

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 807 028**

51 Int. Cl.:

B64C 13/10 (2006.01)

B64C 13/12 (2006.01)

B64C 13/08 (2006.01)

G05G 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.03.2017 PCT/GB2017/050863**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.10.2017 WO17178791**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.03.2017 E 17715972 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.06.2020 EP 3443431**

54 Título: **Sistemas de control**

30 Prioridad:

11.04.2016 GB 201606077

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

19.02.2021

73 Titular/es:

**BAE SYSTEMS PLC (100.0%)
6 Carlton Gardens
London SW1Y 5AD, GB**

72 Inventor/es:

**DEE, JUSTIN, MARK y
BEAN, JASON, HOWARD**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 807 028 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

Sistemas de control

5 La presente invención se refiere a sistemas de control y es particularmente, aunque no exclusivamente, aplicable a palancas de control (a menudo denominadas "inceptores") para aeronaves, ala fija o ala giratoria.

10 Un piloto utiliza un inceptor típico para controlar el cabeceo y balanceo de una aeronave y a menudo se usa como parte de un sistema de vuelo por cable. El inceptor puede moverse en dos ejes con un movimiento de control de movimiento hacia adelante y hacia atrás de la aeronave y un giro de control de movimiento de lado a lado de la aeronave. Por el contrario de los diseños clásicos de la palanca de control, en los que las fuerzas que actúan sobre la aeronave durante el vuelo se transmiten a la palanca de control en forma de resistencia y desviación, no existe tal retroalimentación en los sistemas convencionales de vuelo por cable. Los inceptores pasivos modernos tienen una característica de sensación de fuerza fija proporcionada por resortes y amortiguadores. Los inceptores activos actuales están provistos de sistemas de control que se basan en un mecanismo de servoaccionamiento que incorpora sensores de fuerza y posición y motores de accionamiento para permitir que la sensación de fuerza característica del inceptor se modifique de forma continua durante el vuelo. El documento US5,446,666A1 divulga un sistema de control de aeronave con función de compensación automática.

20 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un sistema de control según la reivindicación 1 para una palanca de control accionada manualmente y para permitir que la palanca de control se asiente en una posición de compensación cuando un operador aplica fuerza cero a la palanca de control, el sistema de control que incluye:

25 un primer circuito que comprende un circuito sumador para recibir una primera señal representativa de una fuerza aplicada a la palanca de control por un operador y para recibir una segunda señal que representa al menos una señal de retroalimentación de fuerza y dispuesta para restar la segunda señal de la primera señal para proporcionar una tercera señal;

un segundo circuito que comprende un primer circuito integrador para recibir la tercera señal y dispuesto para derivar una señal de velocidad a partir del mismo;

30 un tercer circuito que comprende un segundo circuito integrador, que tiene un estado interno, para recibir la señal de velocidad y dispuesto para generar una señal de posición a partir del mismo, en el que el segundo integrador también recibe una señal de entrada de compensación representativa de la posición de compensación y está dispuesto para sumar la señal de entrada de compensación recibida con su estado interno para generar la señal de posición; y

35 un cuarto circuito, que contiene una característica predeterminada de mapeo de posición de fuerza, para recibir una señal de posición del segundo integrador y la señal de entrada de compensación y dispuesta para, cuando no se requiere operación de compensación, extraer un valor de fuerza correspondiente a la señal de posición recibida del característica de mapeo de posición de fuerza predeterminada y envía una señal de retroalimentación de fuerza al primer circuito representativo del valor de fuerza extraído, y cuando se requiere una operación de compensación, para modificar la característica de mapeo de posición de fuerza predeterminada mediante el desplazamiento de los valores de posición en la fuerza predeterminada característica de mapeo de posición en una cantidad igual a la posición de compensación representada por la señal de entrada de compensación recibida, y seleccione un valor de fuerza correspondiente a una señal de posición recibida de la característica de mapeo de posición de fuerza modificada y envíe una señal de retroalimentación de fuerza representativa del valor de fuerza seleccionado al primer circuito.

45 La señal de entrada de compensación puede ser una diferencia en el punto de compensación desde una última iteración.

50 En una realización preferente, el tercer circuito incluye un circuito limitador para limitar una magnitud de la señal de posición. La provisión de dicho circuito limitador puede asegurar que la señal de posición generada no sea tan alta como para hacer que el mecanismo de palanca de control supere sus límites mecánicos duros.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento para controlar una palanca de control accionada manualmente y para permitir que la palanca de control se asiente en una posición de compensación cuando un operador aplica fuerza cero a la palanca de control, el procedimiento incluye:

55 recibir una primera señal representativa de una fuerza aplicada a la palanca de control por un operador, recibir una segunda señal que representa al menos una señal de retroalimentación de fuerza, restar la segunda señal de la primera señal para proporcionar una tercera señal;

recibir la tercera señal y derivar una señal de velocidad a partir de esta;

60 recibir la señal de velocidad en un integrador que tiene un estado interno y sumar una señal de entrada de compensación recibida representativa de la posición de compensación con dicho estado interno y generar una señal de posición;

65 y recibir en un circuito que contiene una característica de mapeo de posición de fuerza predeterminada, la señal de posición y la señal de entrada de compensación y, cuando no se requiere una operación de compensación, extraer un valor de fuerza correspondiente a la señal de posición recibida de la característica de mapeo de posición de fuerza predeterminada y emitir una señal de retroalimentación de fuerza representativa del valor de fuerza

5 extraído, y cuando se requiere una operación de compensación, modificar la característica de mapeo de posición de fuerza predeterminada mediante el desplazamiento de los valores de posición en la característica de mapeo de posición de fuerza predeterminada en una cantidad igual a la posición de compensación representada mediante la señal de entrada de compensación recibida, y seleccionando un valor de fuerza correspondiente a una señal de posición recibida de la característica de mapeo de posición de fuerza modificada y emitiendo una señal de retroalimentación de fuerza representativa del valor de fuerza seleccionado.

10 Ventajosamente, un sistema y procedimiento de control de acuerdo con la invención permite que una palanca de control se asiente en una posición de compensación o punto nulo de fuerza cero, mientras el operador realiza una operación de compensación, sin introducir ninguna vibración perceptible o 'zumbido' de la palanca de control durante el período de ajuste.

15 De acuerdo con un cuarto aspecto de la invención, se proporciona un producto de programa de ordenador tangible que tiene un código de programa de computadora ejecutable almacenado en él para su ejecución por un procesador para realizar procedimientos de acuerdo con la invención.

20 El producto de programa de ordenador tangible puede comprender al menos uno de un grupo que consiste en: un disco duro, un CD-ROM, un dispositivo de almacenamiento óptico, un dispositivo de almacenamiento magnético, una memoria de solo lectura, una memoria de solo lectura programable, una memoria de solo lectura programable y borrrable, una memoria de solo lectura programable y borrrable eléctricamente y una memoria flash.

