

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 001**

51 Int. Cl.:

G05D 1/00 (2006.01)

B64C 13/10 (2006.01)

B64C 13/18 (2006.01)

B64D 45/00 (2006.01)

B64C 13/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.04.2012 E 12165568 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019 EP 2518578**

54 Título: **Sistema de administración de controlador de vuelo con monitor de retroaccionamiento**

30 Prioridad:

26.04.2011 US 201113094000

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

27.02.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KROGH, STEVEN BARRY;
BRESLEY, WILLIAM MILO;
CONNER, IAN M.;
LEVINE, BENJAMIN D;
MINTEER-LEVINE, JASMINE BETH y
PETTIT, RYAN L.**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 745 001 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 administración de controlador de vuelo con monitor de retroaccionamiento

Información de antecedentes

1. Campo:

- 5 La presente divulgación se refiere en general a aeronaves y, en particular, a sistemas de control de administración de vuelo en aeronaves. Aún más particularmente, la presente divulgación se relaciona con un método y aparato para administrar un sistema de control de vuelo en una aeronave.

Antecedentes:

- 10 Un sistema de control de vuelo de la aeronave típicamente incluye componentes, tales como superficies de control, controladores en la cabina, mecanismos para cambiar la posición de las superficies de control de vuelo y enlaces conectados a mecanismos que mueven las superficies de control de vuelo. Este tipo de sistema de control de vuelo proporciona al piloto información táctil y visual sobre la posición de las superficies de control de vuelo. La información táctil y visual puede ocurrir a través de la orientación de los controladores en la cabina.

- 15 Diversos pilotos están familiarizados con el uso de este tipo de sistemas de control mecánico. Como resultado, esta familiaridad proporciona al piloto un cierto nivel de seguridad psicológica de que el sistema de control de vuelo está funcionando correctamente con base en la información táctil y visual obtenida de la posición de los controladores.

- 20 Este tipo de sistema de control de vuelo también proporciona información táctil y visual sobre el funcionamiento de las superficies de control de vuelo a través de los controladores cuando se activa un piloto automático. Por ejemplo, el sistema de piloto automático puede estar conectado al sistema de control de vuelo que se controla mediante el uso de accionadores. Estos accionadores están conectados y paralelos a los enlaces mecánicos del sistema. De esta manera, los accionadores mueven las superficies de control de vuelo y los controladores, tales como la columna, las ruedas y los pedales. Estos controladores son movidos por los enlaces mecánicos a medida que se mueven las superficies de control de vuelo.

- 25 Un piloto puede mantener un conocimiento de las operaciones realizadas por el piloto automático con base en la información táctil y visual proporcionada por los controladores de posición. Sin embargo, algunos tipos de sistemas de control de vuelo no utilizan enlaces mecánicos entre los controladores y las superficies de control de vuelo.

- 30 Por ejemplo, uno de dichos sistemas de control de vuelo es un sistema de control de vuelo por cable. Con este tipo de sistema de control de vuelo, el controlador convierte la entrada de comando del piloto a través de los controladores en señales eléctricas. Estas señales se envían a un sistema informático que genera comandos para las unidades de control que mueven las superficies de control. Con este tipo de sistema, no existen enlaces para mover los controladores cuando funciona el piloto automático.

- 35 Con este tipo de sistema, también se puede incluir un sistema de retroaccionamiento. El sistema de retroaccionamiento tiene componentes que están configurados para mover los controladores a diferentes posiciones durante el funcionamiento del piloto automático para proporcionar la información táctil y visual sobre el funcionamiento del piloto automático a través de los controladores. El sistema de retroaccionamiento incluye accionadores asociados con los controladores. Los accionadores reciben señales del sistema informático durante el funcionamiento del piloto automático. Estas señales hacen que los accionadores muevan los controladores de una manera que proporcione la información táctil y visual que el piloto pueda desear.

- 40 Por lo tanto, este tipo de sistema de control de vuelo también proporciona una capacidad para que el piloto desconecte el piloto automático a través del piloto que mueve el controlador. El sistema de retroaccionamiento detecta el movimiento del controlador que no es generado por el piloto automático. Cuando se detecta este tipo de movimiento, el piloto automático se apaga, se desconecta o se coloca en un estado en el cual el piloto automático no está en funcionamiento para dirigir el movimiento de la aeronave. De esta manera, el piloto de la aeronave recupera el control de la aeronave.

