectoria deseada.

Los diagramas de flujo y los diagrama de bloques en las diferentes realizaciones representadas ilustran la arquitectura, funcionalidad, y operación de algunas implementaciones posibles de aparatos y métodos en diferentes realizaciones ventajosas. A este respecto, cada bloque en los diagramas de flujo o en los diagramas de bloques puede representar un módulo, segmento, función, y/o una porción de una operación o etapa. Por ejemplo, uno o más de los bloques puede ser implementado como código de programa, en hardware, o una combinación del código del programa y hardware. Cuando es implementado en hardware, el hardware puede, por ejemplo, tomar la forma de circuitos integrados que son fabricados o configurados para realizar una o más operaciones en los diagramas de flujo o diagrama de bloques.

En algunas implementaciones alternativas, la función o funciones observadas en el bloque pueden ocurrir fuera del orden observado en las figuras. Por ejemplo, en algunos casos, dos bloques mostrados en sucesión pueden ser ejecutados sustancialmente de modo concurrente, o los bloques pueden algunas veces ser ejecutados en el orden inverso, dependiendo de la funcionalidad implicada. También, otros bloques pueden ser añadidos en adición a los bloques ilustrados en un diagrama de flujo o en un diagrama de bloques.

Volviendo ahora a la fig. 7, se ha representado una ilustración de un sistema de tratamiento de datos de acuerdo con una realización ventajosa. En este ejemplo ilustrativo, el sistema 700 de tratamiento de datos incluye un tejido de comunicaciones 702, que proporciona comunicaciones entre la unidad de procesador 704, la memoria 706, el almacenamiento persistente 708, la unidad de comunicaciones 710, la unidad de entrada/salida (I/O) 712, y la pantalla de presentación 714. El sistema 700 de tratamiento de datos es un ejemplo de un sistema de tratamiento de datos que puede ser utilizado para implementar componentes en las diferentes realizaciones ventajosas. Por ejemplo, el sistema 700 de tratamiento de datos puede ser utilizado para implementar al menos uno de entre un sistema informático 216 para controlador 214, un módulo 220 de control de sustentación, un ordenador 230 de datos de aire de la fig. 2, y otros componentes adecuados. El sistema 700 de tratamiento de datos también puede ser utilizado para implementar una implementación del módulo 220 de control de sustentación de la fig. 3.

La unidad de procesador 704 sirve para ejecutar instrucciones para un software que puede estar cargado en la memoria 706. La unidad de procesador 704, puede ser un número de procesadores, un núcleo multiprocesador, o algún otro tipo de procesador, dependiendo de la implementación particular. Un número, como ha sido utilizado aquí con referencia a un artículo, significa uno o más artículos. Además, la unidad de procesador 704 puede ser implementada utilizando un número de sistemas de procesador heterogéneos en los que está presente un procesador principal con procesadores secundarios en un único chip. Como otro ejemplo ilustrativo, la unidad de procesador 704 puede ser un sistema multiprocesador simétrico que contiene múltiples procesadores del mismo tipo.

La memoria 706 y el almacenamiento persistente 708 son ejemplos de dispositivos de almacenamiento 716. Un dispositivo de almacenamiento es cualquier pieza de hardware que sea capaz de almacenar información, tal como, por ejemplo, sin limitación, datos, código de programas en forma funcional, y/u otra información adecuada bien sobre una base temporal y/o bien sobre una base permanente. Los dispositivos de almacenamiento 716 pueden también ser denominados como dispositivos de almacenamiento legibles por ordenador en estos ejemplos. La memoria 706, en estos ejemplos, puede ser, por ejemplo, una memoria de acceso aleatorio o cualquier otro dispositivo de almacenamiento volátil o no volátil adecuado. El almacenamiento persistente 708 puede tomar distintas formas, dependiendo de la implementación particular.

Por ejemplo, el almacenamiento persistente 708 puede contener uno o más componentes o dispositivos. Por ejemplo, el almacenamiento persistente 708 puede ser una unidad de disco duro, una memoria flash, un disco óptico sobre el que se puede volver a escribir, una cinta magnética sobre la que se puede volver a escribir, o alguna combinación de los anteriores. Los medios utilizados por el almacenamiento persistente 708 también pueden ser extraíbles. Por ejemplo, una unidad de disco duro extraíble puede ser utilizada para el almacenamiento persistente 708.

La unidad de comunicaciones 710, en estos ejemplos, proporciona comunicaciones con otros sistemas o dispositivos de tratamiento de datos. En estos ejemplos, la unidad de comunicaciones 710 es una tarjeta de interfaz de red. La unidad de comunicaciones 710 puede proporcionar comunicaciones a través del uso bien de cualquier enlace de comunicaciones físico e inalámbrico o de ambos.

La unidad de entrada/salida 712 permite la entrada y salida de datos con otros dispositivos que pueden estar conectados al sistema 700 de tratamiento de datos. Por ejemplo, la unidad de entrada/salida 712 puede proporcionar una conexión para la entrada del usuario a través de un teclado, un ratón, y/o algún otro dispositivo de entrada adecuado. Además, la unidad de entrada/salida 712 puede enviar la salida a una impresora. La pantalla de presentación 714 proporciona un mecanismo para presentar información a un usuario.