Otros aspectos de la invención comprenden un sistema inceptor que incluye una palanca de control y un sistema de control de acuerdo con la primera realización y una aeronave que incorpora dicho sistema inceptor.

25 Estos y otros aspectos, características y ventajas de la invención serán evidentes y se aclararán con referencia a las realizaciones descritas a continuación.

30 Ahora se describirán más detalles, aspectos y realizaciones de la invención, solo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos. Los elementos en las figuras se ilustran para la simplicidad y claridad y no necesariamente se han dibujado a escala. Se han incluido números de referencia similares en los dibujos respectivos para facilitar la comprensión.

La Figura 1 es un diagrama de bloques esquemático simplificado que muestra un ejemplo de sistema inceptor;
La Figura 2 es un diagrama de bloques esquemático simplificado de un ejemplo de sistema de control sin entrada de compensación;

35 La Figura 3 es un gráfico que muestra una característica de mapeo de posición de fuerza;

La Figura 4 es un diagrama de bloques esquemático simplificado de un ejemplo de sistema de control con entrada de compensación de acuerdo con una realización de la invención; y

La Figura 5 es un gráfico que muestra una característica de mapeo de posición de fuerza desplazada para tener en cuenta una posición de compensación.

40 La Figura 1 muestra un diagrama de bloques esquemático de un sistema inceptor 100 que está acoplado a un sistema de control de vuelo 101, estando ambos sistemas incorporados en una aeronave 102. Un inceptor 103 está acoplado a un conjunto 104 de dos grados de libertad adecuado que permite que el inceptor 103 se mueva hacia adelante y hacia atrás y de lado a lado. Convencionalmente, un movimiento hacia adelante y hacia atrás del inceptor 103 controla el paso de la aeronave y un movimiento de lado a lado del inceptor controla el balanceo de la aeronave. El inceptor 103 incluye una empuñadura manual 105 en la que está montado un interruptor de compensación 106. El interruptor de compensación se puede mover (por un operador, usando el pulgar, por ejemplo) en direcciones de lado a lado y hacia adelante y hacia atrás para compensar el balanceo y la inclinación respectivamente.

50 Como es convencional, el sistema inceptor 100 puede suministrar señales representativas de los comandos de cabeceo y balanceo de la aeronave al sistema de control de vuelo 101. Dichos comandos de aeronaves pueden derivarse utilizando dispositivos y técnicas adecuados. Generalmente, dichos comandos están relacionados con la posición angular del inceptor 103. En el ejemplo de la Figura 1, un conjunto de sensor de posición 107 está acoplado al inceptor 103 y detecta el desplazamiento angular del inceptor 103 en ambas direcciones hacia adelante y hacia atrás y de lado a lado. El conjunto del sensor de posición 107 suministra señales al sistema de control de vuelo 101 que a su vez proporciona señales de control en la línea de salida 108 a los actuadores que controlan las superficies de vuelo de la aeronave 102 y también suministra una señal de posición a un sistema de control de motor 109. El sistema de control de vuelo 101 también recibe señales de entrada de compensación en línea en 110 desde el interruptor de compensación 106 y proporciona una señal de salida (compensación Delta) a un sistema de control 111.
60 La señal de compensación delta es una señal de posición de compensación que es la diferencia en un punto de compensación (en cabeceo o balanceo) desde la última iteración que se ejecuta en el sistema de control de vuelo 101

También se proporciona un sensor de fuerza 112 y se acopla al inceptor 103 para detectar una fuerza de entrada aplicada al inceptor 103 por el piloto. Se suministra una salida del sensor de fuerza al sistema de control 111. El sistema de control 111 emite señales de posición y velocidad (derivadas de las señales proporcionadas por el sensor de fuerza 112) al sistema de control del motor 109. El sistema de control del motor 109 emite una señal de

accionamiento a un motor 113 que está acoplado al inceptor 103. El sistema de control 111 y el sistema de control del motor 109 acoplados al mismo sirven para conducir el motor 113 de modo que el inceptor 103 se mueve (por el motor) a una posición deseada que depende de la fuerza ejercida sobre el inceptor 103 por un operador. Por lo tanto, la acción del motor también proporciona una sensación de fuerza característica para el operador (piloto).

El sistema de control 111 se configura para simular un sistema Masa-Resorte-Amortiguador (MSD) de segundo orden. Tales sistemas MSD son conocidos y se describen en la literatura. Ver por ejemplo http://www.cds.caltech.edu/~murray/books/AM08/pdf/am08-modeling_19Jul11.pdf.

La Figura 2 es un diagrama de bloques simplificado que ilustra los componentes que comprenden el sistema de control 111 de la Figura 1 y sin ninguna entrada de compensación. Dos de tales sistemas de control pueden implementarse en el sistema inceptor 100 de la Figura 1, uno para balanceo y otro para cabeceo. El sistema de control 200 de la Figura 2 usa tres parámetros de función MSD, es decir, inercia, amortiguación y gradiente para proporcionar una señal de salida de posición del modelo. El sistema de control 200 usa una señal de entrada (en la línea 201), representativa de una fuerza aplicada por un operador al inceptor 103, para generar una señal de 'posición' de retroalimentación (o 'posición de modelo') en la línea de salida 202 y también una velocidad señal en la línea 203, que pueden ser utilizadas por el sistema de control del motor 109 (junto con una entrada de posición desde el sistema de control de vuelo 101) para generar una señal de demanda para conducir el motor 113 (y, por lo tanto, el inceptor) a la posición deseada que depende de la fuerza aplicada por el piloto al inceptor 103.

Una señal de entrada de fuerza 'F' representada por la casilla numerada 204 en la Figura 2 es ingresada manualmente en el inceptor 103 de la Figura 1 por un operador y la señal que representa esta fuerza del operador es ingresada en un primer circuito sumador 205. El primer circuito sumador 205 también recibe otras dos entradas y su generación y efecto se explicarán más abajo. Estas otras dos entradas se restan realmente de la entrada de fuerza F para proporcionar una señal de entrada de fuerza modificada en la línea 206 que se alimenta a una entrada de un circuito de ganancia (1/inercia) 207. El circuito de ganancia (1/inercia) 207 opera de manera convencional y emite una señal que representa una aceleración del inceptor 103. Una salida del circuito de ganancia (1/inercia) 207 se alimenta luego a través de un primer integrador 208 que emite una señal en la línea 203 que representa una velocidad. La señal de velocidad se alimenta a través de un circuito de ganancia de fuerza de amortiguación 209 cuya salida se alimenta al primer circuito sumador 205. La señal de velocidad también se alimenta a un segundo integrador 210 que emite una señal en la línea 202 que representa una posición. La salida del segundo integrador 210 proporciona la salida del sistema de control 200 en la línea 202 y también se alimenta a un circuito 211 de ganancia de fuerza de gradiente cuya salida se alimenta al primer circuito sumador 204.

