

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 710 291**

51 Int. Cl.:

B64C 13/40 (2006.01)

B64C 13/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.05.2012** E 12169236 (2)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2018** EP 2527248

54 Título: **Supresión de efectos de fallo eléctrico en sistemas de servocontrol**

30 Prioridad:

25.05.2011 US 201113115909

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

24.04.2019

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

MATSUI, GEN

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 710 291 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

Supresión de efectos de fallo eléctrico en sistemas de servocontrol

Antecedentes

5 Las aeronaves incluyen superficies de control móviles para el control direccional en vuelo. Dichas superficies de control pueden incluir alerones para control de balanceo, elevadores para control de cabeceo y timones para control de giro.

Se han usado sistemas de accionamiento hidráulico con actuadores lineales para superficies de control y otros sistemas de superficie de control. Las servoválvulas se utilizan en los actuadores hidráulicos para regular el flujo de fluido hidráulico, que luego afecta la posición de un pistón en el actuador hidráulico y, por lo tanto, la fuerza del actuador.

10 La posición de la servoválvula puede controlarse mediante el flujo magnético generado por una o más bobinas y, por lo tanto, puede denominarse como una servoválvula electrohidráulica (EHSV) o una válvula de transmisión directa (DDV). Una falla que causa que un nivel erróneo de corriente fluya a través de la bobina puede hacer que el actuador se mueva a una posición o produzca una fuerza que no sea consistente con la salida esperada del sistema de control. Dicha falla podría causar que la aeronave se desvíe de un rumbo controlado y/o cause daños estructurales a los componentes de la aeronave. Por consiguiente, los sistemas y los métodos para controlar los servosistemas que, a su vez, administran las superficies de control pueden ser de utilidad.

15 La patente de los Estados Unidos US 5806805 describe un sistema de actuación tolerante a fallos para sistemas de control de vuelo. El sistema de actuación tolerante a fallas incluye una pluralidad de ordenadores de vuelo primarios con las unidades de control de potencia correspondientes.

20 Resumen

Las realizaciones de sistemas y métodos de acuerdo con la presente divulgación pueden proporcionar sistemas y métodos mejorados para controlar superficies de accionamiento en vehículos, por ejemplo, aeronaves. Más específicamente, las realizaciones descritas en este documento proporcionan control de redundancia y retroalimentación en sistemas de servocontrol. La invención se relaciona con un método para administrar una salida de una servoválvula de acuerdo con la reivindicación 1 y un sistema para administrar una salida de una servoválvula de acuerdo con la reivindicación 7. Las realizaciones no cubiertas por las reivindicaciones no forman parte de la invención pero representan antecedentes de la técnica que son útiles para entender la invención.

De acuerdo con la invención, un método para administrar la salida de una servoválvula comprende recibir una pluralidad de comandos representativos de una posición de pistón deseada, generando, a partir de la pluralidad de comandos, una pluralidad de señales de diferencia de posición las cuales representan una diferencia entre una posición de pistón deseada y una posición de pistón actual, generando a partir de la pluralidad de señales de diferencia de posición una pluralidad de señales objetivo de flujo magnético, en donde las señales objetivo de flujo magnético representan una medida deseada de flujo magnético en la servoválvula, generando, a partir de la pluralidad de señales objetivo de flujo magnético, una pluralidad de señales de diferencia de flujo magnético que representan una diferencia entre una medición de flujo magnético deseada y una medición de flujo magnético actual, y la regulación de la servoválvula utilizando las señales de diferencia de flujo magnético, en donde la regulación de las servoválvulas utilizando las señales de diferencia del flujo magnético comprende generar un flujo magnético induciendo un nivel de corriente de la bobina eléctrica correspondiente a las señales de diferencia de flujo magnético, midiendo un flujo magnético total en un servomotor de torque acoplado a la servoválvula y ajustando la medición del flujo magnético compensando una contribución de flujo magnético atribuible a uno o más imanes permanentes en el servomotor (222) de torque.

De acuerdo con la invención, un sistema para administrar la salida de una servoválvula comprende una primera pluralidad de circuitos de retroalimentación para recibir una pluralidad de comandos representativos de una posición de pistón deseada y para generar, a partir de la pluralidad de comandos, una pluralidad de señales de diferencia de posición que representan una diferencia entre una posición de pistón deseada y una posición de pistón actual, una pluralidad de amplificadores para generar, a partir de la pluralidad de señales de diferencia de posición, una pluralidad correspondiente de señales objetivo de flujo magnético, una segunda pluralidad de circuitos de retroalimentación para recibir, a partir de la pluralidad de amplificadores, la pluralidad de señales objetivo de flujo magnético, en donde las señales objetivo de flujo magnético representan una medida de flujo magnético deseada en la servoválvula, y para generar, a partir de la pluralidad de señales objetivo de flujo magnético, una pluralidad de señales de diferencia de flujo magnéticas las cuales representan una diferencia entre un flujo magnético deseado y un flujo magnético actual; y un conjunto para regular la servoválvula utilizando la pluralidad de señales de diferencia de flujo magnético, en donde el conjunto para regular la servoválvula comprende una pluralidad de amplificadores de corriente y bobinas para generar un flujo magnético al inducir un nivel de corriente de bobina correspondiente a la señal de diferencia de flujo magnético, una pluralidad de sensores de flujo magnético para medir un flujo magnético total en un servomotor de torque acoplado a la servoválvula, y una pluralidad de acondicionadores para ajustar las mediciones de flujo magnético compensando una contribución de flujo magnético atribuible a uno o más imanes permanentes en el servomotor de torque.