Instrucciones para el sistema operativo, aplicaciones, y/o programas pueden estar ubicados en los dispositivos de almacenamiento 716, que están en comunicación con la unidad de procesador 704 a través del tejido de comunicaciones 702. En estos ejemplos ilustrativos, las instrucciones son en forma funcional sobre el almacenamiento persistente 708. Estas instrucciones pueden ser cargadas en la memoria 706 para ejecución por la unidad de procesador 704. Los

procesos de las diferentes realizaciones pueden ser realizados por la unidad de procesador 704 utilizando instrucciones implementadas en el ordenador, que pueden estar ubicadas en una memoria, tal como en la memoria 706.

Estas instrucciones son referidas como un código de programa, un código de programa utilizable por ordenador, o un código del programa legible por ordenador que puede ser leído y ejecutado por un procesador en la unidad de procesador 704. El código de programa en las diferentes realizaciones puede ser puesto en práctica sobre diferentes medios de almacenamiento físicos o legibles por ordenador, tales como la memoria 706 o el almacenamiento persistente 708.

El código de programa 718 está situado en una forma funcional sobre el medio 720 legible por ordenador que es extraíble selectivamente y puede ser cargado sobre el sistema 700 de tratamiento de datos o transferido a él para ejecución por la unidad de procesador 704. El código de programa 718 y el medio 720 legible por ordenador forman el producto 722 de programa informático en estos ejemplos. En un ejemplo, el medio 720 legible por ordenador puede ser un medio 724 de almacenamiento legible por ordenador o un medio 726 de señal legible por ordenador. El medio 724 de almacenamiento legible por ordenador puede incluir, por ejemplo, un disco óptico o magnético que está insertado o situado en una unidad u otro dispositivo que forma parte del almacenamiento persistente 708 para transferencia sobre un dispositivo de almacenamiento, tal como una unidad de disco duro, que forma parte de almacenamiento persistente 708.

El medio 724 de almacenamiento legible por ordenador también puede tener la forma de un almacenamiento persistente, tal como una unidad de disco duro, una memoria USB, o una memoria flash, que está conectada al sistema 700 de tratamiento de datos. En algunos casos, el medio 724 de almacenamiento legible por ordenador puede no ser extraíble del sistema 700 de tratamiento de datos. En estos ejemplos, el medio 724 de almacenamiento legible por ordenador es un dispositivo de almacenamiento físico o tangible utilizado para almacenar el código del programa 718, en vez de un medio que propaga o transmite el código de programa 718. El medio 724 de almacenamiento legible por ordenador es también referenciado como un dispositivo de almacenamiento tangible legible por ordenador o un dispositivo de almacenamiento físico legible por ordenador. En otras palabras, el medio 724 de almacenamiento legible por ordenador es un medio que puede ser tocado por una persona.

Alternativamente, el código del programa 718 puede ser transferido al sistema 700 de tratamiento de datos utilizando un medio 726 de señal legible por ordenador. El medio 726 de señal legible por ordenador puede ser, por ejemplo, una señal de datos propagados que contiene el código del programa 718. Por ejemplo, el medio 726 de señal legible por ordenador puede ser una señal electromagnética, una señal óptica, y/o cualquier otro tipo de señal adecuado. Estas señales pueden ser transmitidas sobre enlaces de comunicaciones, tales como enlaces de comunicaciones inalámbricos, cable de fibra óptica, cable coaxial, un hilo o alambre, y/o cualquier otro tipo adecuado de enlace de comunicaciones. En otras palabras, el enlace de comunicaciones y/o la conexión puede ser físico o inalámbrico en los ejemplos ilustrativos.

En algunas realizaciones ventajosas, el código de programa 718 puede ser descargado sobre una red a un almacenamiento persistente 708 desde otro dispositivo o sistema de tratamiento de datos a través del medio 726 de señal legible por ordenador para utilizar dentro del sistema 700 de tratamiento de datos. Por ejemplo, el código de programa almacenado en un medio de almacenamiento legible por ordenador en un sistema de tratamiento de datos de un servidor puede ser descargado sobre una red desde el servidor al sistema 700 de tratamiento de datos. El sistema de tratamiento de datos que proporciona el código del programa 718 puede ser un ordenador servidor, un ordenador de cliente, o algún otro dispositivo capaz de almacenar y transmitir el código de programa 718.

Los diferentes componentes ilustrados para el sistema 700 de tratamiento de datos no quiere decir que proporcionen limitaciones arquitectónicas a la manera en la que pueden ser implementadas las diferentes realizaciones. Las diferentes realizaciones ventajosas pueden ser implementadas en un sistema de tratamiento de datos que incluye componentes además de o en lugar de los ilustrados para el sistema 700 de tratamiento de datos. Otros componentes mostrados en la fig. 7 pueden ser variados de los ejemplos ilustrativos mostrados. Las diferentes realizaciones pueden ser implementadas utilizando cualquier dispositivo de hardware o sistema capaz de ejecutar un código de programa. Como un ejemplo, el sistema de tratamiento de datos puede incluir componentes orgánicos integrados con componentes inorgánicos y/o puede estar comprendido totalmente de componentes orgánicos excluyendo un ser humano. Por ejemplo, un dispositivo de almacenamiento puede estar comprendido de un semiconductor orgánico.