El circuito de ganancia de fuerza de gradiente 211 se configura para calcular una fuerza de gradiente de acuerdo con una compleja serie de coordenadas que definen una característica de mapeo predeterminada desde la posición (es decir, desplazamiento angular del inceptor) hasta la fuerza. La Figura 3 muestra un ejemplo de dicha característica de mapeo (curva 301) donde la abscisa se relaciona con los desplazamientos angulares negativos y positivos del inceptor (es decir; movimientos hacia adelante y hacia atrás que representan el tono, por ejemplo) y la ordenada representa la fuerza (positiva cuando mover el inceptor hacia adelante; y negativo al mover el inceptor en una dirección hacia atrás) que el piloto debe ejercer sobre el inceptor para lograr un desplazamiento particular (positivo o negativo). La característica de mapeo puede estar predeterminada por el sistema de control de vuelo 101 y determina la "sensación" para el piloto cuando opera el inceptor 103. Las coordenadas 302 pueden almacenarse en una tabla de búsqueda incorporada en el circuito 211 de ganancia de fuerza de gradiente. Por lo tanto, el circuito 211 de ganancia de fuerza de gradiente toma una posición de salida de la salida del segundo integrador 210, pasa la posición a través de la tabla de coordenadas de búsqueda (de la figura 3, por ejemplo), y genera la fuerza correspondiente en el circuito sumador 205.

El primer circuito sumador 205, el primer integrador 208, el segundo integrador 210, el circuito de ganancia de fuerza de amortiguación 209 y el circuito de control de ganancia de fuerza de gradiente 211 se comportan como un sistema MSD de segundo orden. El sistema de control del motor 109 conducirá el inceptor a la posición deseada en dependencia de la fuerza aplicada y si el piloto libera la fuerza en el inceptor para que la contribución de la señal de entrada en la línea 201 a las fuerzas sumadas en el verano 205 sea cero, entonces el motor conducirá el inceptor nuevamente a una posición nula. Una función típica de MSD se establecerá en una posición cero (o nula) cuando el operador aplica fuerza cero. Sin embargo, a menudo se requiere que el punto nulo de fuerza cero de la función MSD se asiente en un desplazamiento distinto de cero, conocido como la 'posición de compensación'. Por lo tanto, el sistema de control 111 puede modificarse para permitir que el inceptor se asiente en un desplazamiento distinto de cero, o en una "posición de compensación" cuando se aplica fuerza cero. Una forma de hacerlo es implementar una función de compensación proporcionando una fuerza de desplazamiento artificial del operador, calculada a partir de una posición de compensación transmitida y las coordenadas de posición de fuerza, que a su vez acelera el inceptor (mantenido por el operador). Esto implica sumar un término de compensación derivado de una salida del interruptor de compensación 106 con la salida de posición del segundo integrador 210 y luego alimentar la suma al circuito de ganancia de fuerza de gradiente 211. Sin embargo, la respuesta del inceptor, por lo tanto, incluye la dinámica del sistema MSD de 2^{do} orden. Esto puede dar como resultado una sensación de tipo "zumbido" desagradable en la empuñadura del inceptor 105 cuando el punto de compensación se ajusta dinámicamente. Ahora se describirá una disposición alternativa que no sufre esta sensación de tipo 'zumbido' con referencia a la Figura 4.

La Figura 4 es un diagrama de bloques simplificado que muestra un sistema de control modificado que tiene algunas características en común con el sistema de control de la Figura 2 pero que incluye un medio para incorporar un ajuste de compensación. Los componentes similares han recibido los mismos números de referencia. Dos de tales sistemas de control pueden implementarse en el sistema inceptor de la Figura 1 para proporcionar señales de posición del modelo tanto para balanceo como para cabeceo.

De manera similar al sistema de control de la Figura 2, el sistema de control 400 de la Figura 4 usa una señal de entrada (en la línea 201), representativa de una fuerza aplicada por un operador al inceptor 103, para generar una señal de 'posición' de retroalimentación (o 'posición del modelo') en la línea de salida 202 y también una señal de velocidad en la línea 203, que pueden ser utilizadas por el sistema de control del motor 109 (junto con una entrada de posición del sistema de control de vuelo 101) para generar una señal de demanda para conducir el motor 113 (y, por lo tanto, el inceptor) a una posición deseada que depende de la fuerza aplicada por el piloto al inceptor 103. Sin embargo, el sistema de control de la Figura 4 también es capaz de permitir que el inceptor 103 se compense en base a una señal de compensación del interruptor de compensación 106 accionada manualmente (ver Figura 1).

Una señal de entrada de fuerza 'F' representada por la casilla numerada 204 en la Figura 4 es ingresada manualmente en el inceptor 103 de la Figura 1 por un operador y la señal que representa esta fuerza del operador es ingresada en un primer circuito sumador 205. El primer circuito sumador 205 también recibe otras dos entradas. Estas otras dos entradas se restan de la entrada de fuerza F para proporcionar una señal de entrada de fuerza modificada en la línea 206 que se alimenta a una entrada de un circuito de ganancia (1/inercia) 207. El circuito de ganancia (1/inercia) 207 opera de manera convencional y emite una señal que representa una aceleración del inceptor 103. Una salida del circuito de ganancia (1/inercia) 207 se alimenta luego a través de un primer integrador 208 que emite una señal en la línea 203 que representa una velocidad. La señal de velocidad se alimenta a través de un circuito de ganancia de fuerza de amortiguación 209 cuya salida se alimenta al primer circuito sumador 205. La señal de velocidad también se alimenta a un segundo integrador 401. Un estado de posición interna del segundo integrador (en la línea 402) se suma en un verano 403 con una entrada 'compensación delta'. Una salida del verano 403 pasa a través de un circuito limitador 404 y vuelve al segundo integrador 401. La salida del segundo integrador en la línea 202 es, por lo tanto, una señal de posición de modelo modificada. La salida del segundo integrador 401 que proporciona la salida del sistema de control 400 en la línea 202 también se alimenta a un módulo funcional 405 que contiene una tabla de consulta LUT 406. El módulo funcional 405 también recibe la entrada de compensación delta en la línea 407. La tabla de consulta 406 contiene una característica de mapeo de desplazamiento de fuerza de las coordenadas, por ejemplo, como se describió anteriormente con referencia a la Figura 3. Cuando no se lleva a cabo ningún procedimiento de compensación, el módulo funcional 405 puede comportarse de la misma manera que el circuito de ganancia de fuerza de gradiente 211 divulgado anteriormente. Su funcionamiento cuando se va a realizar una compensación se describirá más abajo.