- En un ejemplo comparativo, una aeronave comprende un fuselaje y alas, al menos una superficie de control móvil acoplada a al menos uno del fuselaje y alas, una servoválvula acoplada a un pistón la cual desvía al menos una superficie de control móvil y un sistema para administrar la salida de la servoválvula. El sistema comprende una primera pluralidad de circuitos de retroalimentación para recibir una pluralidad de comandos representativos de una posición de pistón deseada y para generar, a partir de la pluralidad de comandos, una pluralidad de señales de diferencia de posición las cuales representan una diferencia entre una posición de pistón deseada y una posición del pistón actual, una pluralidad de amplificadores para generar, a partir de la pluralidad de señales de diferencia de posición, una correspondiente pluralidad de señales objetivo de flujo magnético, una segunda pluralidad de circuitos de retroalimentación para recibir, a partir de la pluralidad de amplificadores, la pluralidad de señales objetivo de flujo magnético, en donde las señales objetivo de flujo magnético representan una medida de flujo magnético deseada en la servoválvula, y para generar, a partir de la pluralidad de señales objetivo de flujo magnético, una pluralidad de señales de diferencia de flujo magnético que representan una diferencia entre un flujo magnético deseado y una corriente de flujo magnético y un conjunto para regular la servoválvula utilizando la pluralidad de señales de diferencia de flujo magnético.
- Otras áreas de aplicabilidad se harán evidentes a partir de la descripción proporcionada en el presente documento. Debe entenderse que la descripción y los ejemplos específicos tienen el propósito de ilustrar solamente y no pretenden limitar el alcance de la presente divulgación.

Breve descripción de los dibujos

- Las realizaciones de los métodos y sistemas de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación se describen en detalle a continuación con referencia a los siguientes dibujos.
- La Figura 1 es una vista superior, parcialmente esquemática, de una aeronave que tiene un sistema de control de acuerdo con realizaciones.
- La Figura 2 es una ilustración esquemática de un sistema para administrar la salida de una servoválvula, de acuerdo con las realizaciones.
- La Figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra las operaciones de nivel superior de un método para administrar la salida de una servoválvula, de acuerdo con las realizaciones.

Descripción detallada

- Los sistemas y métodos para controlar los servoactuadores que se pueden usar, por ejemplo, para manejar las superficies de control en aeronaves, se describen aquí. Los detalles específicos de ciertas realizaciones se exponen en la siguiente descripción y en las Figuras 1 a 3 para proporcionar una comprensión completa de dichas realizaciones. Un experto en la técnica entenderá, sin embargo, que pueden realizarse realizaciones alternativas sin varios de los detalles descritos en la siguiente descripción.
- La Figura 1 es una vista superior, esquemática y parcial, de una aeronave 100 que tiene uno o más sistemas 102 de accionamiento de superficie de control configurados de acuerdo con una realización de la invención. En un aspecto de esta realización, la aeronave 100 incluye un fuselaje 104 y alas 106 (mostradas como primera y segunda alas 106a y 106b) unidas de manera fija al fuselaje. Cada ala 106 puede incluir diversas superficies de control móviles para controlar la aeronave 100 durante el vuelo. Estas superficies de control pueden incluir flaperones 108a, 108b, a los que se hace referencia colectivamente con el número 108 de referencia, elevadores 110a, 110b, a los que se hace referencia colectivamente como 110, y los alerones 112a, 112b, a los que se hace referencia colectivamente como 112.
- En operación, el sistema 102 de actuación de control de vuelo puede extender o retraer los actuadores lineales para deflectar los elevadores hacia arriba o hacia abajo, lo que hace que la aeronave se incline hacia arriba o hacia abajo. De manera similar, los alerones, timón, flaperones y deflectores pueden deflectarse para generar los efectos deseados en la aeronave.
- La Figura 2 es una ilustración esquemática de un sistema 102 de actuación de control de vuelo que implementa técnicas para administrar la salida de una servoválvula que acciona el pistón que, a su vez, deflecta una superficie de control, de acuerdo con las realizaciones. La Figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra las operaciones de nivel elevado de un método para administrar la salida de una servoválvula, de acuerdo con las realizaciones.
- Con referencia a las Figuras 2 a 3, en algunas realizaciones, el sistema 102 de control comprende una primera pluralidad de circuitos de retroalimentación de posición, en general indicados por el número 270 de referencia para recibir una pluralidad de comandos representativos de una posición de pistón deseada y para generar, a partir de la pluralidad de comandos, una pluralidad de señales de diferencia de posición que representan una diferencia entre una posición de pistón deseada y una posición de pistón actual, una pluralidad de amplificadores para generar, a partir de la pluralidad de señales de diferencia de posición, una pluralidad correspondiente de señales objetivo de flujo magnético, una segunda pluralidad de circuitos 272 de retroalimentación de flujo magnético para recibir, a partir de los amplificadores de pluralidad, la pluralidad de señales objetivo de flujo magnético, en donde las señales objetivo de

flujo magnético representan un flujo magnético deseado en la servoválvula 220, y para generar, a partir de la pluralidad de señales objetivo de flujo magnético, una pluralidad de señales de diferencia de flujo magnético que representan una diferencia entre un flujo magnético deseado y una corriente de flujo magnético, y un conjunto para regular la servoválvula 220 utilizando las señales de diferencia de flujo magnético.

5 En la realización que se representa en la Figura 2, el sistema comprende la electrónica 200 de control de vuelo, uniones 204a, 204b, 204c sumadoras, amplificadores 206a, 206b, 206c, uniones 208a, 208b, 208c sumadoras, amplificadores 210a, 210b, 210c, una servoválvula electrohidráulica de dos etapas (EHSV) 220 que incluye tres sensores 226 de flujo magnético eléctricamente independientes, actuadores 228a, 228b, 228c y un conjunto 250 de pistón que incluye un conjunto de medición de posición indicado LVDT 260 (transformador diferencial variable lineal)
10 que comprende tres sensores de posición eléctricamente independientes. Los componentes similares pueden identificarse mediante números de referencia seguidos de un identificador alfabético, por ejemplo, 204a, 204b, 204c. Dichos componentes se pueden denominar colectivamente aquí mediante el número de referencia, por ejemplo, 204. La EHSV 220 comprende un motor 222 de torque y una válvula 240 de carrete.