En otro ejemplo ilustrativo, la unidad 704 de procesador puede tener la forma de una unidad de hardware que tiene circuitos que son fabricados o configurados para un uso particular. Este tipo de hardware puede realizar operaciones sin necesitar que el código de programa sea cargado en una memoria desde un dispositivo de almacenamiento que ha de ser configurado para realizar las operaciones.

Por ejemplo, cuando la unidad de procesador 704 tiene la forma de una unidad de hardware, la unidad de procesador 704 puede ser un sistema de circuito, un circuito integrado específico de de aplicación (ASIC), un dispositivo lógico programable, o algún otro tipo adecuado de hardware configurado para realizar un número de operaciones. Con un dispositivo lógico programable, el dispositivo está configurado para realizar el número de operaciones. El dispositivo puede ser reconfigurado en un instante posterior o puede ser configurado de manera permanente para realizar el número de operaciones. Ejemplos de dispositivos lógicos programables incluyen, por ejemplo, una agrupación lógica programable, una lógica de agrupación programable, una agrupación lógica programable de campo, una agrupación de

puertas programable de campo, y otros dispositivos de hardware adecuados. Con este tipo de implementación, el código de programa 718 puede ser omitido, debido a que los procesos para la diferentes realizaciones son implementados en una unidad de hardware.

Aún en otro ejemplo ilustrativo, la unidad de procesador 704 puede ser implementada utilizando una combinación de procesadores encontrados en ordenadores y unidades de hardware. La unidad de procesador 704 puede tener un número de unidades de hardware y un número de procesadores que están configurados para ejecutar el código de programa 718. Con este ejemplo representado, algunos de los procesos pueden ser implementados en el número de unidades de hardware, mientras otros procesos pueden ser implementados en el número de procesadores.

En otro ejemplo, puede ser utilizado un sistema bus para implementar el tejido de comunicaciones 702 y puede estar comprendido de uno o más buses, tales como un sistema bus o un bus de entrada/salidas. Desde luego, el sistema bus puede ser implementado utilizando cualquier tipo adecuado de arquitectura que proporciona una transferencia de datos entre diferentes componentes o dispositivos unidos al sistema bus.

Adicionalmente, una unidad de comunicaciones puede incluir un número de dispositivos que transmiten datos, reciben datos, o transmiten y reciben datos. Una unidad de comunicaciones puede ser, por ejemplo, un módem o un adaptador de red, dos adaptadores de red, o algunas combinaciones de los mismos. Además, una memoria puede ser, por ejemplo, la memoria 706, o una memoria caché, tal como se ha encontrado en un conector de interfaz y controlador de memoria que pueden estar presentes en el tejido de comunicaciones 702.

De acuerdo con la presente descripción, se ha descrito un aparato que incluye un módulo 220 de control de sustentación configurado para identificar un cambio indeseado en una velocidad aerodinámica 236 para un avión 202 e identificar un número de órdenes 238 para un sistema 208 de control de vuelo asociado con un ala 204 del avión 202. En una variante, el número de órdenes 238 está configurado para hacer que el sistema 208 de control de vuelo mantenga una sustentación 222 del avión 202 durante una trayectoria deseada 224. En una alternativa, puede estar incluido un sistema de sensores 226 que tiene sensores 228 en el que los sensores 228 están configurados para generar información 232 y el módulo 220 de control de sustentación está configurado para identificar una velocidad aerodinámica actual 234 para el avión 202 utilizando la información 232. Aún en otra variante, el aparato está siendo configurado para identificar el cambio en la sustentación 222 en respuesta al cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236, el proceso 306 de compensación de cambio de sustentación está configurado para identificar el cambio en la sustentación 222 en respuesta al cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236 utilizando un peso del avión 202, una presión dinámica, la gravedad, un área de referencia del ala 204, y el cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236. Aún en otra variante, el módulo 220 de control de sustentación incluye al menos uno de entre hardware, software, y firmware.

Con referencia de nuevo a la presente descripción, se ha descrito un módulo 220 de control de sustentación que incluye un procesador 302 de órdenes de velocidad configurado para identificar un cambio esperado 312 en una velocidad aerodinámica 236 para un avión 202, un monitor 304 de cambio de velocidad aerodinámica configurado para identificar un cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236 para el avión 202 utilizando una velocidad aerodinámica actual 234 para el avión 202 y una velocidad aerodinámica previa identificada para el avión 202, en el que el cambio indeseado en la velocidad aerodinámica 236 para el avión 202 tiene en cuenta el cambio esperado 312 en la velocidad aerodinámica 236 para el avión 202. Además, un proceso 306 de compensación de cambio de sustentación puede estar configurado para identificar un cambio en una sustentación 222 para el avión 202 que corresponde al cambio indeseado en la velocidad aerodinámica (236) para el avión 202 identificado por el monitor 304 de cambio de velocidad aerodinámica. En una variante, el proceso 306 de compensación de cambio de sustentación está configurado para enviar el cambio en la sustentación 222 para el avión 202 a un sistema 208 de control de vuelo para el avión 202 en el que el sistema 208 de control de vuelo está configurado para cambiar una configuración 218 para un número de superficies de control 212 para el avión 202 para mantener la sustentación 222 para el avión 202 durante una trayectoria deseada 224.