La entrada de compensación delta en la línea 407 se define como la diferencia (o cambio) en el punto de compensación (en cabeceo o balanceo) de su valor en el último marco de iteración que se ejecuta en el sistema de control de vuelo 101. La compensación delta puede calcularse en el sistema de control de lucha 191 a partir de las señales de entrada proporcionadas por el interruptor de compensación 106. Por ejemplo, el sistema de control de vuelo 101 puede calcular una posición de compensación deseada y, por lo tanto, cambios incrementales en una posición de compensación deseada por cuadro de iteración. Al agregar la compensación delta al estado de posición interno (o estado almacenado) del segundo integrador 401, el sistema de control 400 incrementa o disminuye la posición actual del modelo (en la línea 202) en dependencia de la forma en que el punto de compensación se está moviendo actualmente. Simultáneamente, el mapeo de coordenadas de posición de fuerza en el módulo funcional 405 también se mueve de acuerdo con la compensación delta. Esto se realiza en el módulo funcional 405 ajustando las coordenadas almacenadas leídas de la tabla de búsqueda 406 de acuerdo con la entrada de compensación delta en la línea 407.

La Figura 5 muestra cómo las coordenadas pueden desplazarse desde una curva 501 que representa las coordenadas almacenadas a una segunda curva 502 que representa los valores de coordenadas desplazados por una cantidad (que puede ser en una dirección positiva o negativa) dictada por la compensación delta. El módulo funcional 405 luego emite el valor apropiado para la fuerza que corresponde al valor de posición del modelo actual tal como se recibe del segundo integrador 401. Como el estado de posición interno y las coordenadas de fuerza de posición se desplazan en la misma cantidad, esto no genera ninguna fuerza como resultado de que el modelo (representado por el sistema de control 400) se mueva a una nueva posición debido a cualquier entrada de compensación. El efecto de mover todo el conjunto de coordenadas y el efecto de la compensación delta en la entrada de posición del modelo asegura que la salida del módulo funcional 405 no cambie desde su último valor.

Este procedimiento de compensación mueve el estado de posición interna del sistema MSD de 2^{do} orden al mismo tiempo que las coordenadas de posición de fuerza, lo que resulta en que no se apliquen fuerzas a la inercia del modelo MSD. Esto resulta en que no se superpone la dinámica de 2^{do} orden a la sensación del inceptor al ajustar dinámicamente la posición de compensación y, por lo tanto, la ausencia de una sensación de zumbido indeseable que entra por la empuñadura del inceptor.

El propósito del limitador 404 (ver Figura 4), que es una característica opcional, es el siguiente. Si la salida del segundo integrador 401 es mayor o igual que el rango operativo positivo del inceptor (o menor o igual que el rango operativo negativo del inceptor), la señal de compensación delta no se suma con el último estado interno del segundo integrador 401. Si no se alcanza ninguno de los rangos operativos del inceptor, entonces el límite no se aplica y se suma la señal de compensación delta

Aunque los ejemplos específicos se han divulgado con referencia a palos de control para aeronaves, se debe entender que los principios divulgados en la presente memoria pueden ser igualmente aplicables a otro tipo de vehículos y maquinaria.

La funcionalidad de procesamiento de señal de las realizaciones de la invención, particularmente el segundo integrador 401 y el módulo funcional 405 se puede lograr usando sistemas informáticos o arquitecturas conocidas por los expertos en la técnica relevante. Sistemas de computación tales como una ordenador de escritorio, portátil o portátil, dispositivo de computación portátil (PDA, teléfono celular, ordenador de bolsillo, etc.), mainframe, servidor, cliente o cualquier otro tipo de dispositivo informático de propósito especial o general, según sea se puede usar deseable o apropiado para una aplicación o entorno dado. El sistema informático puede incluir uno o más procesadores que pueden implementarse utilizando un motor de procesamiento de propósito general o especial como, por ejemplo, un microprocesador, microcontrolador u otro módulo de control.

El sistema informático también puede incluir una memoria principal, como la memoria de acceso aleatorio (RAM) u otra memoria dinámica, para almacenar información e instrucciones que debe ejecutar un procesador. Dicha memoria principal también puede usarse para almacenar variables temporales u otra información intermedia durante la ejecución de las instrucciones que debe ejecutar el procesador. El sistema informático también puede incluir una memoria de solo lectura (ROM) u otro dispositivo de almacenamiento estático para almacenar información estática e instrucciones para un procesador.

El sistema informático también puede incluir un sistema de almacenamiento de información que puede incluir, por ejemplo, una unidad de medios y una interfaz de almacenamiento extraíble. La unidad de medios puede incluir una unidad u otro mecanismo para soportar medios de almacenamiento fijos o extraíbles, como una unidad de disco duro, una unidad de disquete, una unidad de cinta magnética, una unidad de disco óptico, un disco compacto (CD) o una unidad de video digital (DVD) unidad de lectura o escritura (R o RW) u otra unidad de medios extraíble o fija. Los medios de almacenamiento pueden incluir, por ejemplo, un disco duro, disquete, cinta magnética, disco óptico, CD o DVD u otro medio fijo o extraíble que se lee y escribe en la unidad de medios. Los medios de almacenamiento pueden incluir un medio de almacenamiento legible por ordenador que tiene software de ordenador particular o datos almacenados en el mismo.

En realizaciones alternativas, un sistema de almacenamiento de información puede incluir otros componentes similares para permitir la carga de programas informáticos u otras instrucciones o datos en el sistema informático. Dichos componentes pueden incluir, por ejemplo, una unidad de almacenamiento extraíble y una interfaz, como un cartucho de programa y una interfaz de cartucho, una memoria extraíble (por ejemplo, una memoria flash u otro módulo de memoria extraíble) y una ranura de memoria, y otras unidades de almacenamiento extraíbles e interfaces que permiten transferir software y datos desde la unidad de almacenamiento extraíble al sistema informático.

El sistema informático también puede incluir una interfaz de comunicaciones. Dicha interfaz de comunicaciones se puede utilizar para permitir la transferencia de software y datos entre un sistema informático y dispositivos externos. Los ejemplos de interfaces de comunicaciones pueden incluir un módem, una interfaz de red (como una tarjeta Ethernet u otra tarjeta NIC), un puerto de comunicaciones (como, por ejemplo, un puerto de bus serie universal (USB)), una ranura y tarjeta PCMCIA, etc. El software y los datos transferidos a través de una interfaz de comunicaciones tienen la forma de señales que pueden ser electrónicas, electromagnéticas y ópticas u otras señales que pueden ser recibidas por un medio de interfaz de comunicaciones.

En este documento, los términos 'producto de programa de ordenador', medio legible por ordenador 'y similares pueden usarse generalmente para referirse a medios tangibles tales como, por ejemplo, una memoria, dispositivo de almacenamiento o unidad de almacenamiento. Estas y otras formas de medios legibles por ordenador pueden almacenar una o más instrucciones para el uso del procesador que comprende el sistema informático para hacer que el procesador realice operaciones específicas. Dichas instrucciones, generalmente denominadas "código de programa de ordenador" (que pueden agruparse en forma de programas informáticos u otras agrupaciones), cuando se ejecutan, permiten que el sistema informático realice funciones de realizaciones de la presente invención. Tenga en cuenta que el código puede provocar directamente que un procesador realice operaciones específicas, se compile para hacerlo y/o se combine con otros elementos de software, hardware y/o firmware (por ejemplo, bibliotecas para realizar funciones estándar) para hacerlo.