15 En la realización que se representa en la Figura 2, el sistema recibe tres comandos de una electrónica 200 de control de vuelo (operación 310). A modo de ejemplo, la electrónica 200 de control de vuelo puede representar una electrónica de control de vuelo de "vuelo por cable" de una aeronave para una aeronave. En la realización que se representa en la Figura 2, la electrónica 200 de control de vuelo ingresa tres comandos, los cuales son idénticos en circunstancias normales de operación. Los comandos se ingresan en las uniones 204 sumadoras. Las uniones 204 sumadoras combinan los comandos con las señales 262 de retroalimentación del LVDT 260 y generan (operación 315) una señal representativa de la diferencia entre la posición actual del pistón como lo indica el LVDT 260 y la entrada de comandos
20 por la electrónica 200 de control de vuelo.

Las señales de salida de las uniones 204 sumadoras son amplificadas por los amplificadores 206 para generar (operación 320) una señal que es representativa de un nivel objetivo de flujo magnético en el motor 222 de torque que corresponde a la diferencia entre la posición actual del pistón como se indica por el LVDT 260 y los comandos
25 ingresados por la electrónica 200 de control de vuelo. Las señales de salida de los amplificadores 206 se ingresan en las uniones 208 sumadoras, las cuales combinan las señales con las señales de retroalimentación de los sensores 226 de flujo magnético y generan (operación 325) una señal representativa de la diferencia entre el nivel actual de flujo magnético y el nivel objetivo de flujo magnético en el servomotor 222 de torque.

30 Las señales de salida de las uniones 208 sumadoras se ingresan en los amplificadores 210 de corriente, los cuales generan corrientes eléctricas (operación 330) correspondientes a las entradas y las aplican a las servobobinas 230a, 230b, 230c, denominadas colectivamente por el número 230 de referencia (operación 335). La aplicación de corriente a las bobinas 230 genera un flujo magnético en el motor 222 de torque. Tres sensores 226 de flujo magnético miden (operación 340) la cantidad total de flujo magnético en el motor 222, que incluye el flujo magnético generado por los imanes 224a, 224b permanentes, denominados colectivamente por numeral 224 de referencia.

35 Las salidas de los sensores de flujo magnético se dirigen a las unidades 228a, 228b, 228c de acondicionamiento, denominadas colectivamente por el número 228 de referencia. En condiciones normales de funcionamiento, las salidas de los sensores 226 de flujo magnético deberían ser prácticamente casi idénticas. Las unidades 228 de acondicionamiento pueden implementar operaciones para extraer el componente útil de la señal de salida del sensor, por ejemplo, restando la contribución de flujo magnético de los imanes 224 permanentes y dejando el flujo magnético
40 generado por las bobinas 230. En algunas realizaciones, el sistema 102 puede ser activado y el flujo magnético generado por los imanes 224 permanentes puede medirse cuando las bobinas 230 no están cargadas de corriente. La lectura generada por los sensores 226 de flujo magnético puede almacenarse en una memoria en una electrónica de control de vuelo. Las unidades 228 de acondicionamiento pueden restar este valor de la lectura generada por el sensor 226 de flujo magnético cuando las bobinas 230 están activas para obtener una medición del flujo magnético
45 generado por las bobinas 230. La salida de las unidades 228 de acondicionamiento ingresa en las uniones 206 sumadoras.

La corriente eléctrica en las bobinas 230 crea un flujo magnético, que genera un torque aplicado en la armadura 232. El torque aplicado de esta manera hace que la armadura y, por lo tanto, la tubería 234 se deflecten, lo que resulta en la presión del fluido en un extremo de la válvula 240 de carrete para subir, a la vez que en el otro extremo para caer.
50 La diferencia de presión creada de este modo hace que el carrete 241 se deslice en la dirección que se aleja del lado de presión más elevada y hacia el lado de presión baja. El desplazamiento del carrete 241 desvía el resorte 243 de retroalimentación y crea un torque aplicado en el tubo 234 en la dirección opuesta al torque creado por el flujo magnético. La bobina se detiene donde el torque creado por el flujo magnético y la desviación del resorte 243 de retroalimentación están equilibrados. El desplazamiento del carrete hace que la línea 238 de suministro de fluido presurizado se conecte a la cámara 254 a través de la línea 246 de fluido o la cámara 256 a través de la línea 248 de fluido, y que la línea 244 de retorno no presurizada se conecte a la otra cámara a través de la otra línea de fluido,
55 dependiendo de la dirección del desplazamiento del carrete.

Por lo tanto, cuando el fluido presurizado se dirige hacia la cámara 254 por la válvula 240 de carrete, el pistón 252 se mueve en la dirección del LVDT 260 para deflectar una superficie de control en una dirección, por ejemplo, hacia
60 abajo. Por el contrario, cuando el fluido presurizado se dirige hacia la cámara 256 mediante la válvula 240 de carrete,

el pistón 252 se mueve en la dirección opuesta para deflectar una superficie de control en la otra dirección, por ejemplo, el borde posterior hacia arriba. El LVDT mide la posición del pistón (operación 350) y genera tres señales de salida que indican la distancia a la que se desplaza el pistón 252. Las señales de salida se proporcionan como retroalimentación a las uniones 204 sumadoras.

5 De este modo, el sistema 102 de control proporciona un primer circuito de retroalimentación de posición indicado por el número 270 de referencia que combina la retroalimentación en tiempo real sobre la posición del pistón 252 con la entrada de comandos de la electrónica 200 de control de vuelo a través de uniones 204 sumadoras. La señal de diferencia generada por las uniones 204 sumadoras se amplifica por los amplificadores 206 y se alimenta al segundo
10 circuito de retroalimentación indicado por el número 272 de referencia como la señal que representa el flujo magnético total deseado generado por las tres bobinas. Dentro del segundo circuito 272 de retroalimentación de flujo magnético, el sensor 226 de flujo magnético mide la suma del flujo magnético generado por las tres bobinas 230 del motor de torque y el imán 224 permanente del motor de torque. Cada uno de los acondicionadores 228 recibe una señal que representa esta medición y resta contribución del imán permanente, dejando el flujo magnético total generado por las tres bobinas 230 del motor de torque. Las uniones 208 sumadoras determinan la diferencia entre la señal que
15 representa la entrada de flujo magnético total deseada por los amplificadores 206 y la señal que representa el flujo magnético total actual generado por el tres bobinas 230 de motor de torque y los amplificadores 210 de corriente emiten una corriente proporcional a los mismos.