Así, las diferentes realizaciones ventajosas proporcionan un método y aparato para controlar el vuelo de un avión. En una realización ventajosa, se identifica una velocidad aerodinámica del avión. Un número de órdenes para un sistema de control de vuelo asociado con un ala del avión es identificado en respuesta al cambio indeseado en la velocidad aerodinámica, en el que el número de órdenes esta configurado para hacer que el sistema de control de vuelo mantenga una sustentación del avión durante una trayectoria deseada. El número de órdenes puede ser enviado al sistema de control de vuelos para mantener la sustentación durante la trayectoria deseada.

Por una o más de las diferentes realizaciones ventajosas, la trayectoria deseada puede ser mantenida para el avión sin que un piloto u otro operador proporcionen una entrada para mantener la trayectoria deseada. De esta manera, una o más de las realizaciones ventajosas pueden compensar los cambios en la sustentación que pueden resultar de los cambios en la velocidad aerodinámica del avión. También, el piloto puede centrarse más en otras operaciones o tareas en la operación del avión.

La descripción de las diferentes realizaciones ventajosas ha sido presentada con propósitos de ilustración y descripción y no pretende ser exhaustiva o estar limitada a las realizaciones en la forma descrita. Muchas modificaciones y variaciones serán evidentes para los expertos en la técnica. Además, diferentes realizaciones ventajosas pueden proporcionar

diferentes ventajas en comparación a otras realizaciones ventajosas.

- 5 La realización o realizaciones seleccionadas son elegidas y descritas con el fin de explicar mejor los principios de las realizaciones, la aplicación práctica, y para permitir que otras personas distintas de los expertos en la técnica comprendan la descripción de distintas realizaciones con distintas modificaciones como adecuadas al uso particular contemplado.

REIVINDICACIONES

1. Un método para compensar las variaciones de la velocidad aerodinámica en el control del vuelo de un avión (202), comprendiendo el método:

identificar (604) un cambio indeseado en una velocidad aerodinámica (236) para el avión (202) utilizando una velocidad aerodinámica actual (234) para el avión (202) y una velocidad aerodinámica previa para el avión (202); **caracterizado por que** la identificación tiene en cuenta un cambio esperado (312) en la velocidad aerodinámica (236); y el método comprende además:

identificar (506) un número de órdenes (238) para un sistema (208) de control de vuelo asociado con un ala (204) del avión (202) en respuesta al cambio indeseado en la velocidad aerodinámica (236), en el que el número de órdenes (238) está configurado para hacer que el sistema (208) de control de vuelo mantenga una sustentación (222) del avión (202) durante una trayectoria deseada (224).

2. El método según la reivindicación 1 que comprende además:

enviar (508) el número de órdenes (238) al sistema (208) de control de vuelo.

3. El método según las reivindicaciones 1 ó 2, en el que la operación de identificar el número de órdenes (238) para el sistema (208) de control de vuelo asociado con el ala (204) del avión (202), en el que el número de órdenes (238) está configurado para hacer que el sistema (208) de control de vuelo mantenga la sustentación (222) del avión (202) durante la trayectoria deseada (224) comprende:

identificar un cambio en la sustentación (222) causado por el cambio indeseado en la velocidad aerodinámica (236); e identificar el número de órdenes (238) para el sistema (208) de control de vuelo asociado con el ala (204) del avión (202), en el que el número de órdenes (238) está configurado para hacer que el sistema (208) de control de vuelo contrarreste el cambio en la sustentación (222) del avión (202) causado por el cambio indeseado en la velocidad aerodinámica (236).

4. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el número de órdenes (238) está configurado para hacer que el sistema (208) de control de vuelo cambie una configuración (218) para un número de superficies de control (212).

5. El método según la reivindicación 4, en el que el cambio en la configuración (218) para el número de superficies de control (212) es un cambio simétrico con respecto a una línea central (114) que se extiende a través de un fuselaje (104) del avión (202).

6. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que el número de órdenes (238) es seleccionado a partir de al menos uno de entre un cambio en la sustentación (222) y un número de órdenes de posicionamiento para un número de superficies de control (212) en el sistema (208) de control de vuelo.

7. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, que comprende además:

identificar una velocidad aerodinámica actual (234) para el avión (202) utilizando la información (232) generada por un sistema (226) de sensores en el avión (202).

8. Un aparato que comprende:

un módulo (220) de control de sustentación configurado para identificar un cambio indeseado en una velocidad aerodinámica (236) para un avión (202) utilizando una velocidad aerodinámica actual (234) para el avión (202) y una velocidad aerodinámica previa para el avión (202); **caracterizado por que** el módulo (220) de control de vuelo tiene en cuenta un cambio esperado (312) en la velocidad aerodinámica (236) cuando identifica el cambio indeseado en una velocidad aerodinámica (236); y el módulo (220) de control de sustentación está además configurado para identificar un número de órdenes (238) para un sistema (208) de control de vuelo asociado con un ala (204) del avión (202), en el que el número de órdenes (238) está configurado para hacer que el sistema (208) de control de vuelo mantenga una sustentación (222) del avión (202) durante una trayectoria deseada (224).