- 45 En algunos casos, si el sistema de retroaccionamiento no está funcionando como se desea, el control puede moverse a una posición neutra. Este tipo de movimiento del control se detecta cuando el piloto mueve el controlador de manera que se anule el piloto automático. Como resultado, el piloto automático deja de operar la aeronave, y el piloto tiene que hacerse cargo de la operación de la aeronave. De esta manera, cuando el piloto automático no está disponible, aumenta la carga de trabajo del piloto para operar la aeronave. De esta manera, el piloto puede ser incapaz de realizar tareas, tales como, por ejemplo, navegación, comunicaciones u otras tareas que desee.

- 50 Además, cuando el piloto opera la aeronave durante períodos de tiempo más largos de lo esperado, el piloto puede fatigarse. Como resultado, se pueden necesitar pilotos o miembros de la tripulación adicionales en la aeronave para tener en cuenta este tipo de situaciones, dependiendo de la misión que realice la aeronave.

Una manera en la cual se puede impedir este tipo de situación es usando accionadores adicionales como respaldo de los accionadores utilizados para mover los controladores para proporcionar la información táctil y visual. En otras palabras, cada accionador en el sistema de retroaccionamiento tiene uno o más accionadores adicionales que realizan la misma función en caso de que el accionador no funcione como se desea. De esta manera, la redundancia reduce las situaciones en las cuales el piloto automático se desconecta o deja de operar la aeronave.

En este tipo de sistema, sin embargo, el uso de accionadores y cableado adicionales para los accionadores adicionales aumenta el peso y el coste de una aeronave. Además, con accionadores adicionales, se necesita más espacio en la aeronave para acomodar estos accionadores. Además, puede ser necesario un mantenimiento adicional para reemplazar o inspeccionar los accionadores. El aumento de peso, coste, espacio utilizado y/o mantenimiento puede ser indeseable.

Por lo tanto, sería ventajoso tener un método y aparato que tomen en cuenta al menos algunos de los problemas discutidos anteriormente, así como posiblemente otros problemas.

El documento US 2005/080495 A1 divulga un sistema servocontrolado para proporcionar una sensación simulada equivalente a la de los controladores manuales mecánicos tradicionales que usan servomotores. Las señales del sensor de posición y fuerza se procesan y utilizan en un circuito de retroalimentación que controla el motor conectado mecánicamente a la palanca. El sistema permite que las señales de fuerza variables y/o adicionales sean especificadas externamente al sistema y sentidas por el operador. El sistema también permite que una señal externa retroaccione la palanca para seguir un movimiento específico. El marco de control también proporciona la simulación del cumplimiento mecánico en el acoplamiento cruzado de las dos palancas en caso de un atasco o de una lucha de fuerza entre los pilotos, y el desacoplamiento automático de las palancas.

El documento EP 0743581 A1 divulga un sistema para retroceder los controladores de la cubierta de vuelo de una aeronave que vuela por cable que está bajo control de piloto automático para proporcionar al piloto retroalimentación táctil y visual de la actividad del piloto automático. El sistema, distribuido entre los ordenadores de vuelo principales de la aeronave y el ordenador de vuelo del piloto automático, utiliza accionadores acoplados mecánicamente a cada controlador de la cabina de vuelo para ubicar el controlador de la cabina de vuelo para imitar el funcionamiento manual de las superficies de control de vuelo. Además, el sistema permite la desconexión suave del piloto automático y la transferencia de la aeronave al control del piloto cuando el piloto toma el control de cualquier controlador de la cubierta de vuelo moviéndolo a partir de una posición ordenada por el sistema de retroaccionamiento por un desplazamiento predeterminado durante un tiempo predeterminado.

El documento EP 0759585 A1 divulga un sistema de controlador manual el cual proporciona la sensación adecuada del controlador manual durante la operación de la aeronave. Tanto en las realizaciones no redundantes como en las redundantes, las mediciones de velocidad, torque y posición se realizan a partir de los movimientos del controlador manual y se procesan para proporcionar una retroalimentación a un motor de control en conexión mecánica con el controlador manual. El sistema incluye autocontrol del motor, así como las señales proporcionadas por los sensores de posición, velocidad y torque. Las conexiones se proporcionan a partir del sistema de control manual para que se pueda proporcionar un acoplamiento cruzado entre los controladores manuales del piloto y el copiloto.