La realización que se representa en la Figura 2 proporciona tres señales redundantes. Por lo tanto, cuando una falla en una o más de las señales en una de las líneas de un circuito de retroalimentación o en un dispositivo que genera
20 una señal que representa la posición deseada del pistón causa que una corriente errónea fluya a través de una bobina 230 del motor de torque, el flujo magnético resultante es detectado por el sensor 226 de flujo magnético en las otras dos líneas de los circuitos de control de posición. Esto, a su vez, hace que una corriente fluya en las otras dos bobinas del motor de torque y cree un flujo magnético opuesto al que se crea por la corriente errónea. Además, el segundo circuito 272 de retroalimentación tiene un tiempo de respuesta más rápido que el primer circuito 270 de retroalimentación. Por lo tanto, la posición del pistón y la fuerza de salida se pueden suprimir a un nivel insignificante.

Un experto en la técnica reconocerá que pueden implementarse diversas realizaciones alternativas. A modo de ejemplo, aunque la realización representada en la Figura 2 ilustra tres circuitos de retroalimentación separados para el sensor de posición del pistón y tres circuitos de retroalimentación separados para el detector de flujo magnético, puede usarse cualquier número de circuitos independientes (es decir, doble, cuádruple, etc.). Además, a la vez que los circuitos de control son fundamentalmente eléctricamente independientes como se describe, un experto en la
30 técnica reconocerá que incluso si la independencia se viola parcialmente mediante el uso de un dispositivo común, la capacidad de supresión de fallas aún permanece para los fallos que pueden ocurrir en el resto de circuitos de control; en tal caso, el dispositivo común debe ser monitorizado por un medio separado para asegurar su correcto funcionamiento. Aún más, a la vez que cada amplificador 210 acciona una sola bobina 230 en la realización representada en la Figura 2, un experto en la técnica reconocerá que cada amplificador podría accionar dos o más bobinas 230. Aún más, un experto en la técnica reconocerá que un sensor podría medir la corriente total que fluye a través de las bobinas 230 como un proxy para medir el flujo magnético. Aún más, aunque la realización representada en la Figura 2 ilustra un sistema que recibe tres comandos de una electrónica 200 de control de vuelo (operación 310), un experto en la técnica reconocerá que esta representación abarca una diversidad de configuraciones, tales como la
35 recepción de un comando de integridad elevada a partir de una unidad de electrónica de control de vuelo por una pluralidad de receptores o recibiendo una pluralidad de comandos cada uno a partir de una unidad de electrónica de control de vuelo separada.

Los términos "instrucciones lógicas" a las que se hace referencia aquí se relacionan con expresiones que pueden ser entendidas por una o más máquinas para realizar una o más operaciones lógicas. Por ejemplo, las instrucciones lógicas pueden comprender instrucciones que un compilador del procesador puede interpretar para ejecutar una o más operaciones en uno o más objetos de datos. Sin embargo, este es simplemente un ejemplo de instrucciones y realizaciones legibles por máquina que no están limitadas a este respecto.

Los términos "medio legible por ordenador" como se hace referencia en este documento se relacionan con medios capaces de mantener expresiones que son perceptibles por una o más máquinas. Por ejemplo, un medio legible por ordenador puede comprender uno o más dispositivos de almacenamiento para almacenar instrucciones o datos legibles por ordenador. Dichos dispositivos de almacenamiento pueden comprender medios de almacenamiento tales como, por ejemplo, medios de almacenamiento ópticos, magnéticos o semiconductivos. Sin embargo, esto es simplemente un ejemplo de un medio legible por ordenador y las realizaciones no están limitadas a este respecto.

El término "lógica" como se refiere aquí se relaciona con la estructura para realizar una o más operaciones lógicas. Por ejemplo, la lógica puede comprender circuitos que proporcionan una o más señales de salida con base en una o más señales de entrada. Dichos circuitos pueden comprender una máquina de estados finitos que recibe una entrada digital y proporciona una salida digital, o circuitos que proporcionan una o más señales de salida analógicas en respuesta a una o más señales de entrada analógicas. Dichos circuitos se pueden proporcionar en un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) o matriz de puerta programable de campo (FPGA). Además, la lógica puede comprender instrucciones legibles por ordenador almacenadas en una memoria en combinación con circuitos de
60

procesamiento para ejecutar tales instrucciones legibles por ordenador. Sin embargo, estos son simplemente ejemplos de estructuras que pueden proporcionar lógica y las realizaciones no están limitadas a este respecto.

Diversos componentes funcionales del sistema 102 pueden implementarse como instrucciones lógicas que pueden ejecutarse en un procesador de propósito general o en una electrónica de control de vuelo configurable. A modo de ejemplo, en algunas realizaciones, las uniones 204, 208 sumadoras, los amplificadores 206, 210 y los acondicionadores 228 pueden implementarse como lógica o como instrucciones lógicas. Cuando se ejecutan en un procesador, las instrucciones lógicas hacen que un procesador se programe como una máquina de propósito especial que implementa los métodos descritos. El procesador, cuando está configurado por las instrucciones lógicas para ejecutar los métodos descritos en este documento, constituye una estructura para realizar los métodos descritos. Alternativamente, los métodos descritos en este documento pueden reducirse a la lógica en, por ejemplo, una matriz de puerta programable de campo (FPGA), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) o similares.