9. El aparato según la reivindicación 8, en el que el módulo (220) de control de vuelo comprende:

un monitor (304) de cambio de velocidad aerodinámica configurado para identificar el cambio indeseado en la velocidad aerodinámica (236) utilizando la velocidad aerodinámica actual (234) y la velocidad aerodinámica previa para el avión (202); y un proceso (306) de compensación de cambio de sustentación en comunicación con el monitor (304) de cambio de

velocidad aerodinámica y configurado para recibir el cambio indeseado en la velocidad aerodinámica (236), identificar un cambio en la sustentación (222) en respuesta al cambio indeseado en la velocidad aerodinámica (236), e identificar el número de órdenes (238) configurado para hacer que el sistema (208) de control de vuelo mantenga la sustentación (222) del avión (202) durante la trayectoria deseada (224).

5 10. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 8 y 9 en el que el módulo (220) de control de vuelo comprende además:

10 un procesador (302) de órdenes de velocidad configurado para identificar el cambio esperado (312) en la velocidad aerodinámica (236) para el avión (202), en el que el monitor (304) de cambio de velocidad aerodinámica está configurado para identificar el cambio indeseado en la velocidad aerodinámica (236) utilizando la velocidad aerodinámica actual (234), la velocidad aerodinámica previa, y el cambio esperado (312) en la velocidad aerodinámica (236) para el avión (202).

15 11. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 8-10, que comprende además:

20 el sistema (208) de control de vuelo en el que el sistema (208) de control de vuelo está configurado para cambiar una configuración (218) de un número de superficies de control (212) sobre el avión (202) utilizando el número de órdenes (238) para mantener la sustentación (222) del avión (202) durante la trayectoria deseada (224).

12. El aparato según la reivindicación 11, en el que un cambio en la configuración (218) del número de superficies de control (212) es un cambio simétrico con respecto a una línea central (114) que se extiende a través de un fuselaje (104) del avión (202).

25 13. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 8-12, en el que el número de órdenes (238) es seleccionado a partir de al menos uno de entre un cambio en la sustentación (222) y un número de órdenes de posicionamiento para un número de superficies de control (212) en el sistema (208) de control de vuelo.