En una realización donde los elementos se implementan usando software, el software puede almacenarse en un medio legible por ordenador y cargarse en un sistema informático usando, por ejemplo, una unidad de almacenamiento extraíble. Un módulo de control (en este ejemplo, instrucciones de software o código de programa de ordenador ejecutable), cuando lo ejecuta el procesador en el sistema informático, hace que un procesador realice las funciones de la invención tal como se describe en la presente memoria.

5 Además, el concepto inventivo puede aplicarse a cualquier circuito para realizar la funcionalidad de procesamiento de señal dentro de un elemento de red. Se prevé además que, por ejemplo, un fabricante de semiconductores puede emplear el concepto inventivo en un diseño de un dispositivo independiente, como un microcontrolador de un procesador de señal digital (DSP) o un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC) y/o cualquier otro elemento del subsistema.

10 Se apreciará que, por motivos de claridad, la divulgación anterior ha divulgado realizaciones de la invención con referencia a una única lógica de procesamiento. Sin embargo, el concepto inventivo puede implementarse igualmente por medio de una pluralidad de unidades funcionales y procesadores diferentes para proporcionar la funcionalidad de procesamiento de señal. Por lo tanto, las referencias a unidades funcionales específicas solo deben verse como referencias a medios adecuados para proporcionar la funcionalidad descrita, en lugar de ser indicativas de una estructura u organización lógica o física estricta.

15 Los aspectos de la invención pueden implementarse en cualquier forma adecuada que incluya hardware, software, firmware o cualquier combinación de estos. La invención puede implementarse opcionalmente, al menos en parte, como software de ordenador que se ejecuta en uno o más procesadores de datos y/o procesadores de señales digitales o componentes de módulos configurables tales como dispositivos FPGA. Por lo tanto, los elementos y componentes de una realización de la invención pueden implementarse física, funcional y lógicamente de cualquier
20 manera adecuada. De hecho, la funcionalidad puede implementarse en una sola unidad, en una pluralidad de unidades o como parte de otras unidades funcionales.

Aunque la presente invención se ha divulgado en conexión con algunas realizaciones, no se pretende que se limite a la forma específica establecida en la presente memoria. Más bien, el ámbito de la presente invención está limitado
25 solo por las reivindicaciones adjuntas.

Además, aunque se enumeran individualmente, se pueden implementar una pluralidad de medios, elementos o pasos de procedimiento, por ejemplo, por una sola unidad o procesador.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de control (400) para una palanca de control accionada manualmente (103) y para permitir que la palanca de control (103) se asiente en una posición de compensación cuando un operador aplica fuerza cero a la palanca de control (103), el sistema de control (400) que incluye:
- 5 un primer circuito que comprende un circuito sumador (205) dispuesto para recibir una primera señal representativa de una fuerza aplicada a la palanca de control por un operador y para recibir una segunda señal que representa al menos una señal de retroalimentación de fuerza y dispuesta para restar la segunda señal de la primera señal para proporcionar una tercera señal;
- 10 un segundo circuito que comprende un primer circuito integrador (208) dispuesto para recibir la tercera señal y dispuesto para derivar una señal de velocidad a partir de esta;
- un tercer circuito que comprende un segundo circuito integrador (401) que tiene un estado almacenado interno, en el que el tercer circuito está dispuesto para recibir la señal de velocidad y dispuesto para generar una señal de posición a partir de esta, en el que el segundo circuito integrador también está dispuesto para recibir un señal de entrada de compensación representativa de la posición de compensación y dispuesto para sumar la señal de entrada de compensación recibida con su estado almacenado interno para generar la señal de posición; y
- 15 un cuarto circuito (405) que contiene valores que definen una característica predeterminada de mapeo de posición de fuerza (406), en el que el cuarto circuito (405) está dispuesto para recibir una señal de posición desde el segundo integrador y la señal de entrada de compensación y está dispuesto para, cuando no se requiere operación de compensación, extraer un valor de fuerza correspondiente a la señal de posición recibida de la característica predeterminada de mapeo de posición de fuerza y enviar una señal de retroalimentación de fuerza al primer circuito representativa del valor de fuerza extraído, y cuando se requiera una operación de compensación, modificar la característica de mapeo de posición de fuerza predeterminada mediante el desplazamiento, los valores de posición en la característica de mapeo de posición de fuerza predeterminada en una cantidad igual a la posición de compensación representada por la señal de entrada de compensación recibida, y seleccionar un valor de fuerza correspondiente a una señal de posición recibida de la característica de mapeo de posición de fuerza modificada y emitir una señal de retroalimentación de fuerza representativa del valor de fuerza seleccionado para el primer
- 20 circuito, en el que el sistema de control (400) está dispuesto para que los valores de posición que definen la característica de mapeo de posición de fuerza predeterminada contenidos en el cuarto circuito (405) se desplacen de acuerdo con la señal de entrada de compensación, y simultáneamente con el segundo integrador (401) sumar la señal de entrada de compensación con dicho estado almacenado interno del segundo circuito integrador (401).
2. El sistema de control (400) de la reivindicación 1 en el que la señal de entrada de compensación es una diferencia en el punto de compensación desde una última iteración.
- 35 3. El sistema de control (400) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el tercer circuito incluye un circuito limitador para limitar una magnitud de la señal de posición.
4. El sistema de control (400) de cualquier reivindicación precedente que incluye un quinto circuito para recibir la señal de velocidad y dispuesto para derivar una señal de retroalimentación de fuerza adicional a partir de esta para su aplicación al circuito sumador.
- 40 5. El sistema de control (400) de la reivindicación 4 configurado como un sistema Masa-Resorte-Amortiguador de segundo orden.
- 45 6. Un sistema inceptor (400) para una aeronave que incluye una palanca de control y el sistema de control de cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 5.
7. Una aeronave que incluye el sistema inceptor de la reivindicación 6.
- 50 8. Un procedimiento que usa el sistema de control (400) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 para controlar una palanca de control accionada manualmente (103) y para permitir que la palanca de control (103) se asiente en una posición de compensación cuando se aplica fuerza cero a la palanca de control por un operador, el procedimiento incluye:
- 55 recibir una primera señal representativa de una fuerza aplicada a la palanca de control por un operador, recibir una segunda señal que representa al menos una señal de retroalimentación de fuerza, restar la segunda señal de la primera señal para proporcionar una tercera señal;
- recibir la tercera señal y derivar una señal de velocidad a partir de esta;
- recibir la señal de velocidad en un integrador que tiene un estado almacenado interno y sumar una señal de entrada de compensación recibida representativa de la posición de compensación con dicho estado almacenado interno y generar una señal de posición; y
- 60 recibir en un circuito que contiene una característica de mapeo de posición de fuerza predeterminada, la señal de posición y la señal de entrada de compensación y, cuando no se requiere una operación de compensación, extraer un valor de fuerza correspondiente a la señal de posición recibida de la característica de mapeo de posición de fuerza predeterminada y emitir una señal de retroalimentación de fuerza representativa del valor de fuerza extraído y, cuando se requiere una operación de compensación, modificar la característica de mapeo de posición de fuerza
- 65