Por ejemplo, en algunas realizaciones, un producto de programa informático puede comprender instrucciones lógicas almacenadas en un medio legible por ordenador que, cuando se ejecutan, configura una electrónica de control de vuelo para detectar si un módulo de memoria de administración del sistema está en un estado visible, en respuesta a una determinación que la memoria de administración del sistema está en un estado visible, una o más operaciones de entrada/salida directa de la memoria de administración del sistema a un módulo de memoria de administración del sistema, y en respuesta a la determinación de que la memoria de administración del sistema está en un estado invisible, el caché de la memoria de administración directa del sistema escribe las operaciones en el módulo de memoria de administración del sistema y dirige otras operaciones de entrada/salida de la memoria de administración del sistema a otra ubicación en la memoria del sistema.

Como se ilustra en la descripción anterior que incluye las Figuras 1 a 3, se describe una aeronave que tiene un fuselaje 104 y alas 106 que incluyen al menos una superficie 108, 110, 112 de control móvil acoplada a al menos uno del fuselaje 104 y alas 106, una servoválvula 220 acoplada a un pistón 252 que deflecta al menos una superficie 108, 110, 112 de control móvil, y un sistema 102 para administrar la salida de la servoválvula 220. El sistema 102 puede incluir una primera pluralidad de circuitos 270 de retroalimentación para recibir una pluralidad de comandos representativos de una posición deseada del pistón 252 y para generar, a partir de la pluralidad de comandos, una pluralidad de señales 315 de diferencia de posición que representan una diferencia entre una posición deseada del pistón 252 y una posición actual del pistón 252, una pluralidad de amplificadores para generar, a partir de la pluralidad de señales de diferencia, una pluralidad correspondiente de señales 320 objetivo de flujo magnético, una segunda pluralidad de circuitos 272 de retroalimentación para recibir, a partir de la pluralidad de amplificadores, la pluralidad de señales 320 objetivo de flujo magnético. En un caso, las señales 320 objetivo de flujo magnético representan una medida de flujo magnético deseada en la servoválvula 220, y para generar, a partir de la pluralidad de señales objetivo de flujo magnético, una pluralidad de señales 325 de diferencia de flujo magnético que representan una diferencia entre un flujo magnético deseado y un flujo magnético actual, y un conjunto para regular la servoválvula 220 utilizando las señales 325 de diferencia de flujo magnético. En una variante, el primer circuito 270 de retroalimentación recibe una pluralidad de comandos de la electrónica 200 de control de vuelo. En otra variante, la primera pluralidad de circuitos 270 de retroalimentación combina la pluralidad de comandos con señales de retroalimentación de un sensor de posición acoplado al pistón 252. En otra variante, la segunda pluralidad de circuitos 272 de retroalimentación combina la pluralidad de señales 320 objetivo de flujo magnético con señales de retroalimentación de los sensores 226 de flujo magnético que miden el flujo 340 magnético. En aún otro ejemplo, el conjunto 102 para regular la servoválvula 220 incluye una pluralidad de amplificadores 206, 210 de corriente y bobinas 230 para generar un flujo magnético al inducir un nivel de corriente de bobina correspondiente a la señal 325 de diferencia de flujo magnético, una pluralidad de sensores 226 de flujo magnético para medir el flujo magnético total en un servomotor 222 de torque acoplado a la servoválvula, y una pluralidad de acondicionadores 228 para ajustar las mediciones de flujo magnético compensando la contribución del flujo magnético atribuible a uno o más imanes permanentes en el servomotor 222 de torque. En aún otra variante, la aeronave 100 puede incluir lógica para ajustar una corriente que fluye a través de un primer circuito 270 de control de flujo en respuesta a un cambio en una corriente que fluye a través de un segundo circuito 272 de control de flujo. En aún otra variante, la aeronave 100 puede incluir un conjunto hidráulico para ajustar la posición de un pistón 252 que regula una superficie 108, 110, 112 de control en respuesta al flujo magnético generado en la servoválvula 220.

En la descripción y las reivindicaciones, se pueden usar los términos acoplado y conectado, junto con sus derivados. En realizaciones particulares, conectado puede usarse para indicar que dos o más elementos están en contacto directo físico o eléctrico entre sí. Acoplado puede significar que dos o más elementos están en contacto directo físico o eléctrico. Sin embargo, acoplado también puede significar que dos o más elementos pueden no estar en contacto directo entre sí, pero aun así pueden cooperar o interactuar entre sí.

La referencia en la especificación a "una realización" o "algunas realizaciones" significa que una característica, estructura o característica particular descrita en relación con la realización se incluye en al menos una implementación. Las apariciones de la expresión "en una realización" en diversos lugares de la especificación pueden o no referirse a la misma realización. En la discusión anterior, se han descrito implementaciones específicas de procesos de ejemplo, sin embargo, debe entenderse que en implementaciones alternativas, ciertos actos no necesitan realizarse en el orden descrito anteriormente. En realizaciones alternativas, algunos actos pueden modificarse, realizarse en un orden diferente, o pueden omitirse por completo, dependiendo de las circunstancias. Además, en diversas implementaciones

- alternativas, los actos descritos pueden implementarse por un ordenador, una electrónica de control de vuelo, un procesador, un dispositivo programable, firmware o cualquier otro dispositivo adecuado, y pueden basarse en instrucciones almacenadas en uno o más medios legibles por ordenador o de lo contrario, se almacenan o se programan en dichos dispositivos (por ejemplo, incluye la transmisión de instrucciones legibles por ordenador en tiempo real a dichos dispositivos). En el contexto del software, los actos descritos anteriormente pueden representar instrucciones informáticas que, cuando se ejecutan por uno o más procesadores, realizan las operaciones recitadas. En el caso de que se utilicen medios legibles por ordenador, los medios legibles por ordenador pueden ser cualquier medio disponible al que un dispositivo pueda acceder para implementar las instrucciones almacenadas en él.
- 5
- 10 Aunque se han descrito diversas realizaciones, los expertos en la técnica reconocerán modificaciones o variaciones que podrían realizarse sin apartarse de la presente divulgación. Los ejemplos ilustran las diversas realizaciones y no pretenden limitar la presente divulgación.