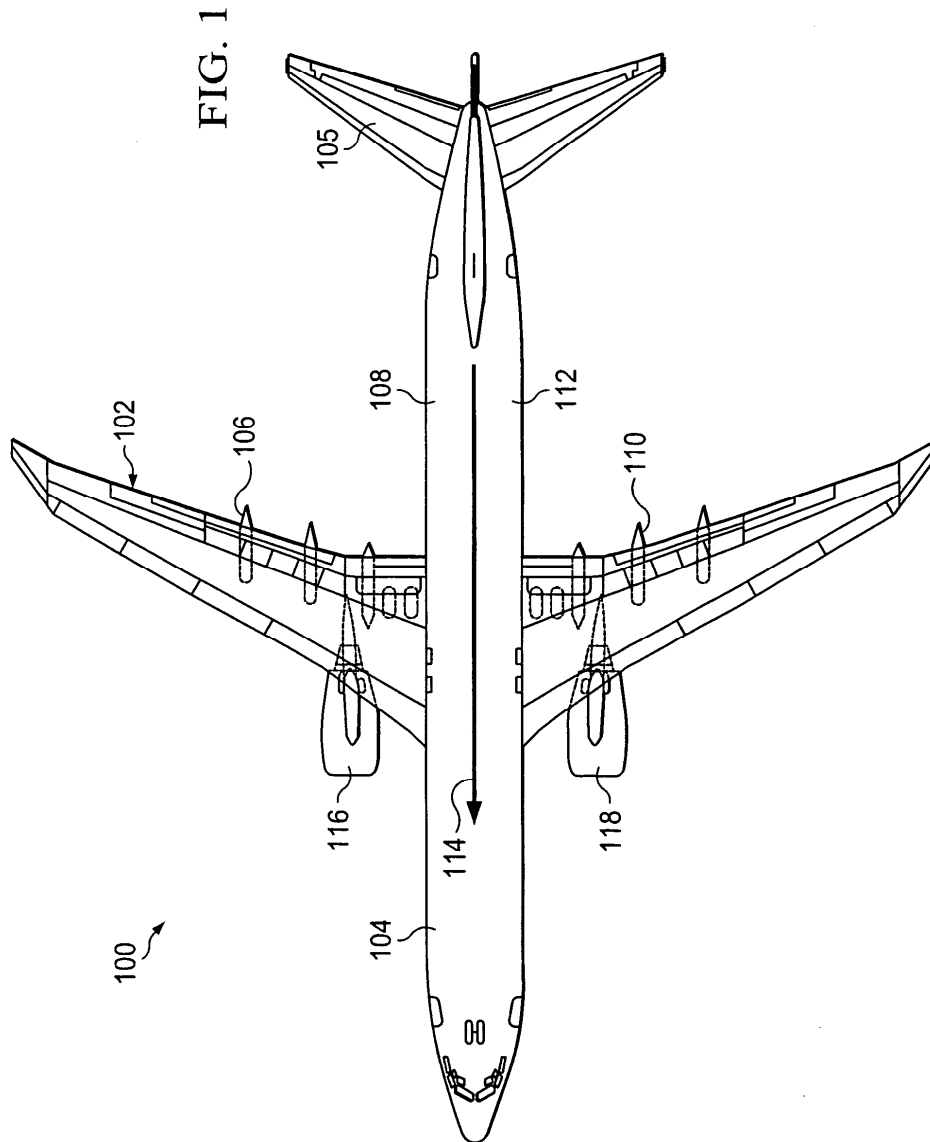
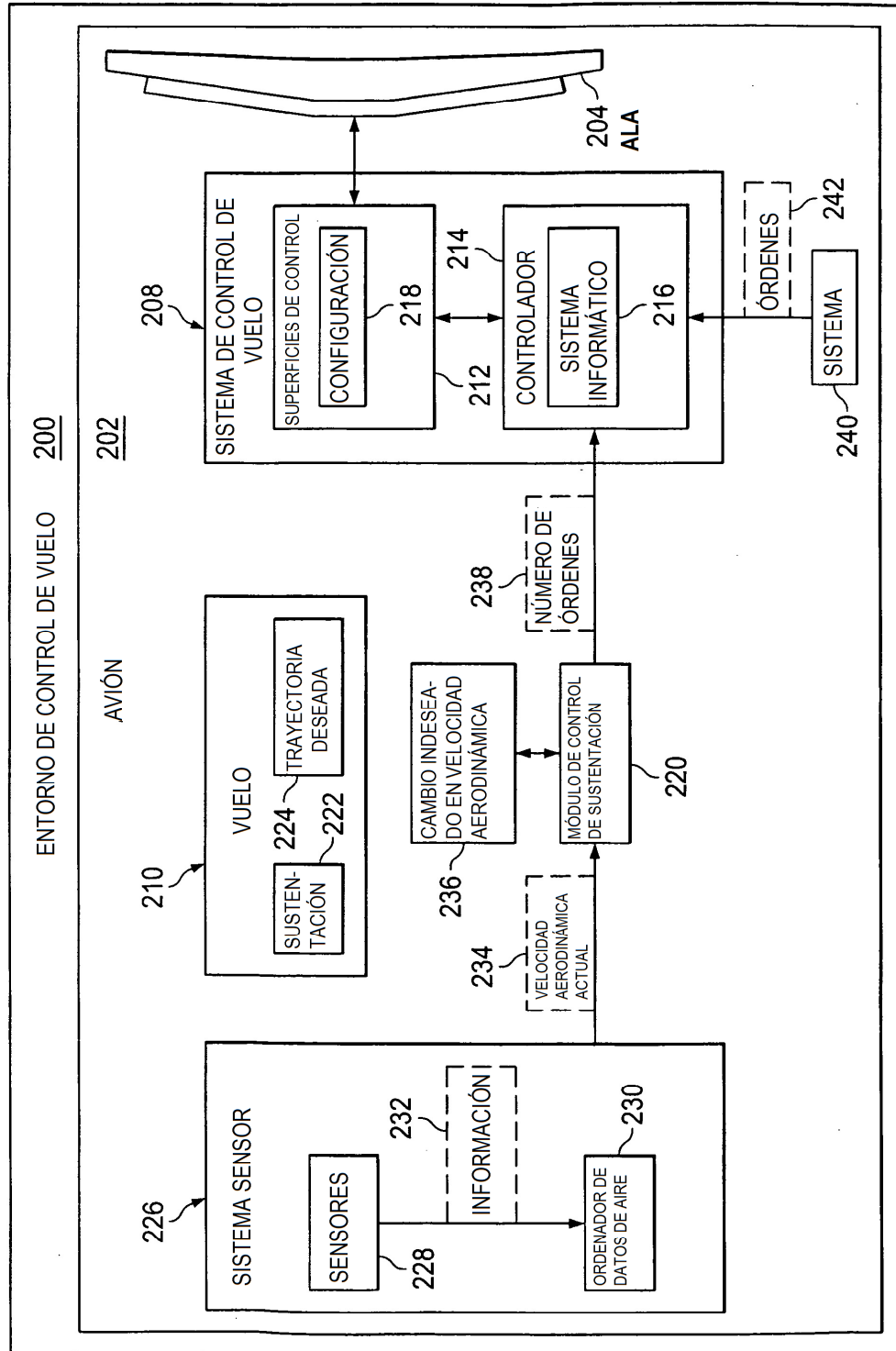