- 5 predeterminada mediante el desplazamiento, al mismo tiempo que sumar la señal de entrada de compensación recibida con el estado almacenado interno, los valores de posición en la característica de mapeo de posición de fuerza predeterminada en una cantidad igual a la posición de compensación representada por la señal de entrada de compensación recibida, y seleccionar un valor de fuerza correspondiente a una señal de posición recibida de la característica de mapeo de posición de fuerza modificada y emitir una señal de retroalimentación de fuerza representativa del valor de fuerza seleccionado.
- 10 9. Un producto de programa de ordenador tangible que tiene un código de programa de ordenador ejecutable almacenado en este para su ejecución por un procesador para realizar un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8.
- 15 10. El producto de programa de ordenador tangible de la reivindicación 9 que comprende al menos uno de un grupo que consiste en: un disco duro, un CD-ROM, un dispositivo de almacenamiento óptico, un dispositivo de almacenamiento magnético, una memoria de solo lectura, una memoria de solo lectura programable, una memoria de solo lectura programable y borrrable, una memoria de solo lectura programable y borrrable eléctricamente y una memoria Flash.

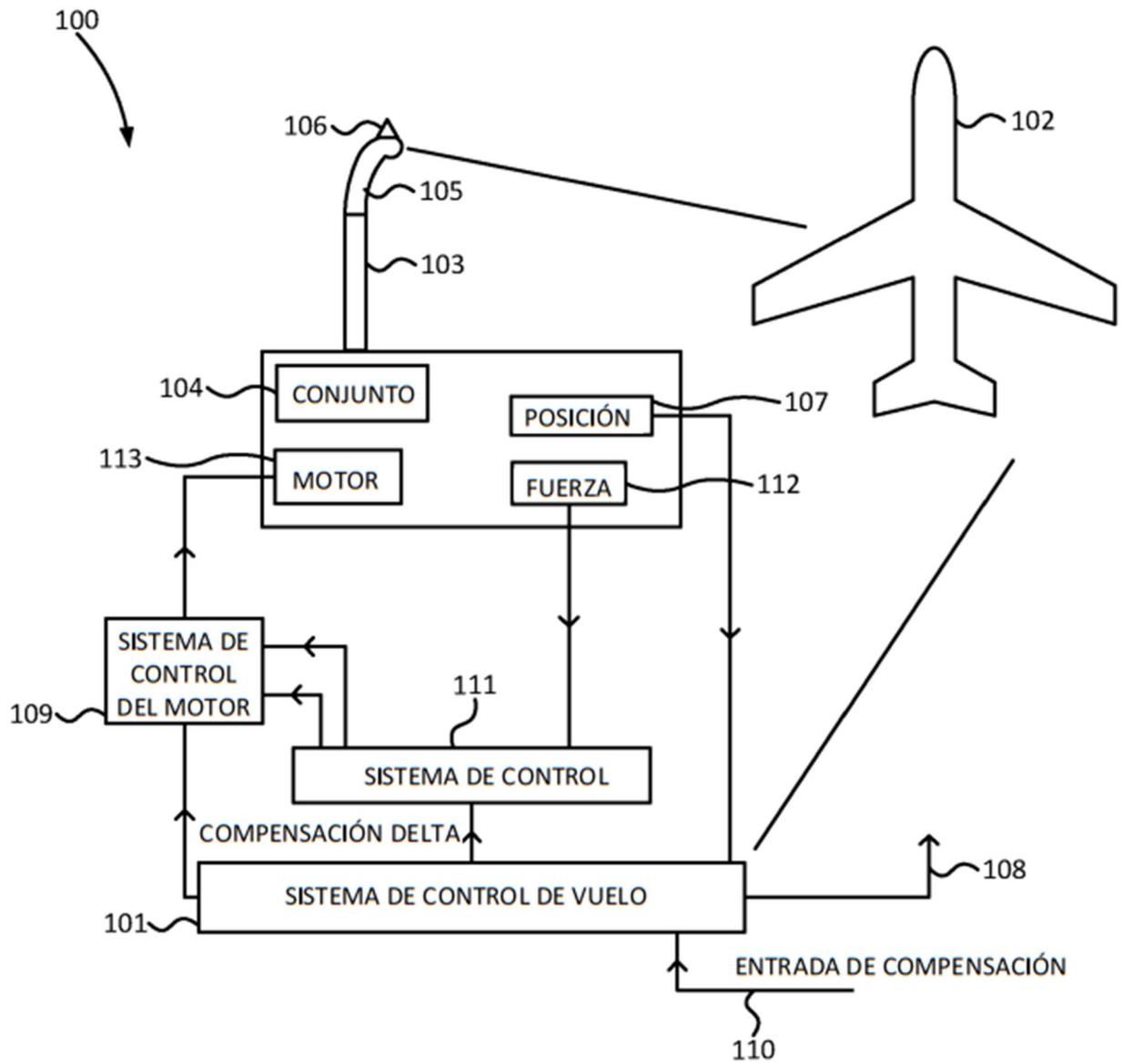


FIGURA 1

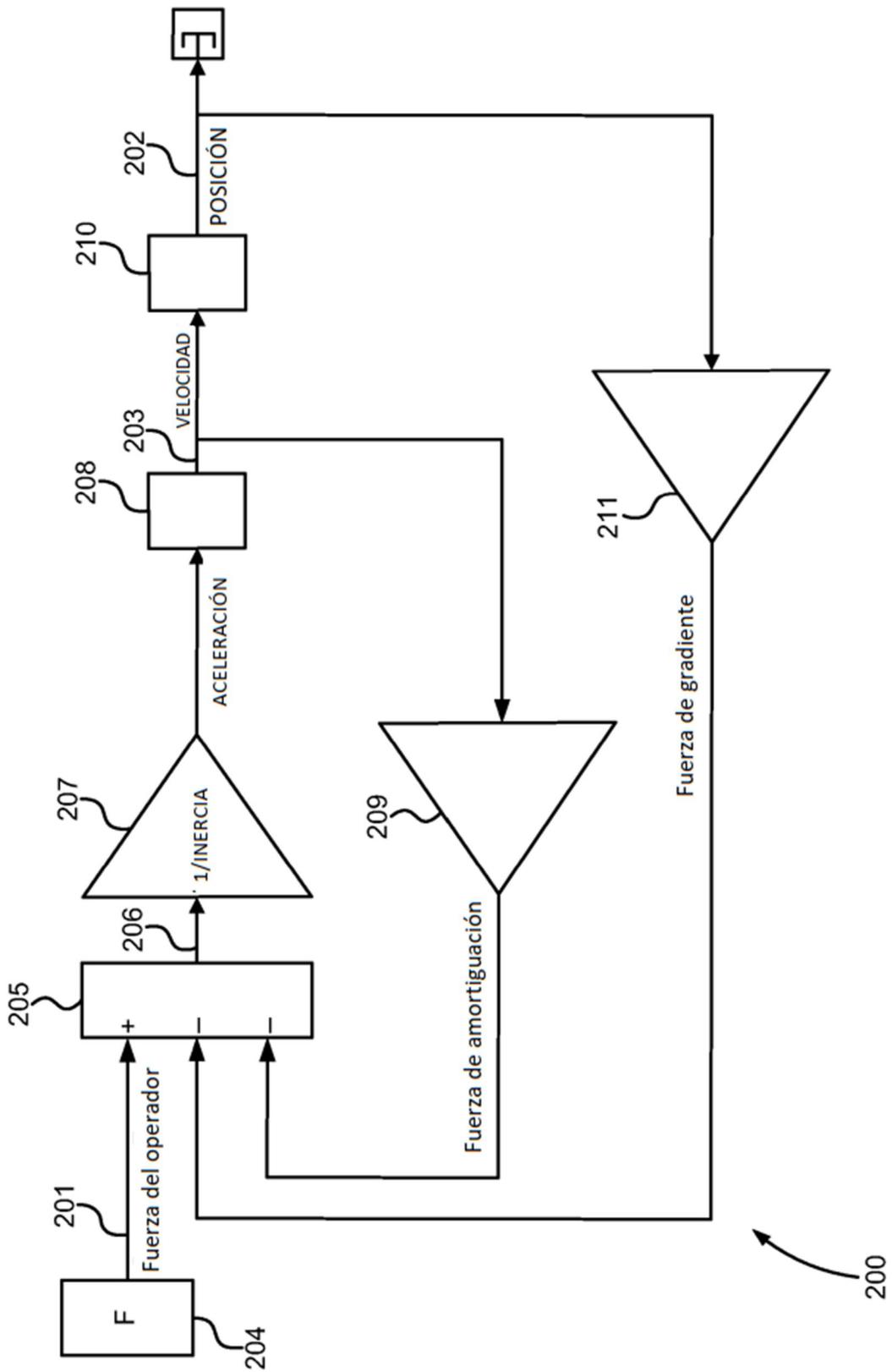


FIGURA 2

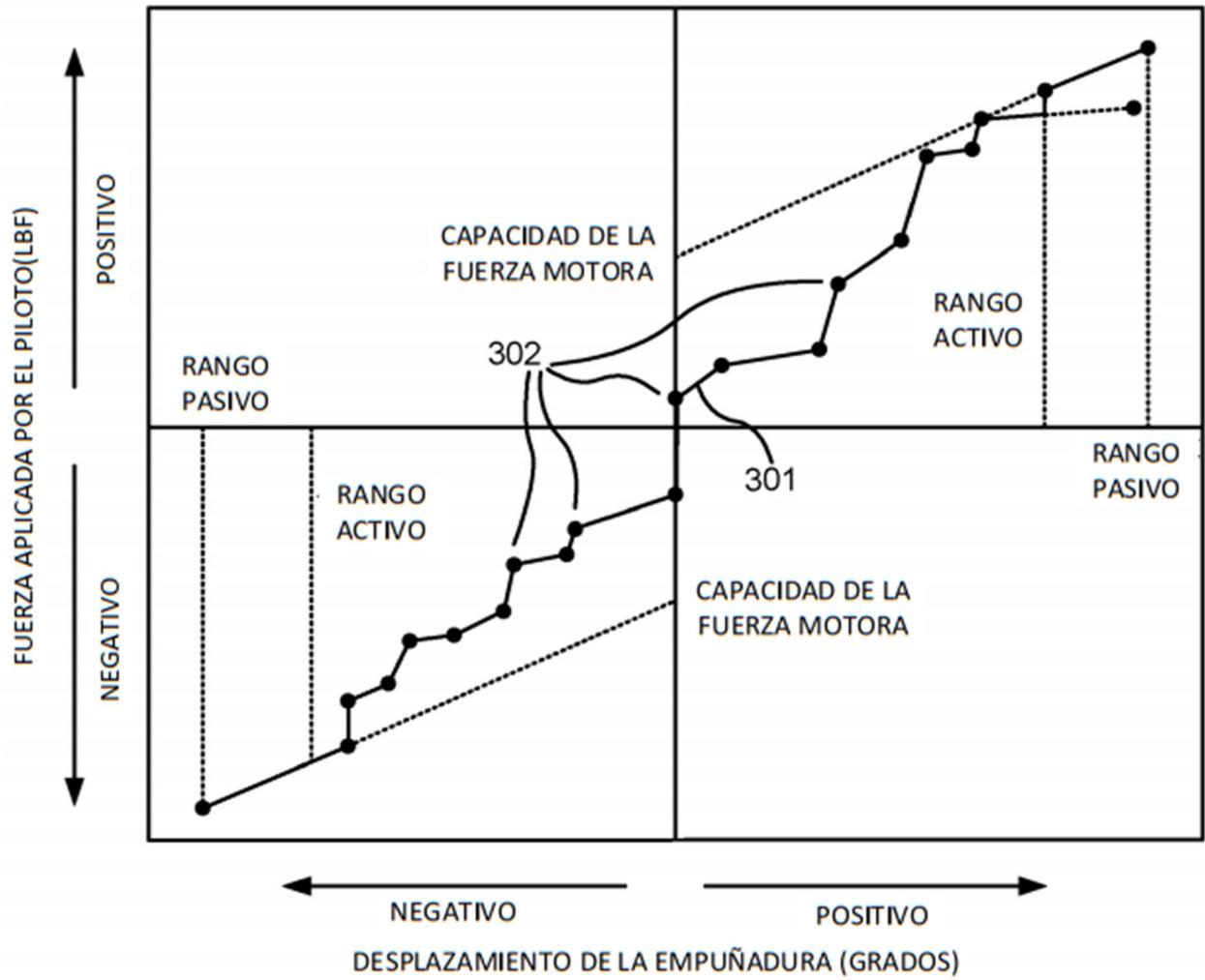


FIGURA 3

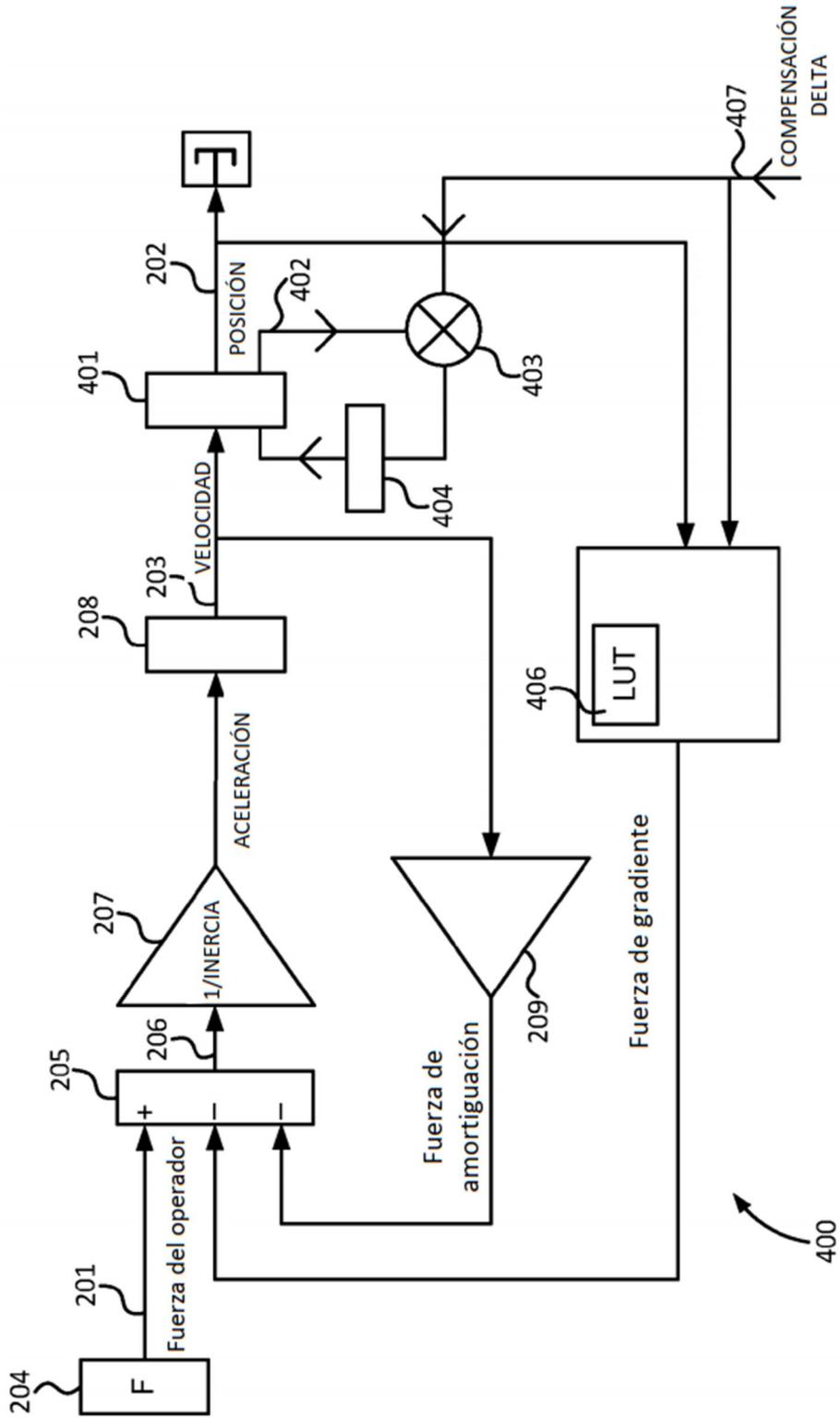


FIGURA 4

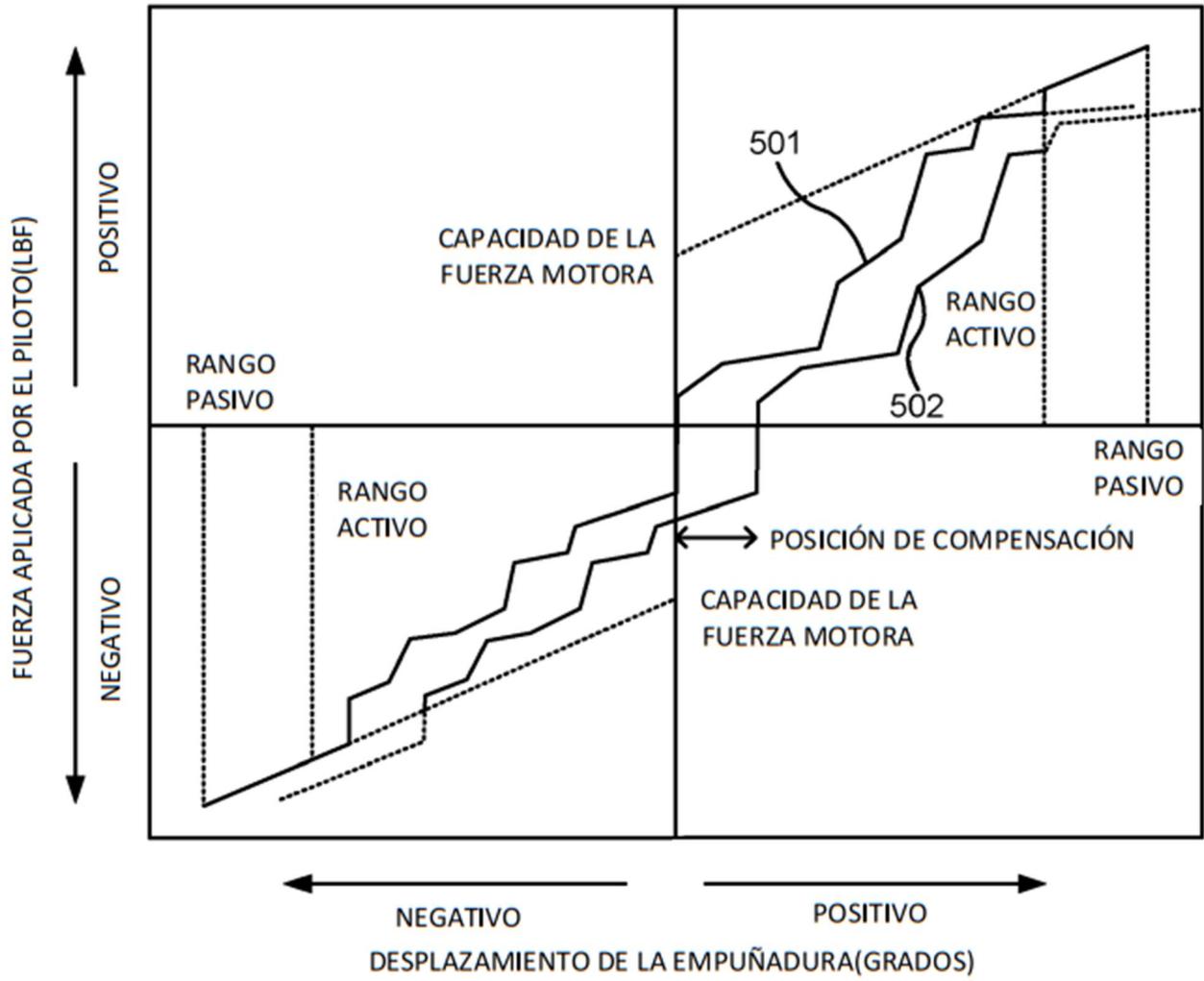


FIGURA 5