REIVINDICACIONES

1. Un método para administrar una salida de una servoválvula (220), que comprende:
 recibir una pluralidad de comandos representativos de una posición deseada del pistón (252);
 5 generar, a partir de la pluralidad de comandos, una pluralidad de señales (315) de diferencia de posición que representan una diferencia entre una posición deseada del pistón (252) y una posición actual del pistón (252);
 generar, a partir de la pluralidad de señales (315) de diferencia de posición, una pluralidad de señales (320) objetivo de flujo magnético, en donde las señales (320) objetivo de flujo magnético representan una medida deseada de flujo magnético en la servoválvula (220);
 10 generar, a partir de la pluralidad de señales (320) objetivo de flujo magnético, una pluralidad de señales (325) de diferencia de flujo magnético que representan una diferencia entre una medición de flujo magnético deseada y una medición de flujo magnético actual; y
 regular la servoválvula (220) utilizando las señales de diferencia de flujo magnético,
 en donde la regulación de la servoválvula (220) usando las señales de diferencia de flujo magnético comprende:
 15 generar un flujo magnético mediante la inducción de un nivel de corriente de bobina eléctrica correspondiente a las señales (325) de diferencia de flujo magnético;
 medir un flujo magnético total en un servomotor (222) de torque acoplado a la servoválvula (220); y
 ajustar la medición del flujo magnético mediante la compensación de una contribución de flujo magnético atribuible a uno o más imanes permanentes en el servomotor (222) de torque.
2. El método de la reivindicación 1, en donde recibir una pluralidad de comandos representativos de una posición deseada del pistón (252) comprende recibir una pluralidad de comandos de la electrónica (200) de control de vuelo.
3. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en donde se genera, a partir de la pluralidad de comandos, una pluralidad de señales (315) de diferencia de posición que representan una diferencia entre una posición del pistón (252) deseada y una posición del pistón (252) actual que comprende combinar la pluralidad de comandos con señales de retroalimentación de sensores de posición acoplados al pistón (252).
- 25 4. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde generar, a partir de la pluralidad de señales (315) de diferencia, una pluralidad de señales (320) objetivo de flujo magnético, en donde las señales (320) objetivo de flujo magnético representan una medición del flujo magnético deseado en la servoválvula (220), comprender la amplificación de la pluralidad de señales (315) de diferencia de posición.
- 30 5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde se genera, a partir de la pluralidad de señales (320) objetivo de flujo magnético, una pluralidad de señales (325) de diferencia de flujo magnético que representan una diferencia entre una medición de flujo magnético deseada y una medición de flujo magnético actual que comprende combinar la pluralidad de señales objetivo de flujo magnético con señales (226) de retroalimentación de sensores de flujo magnético que miden el flujo magnético.
- 35 6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la regulación de la servoválvula (220) utilizando las señales (320) objetivo de flujo comprende ajustar una corriente que fluye a través de un primer circuito (270) de control de flujo en respuesta a un cambio en una corriente que fluye a través de un segundo circuito (272) de control de flujo.
7. Un sistema para administrar una salida de una servoválvula (220), que comprende:
 una primera pluralidad de circuitos (270) de retroalimentación para recibir una pluralidad de comandos representativos de una posición deseada del pistón (252) y para generar, a partir de la pluralidad de comandos, una pluralidad de
 40 señales (315) de diferencia de posición que representan una diferencia entre una posición deseada del pistón (252) y una posición actual del pistón (252);
 una pluralidad de amplificadores (206, 210) para generar, a partir de la pluralidad de señales (315) de diferencia, una correspondiente pluralidad de señales (320) objetivo de flujo magnético;
 una segunda pluralidad de circuitos (272) de retroalimentación para recibir, a partir de la pluralidad de amplificadores
 45 (206, 210), la pluralidad de señales (320) objetivo de flujo magnético, en donde las señales (320) objetivo de flujo magnético representan una medida de flujo magnético deseada en la servoválvula (220), y para generar, a partir de la pluralidad de señales (320) objetivo de flujo magnético, una pluralidad de señales (325) de diferencia de flujo magnético que representan una diferencia entre una medición de flujo magnético deseada y una medición de flujo magnético actual; y
 50

un conjunto para regular la servoválvula (220) utilizando la pluralidad de señales (325) de diferencia de flujo magnético, en donde el conjunto para regular la servoválvula (220) comprende:

una pluralidad de amplificadores (206, 210) de corriente y bobinas para generar un flujo magnético al inducir un nivel de corriente de bobina correspondiente a la señal (325) de diferencia de flujo magnético;

- 5 una pluralidad de sensores (226) de flujo magnético para medir un flujo magnético total en un servomotor (222) de torque acoplado a la servoválvula (220); y
- una pluralidad de acondicionadores (228) para ajustar las mediciones de flujo magnético compensando una contribución de flujo magnético atribuible a uno o más imanes permanentes en el servomotor (222) de torque.
- 10 8. El sistema de la reivindicación 7, en donde la primera pluralidad de circuitos (270) de retroalimentación recibe una pluralidad de comandos a partir de una electrónica (200) de control de vuelo.
9. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 7-8, en donde la primera pluralidad de circuitos (270) de retroalimentación combina la pluralidad de comandos con señales de retroalimentación de un sensor de posición acoplado al pistón (252).
- 15 10. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 7-9, en donde la segunda pluralidad de circuitos (272) de retroalimentación combina la pluralidad de señales (320) objetivo de flujo magnético con señales de retroalimentación de sensores (226) de flujo magnético que miden el flujo (340) magnético.
11. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 7-10, que comprende además una lógica para ajustar una corriente que fluye a través de un primer circuito (270) de control de flujo en respuesta a un cambio en una corriente que fluye a través de un segundo circuito (272) de control de flujo.
- 20 12. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 7-11, que comprende además: un conjunto hidráulico para ajustar la posición de un pistón (252) que regula una superficie de control en respuesta al flujo magnético generado en la servoválvula (220).