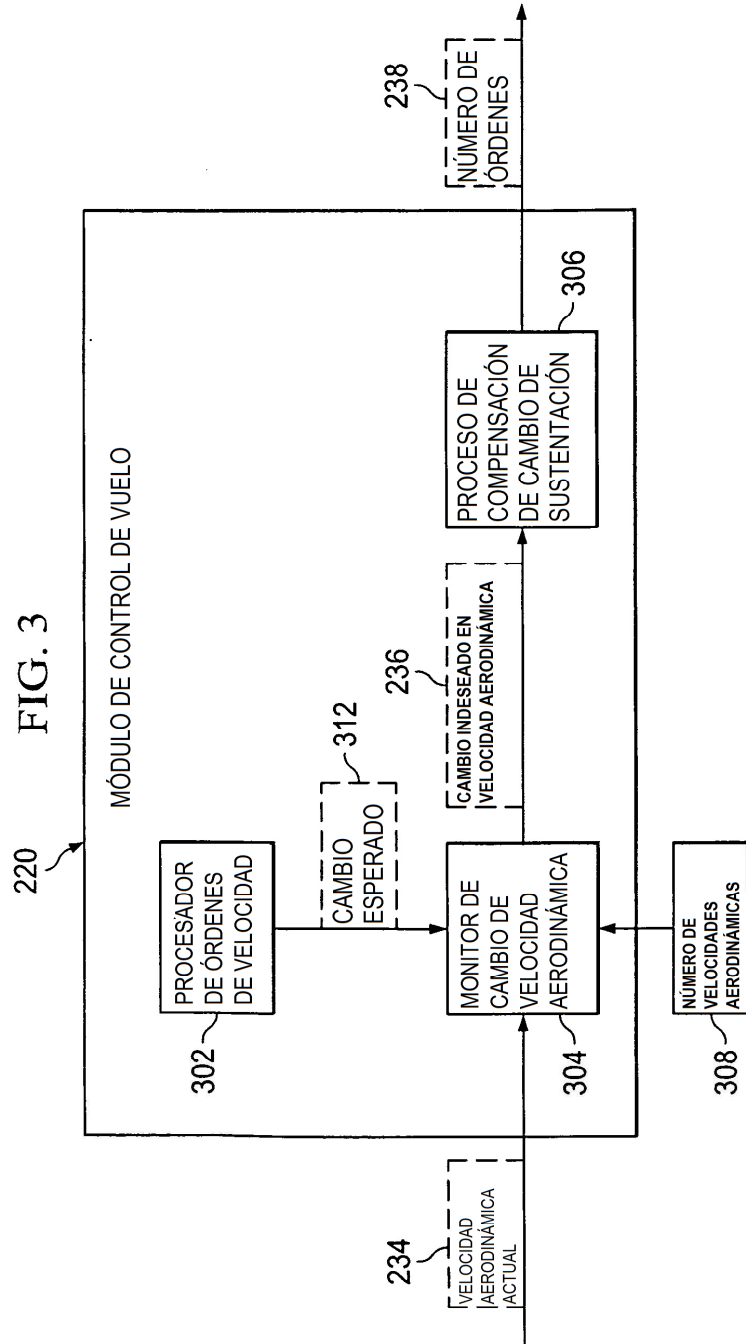
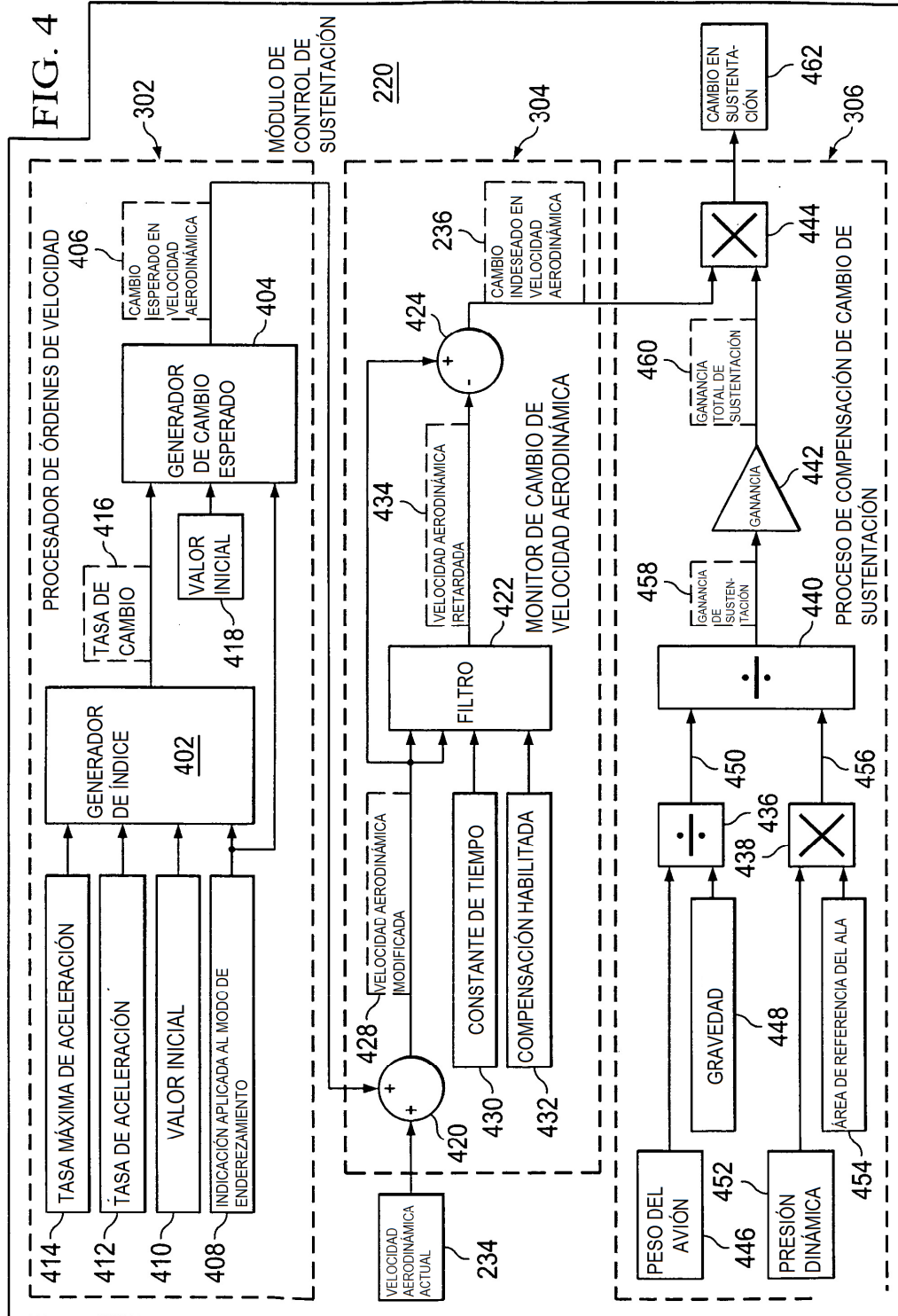


FIG. 2







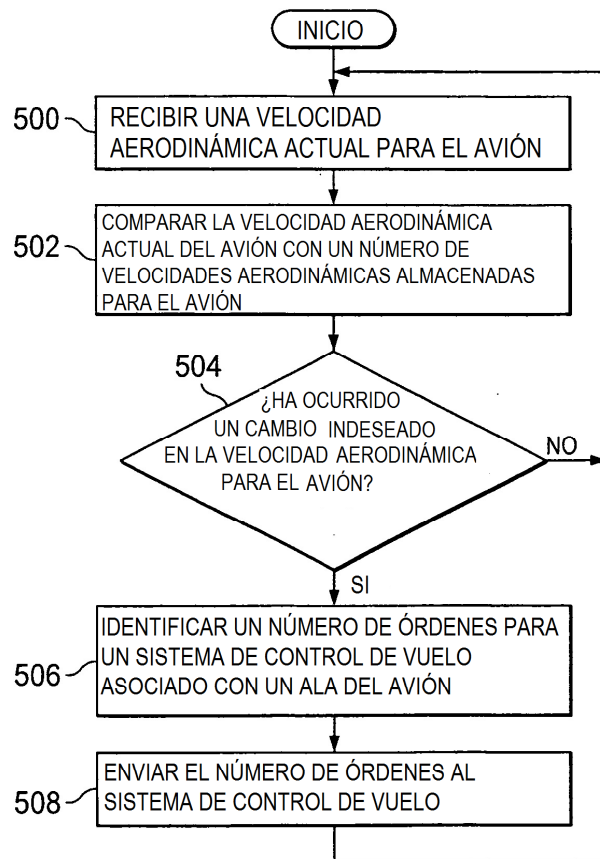


FIG. 5

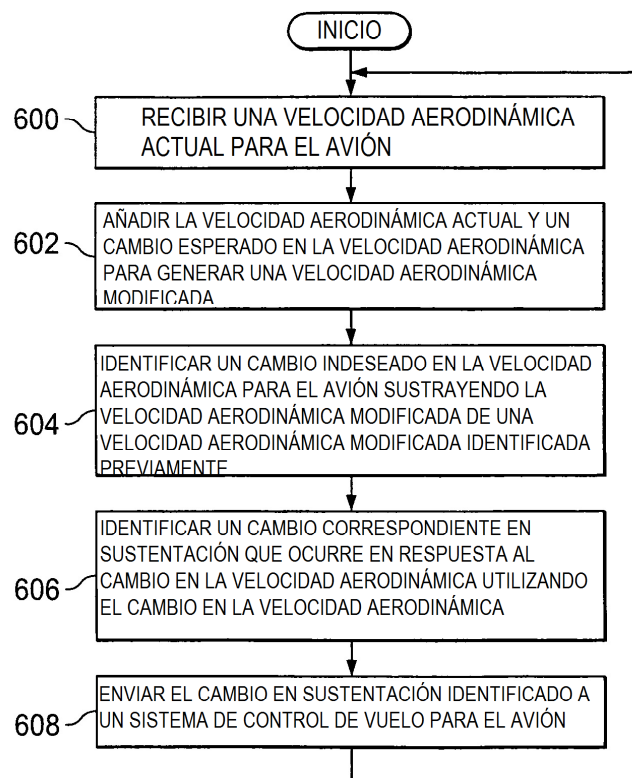


FIG. 6

FIG. 7