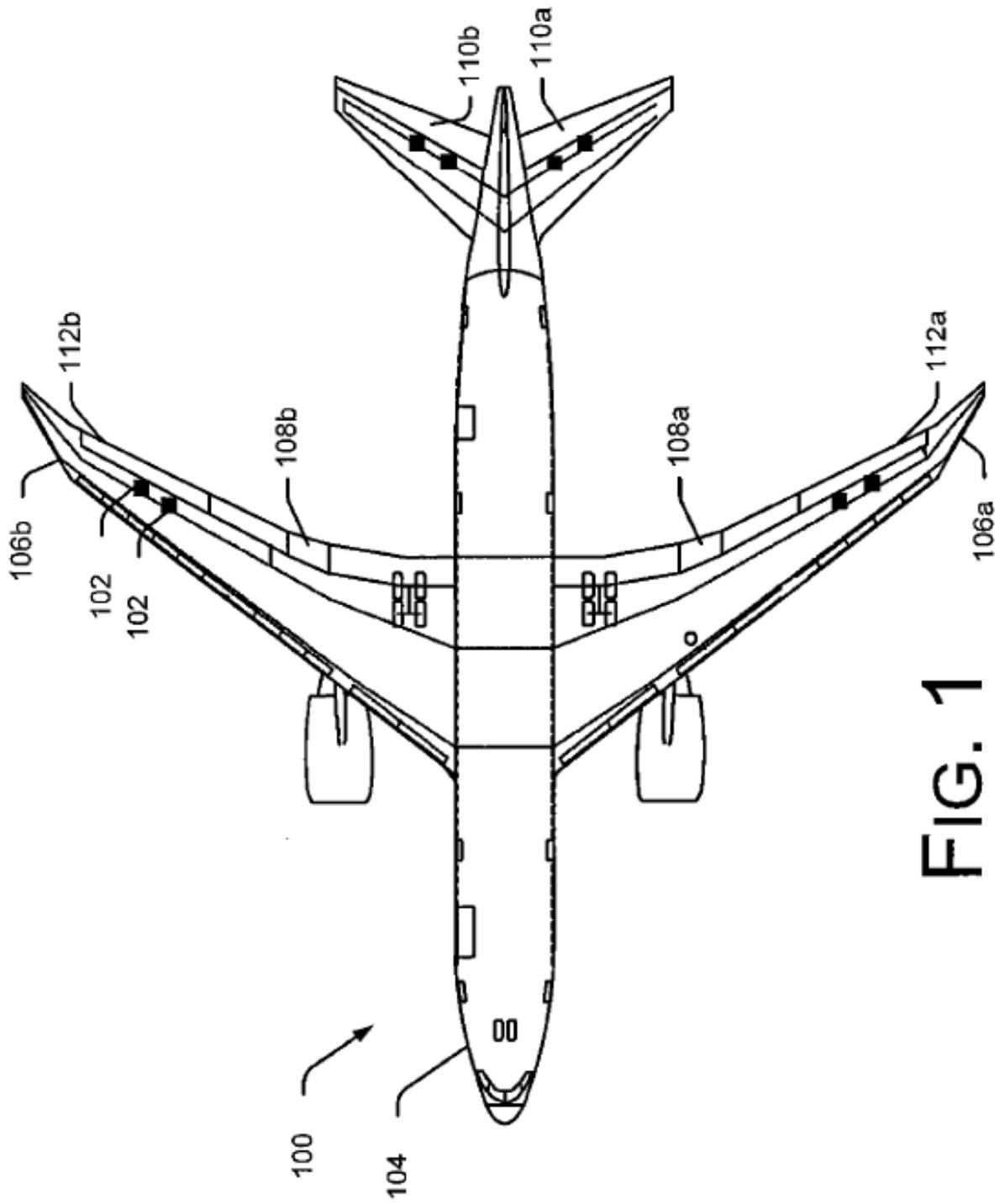
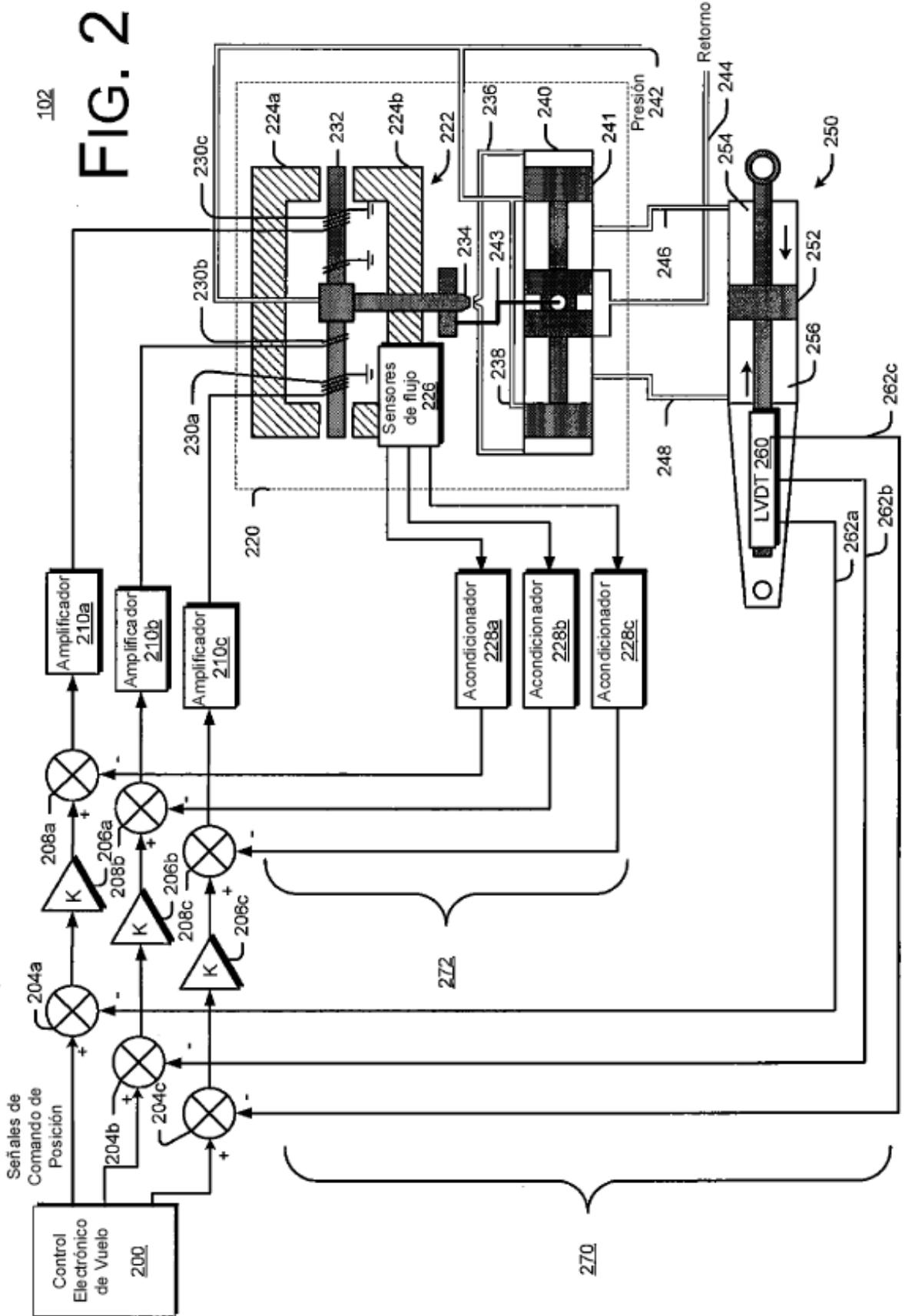


FIG. 1



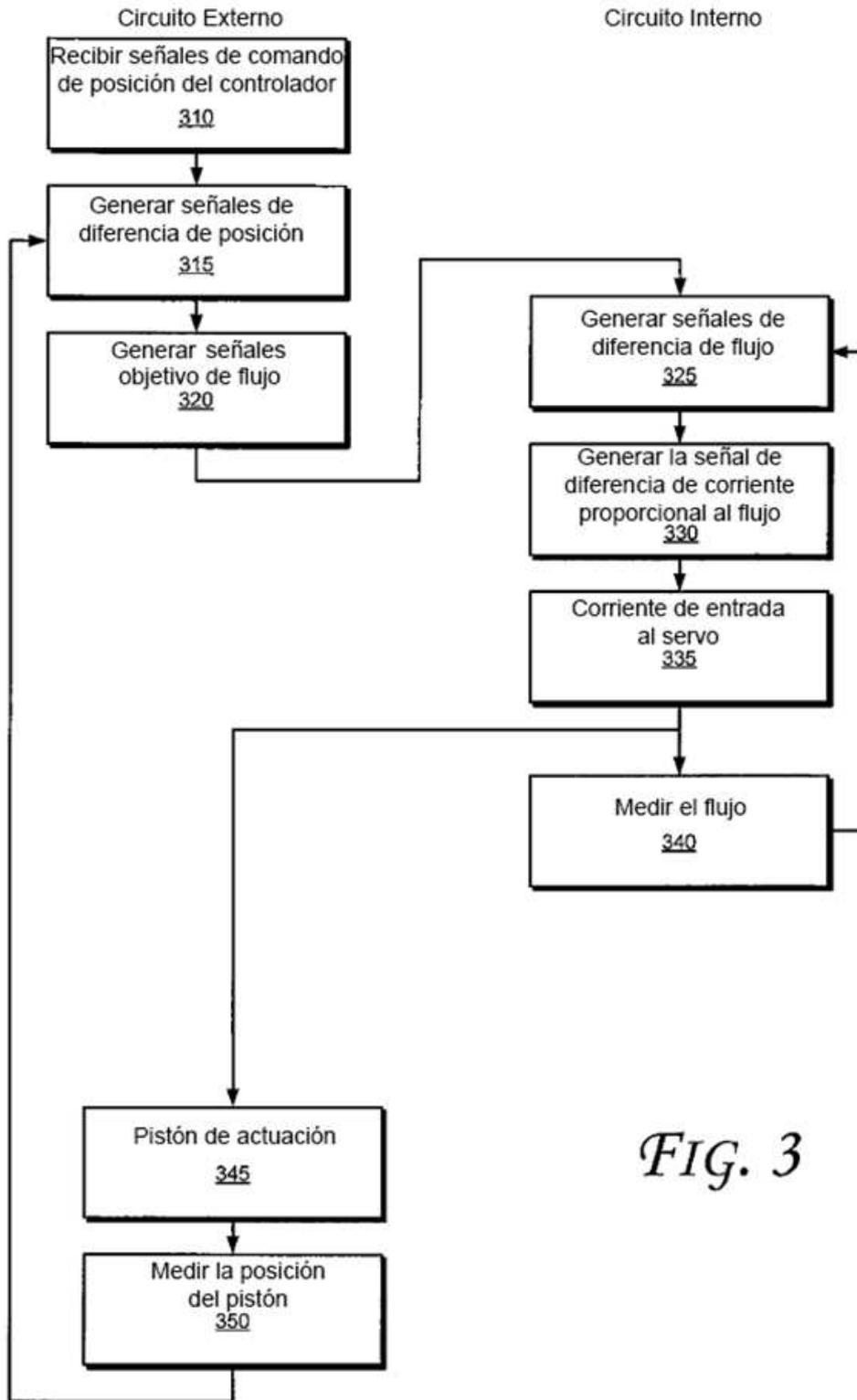


FIG. 3