Resumen

En un primer aspecto de la invención, se proporciona un aparato como se define en la reivindicación 1 de las reivindicaciones adjuntas. En un segundo aspecto, se proporciona un método como se define en la reivindicación 10 adjunta. En un tercer aspecto, se proporciona un medio legible por ordenador como se define en la reivindicación 15 adjunta.

En una realización ventajosa, un aparato comprende un módulo de monitorización. El módulo de monitorización está configurado para identificar una diferencia entre la información de posición medida para un controlador y la información de posición esperada para el controlador. El módulo de monitorización está configurado para comparar la diferencia con los umbrales para administrar un piloto automático en un sistema de control de un vehículo para formar una comparación. El módulo de monitorización está configurado para administrar una operación del piloto automático con base en la comparación de modo tal que el piloto automático permanezca operativo cuando un sistema de retroaccionamiento no está funcionando y no existe una anulación intencional del piloto automático.

En otra realización ventajosa, se proporciona un método para administrar un piloto automático de un vehículo. Se identifica una diferencia entre la información de posición medida para un controlador y la información de posición esperada para el controlador. La información de posición medida y la información de posición esperada se comparan con umbrales para administrar un piloto automático en un sistema de control para formar una comparación. La operación del piloto automático se administra con base en la comparación, de modo que el piloto automático sigue funcionando cuando un sistema de retroaccionamiento no está funcionando y no existe una anulación intencional del piloto automático.

En aún otra realización ventajosa, un producto de programa informático comprende un medio de almacenamiento legible por ordenador, primer código de programa, segundo código de programa y tercer código de programa. El primer código de programa es para identificar una diferencia entre la información de posición medida para un controlador y

la información de posición esperada para el controlador. El segundo código de programa es para comparar la diferencia con los umbrales para administrar un piloto automático en un sistema de control de un vehículo para formar una comparación. El tercer código de programa es para administrar una operación del piloto automático con base en la comparación, de modo que el piloto automático permanezca operativo cuando el sistema de retroaccionamiento no está funcionando y no existe una anulación intencional del piloto automático. El primer código de programa, el segundo código de programa y el tercer código de programa se almacenan en el medio de almacenamiento legible por ordenador.

En aún otra realización ventajosa, un producto de programa informático comprende:

un medio de almacenamiento legible por ordenador;

10 primer código de programa para identificar una diferencia entre la información de posición medida para un controlador y la información de posición esperada para el controlador; segundo código de programa para comparar la diferencia con umbrales para administrar un piloto (306) automático en un sistema de control de un vehículo para formar una comparación; y el tercer código de programa para administrar una operación del piloto automático con base en la comparación de modo tal que el piloto automático permanezca operativo cuando el sistema de retroaccionamiento no está funcionando y no exista una anulación intencional del piloto automático, en donde el primer código de programa, el segundo código de programa y el tercer código de programa se almacenan en el medio de almacenamiento legible por ordenador.

En donde el segundo código de programa comprende además:

20 cuarto código de programa para determinar si la diferencia es mayor que uno o más de los umbrales que están activos para formar la comparación, en donde el uno o más de los umbrales que están activos se basan en un estado del sistema de control.

Y en donde los umbrales comprenden además un primer umbral configurado para detectar que un sistema de retroaccionamiento no está funcionando cuando se supone que el sistema de retroaccionamiento está funcionando, un segundo umbral configurado para detectar la anulación intencional del piloto automático cuando el piloto automático y el sistema de retroaccionamiento están ambos operativos y un tercer umbral configurado para detectar la anulación intencional del piloto automático cuando el piloto automático está funcionando y el sistema de retroaccionamiento no está funcionando. Las características, funciones y ventajas se pueden lograr de forma independiente en diversas realizaciones de la presente divulgación o se pueden combinar en aún otras realizaciones en donde se pueden ver detalles adicionales con referencia a la siguiente descripción y dibujos.

30 Breve descripción de los dibujos

Las características novedosas que se creen características de las realizaciones ventajosas se exponen en las reivindicaciones adjuntas. Sin embargo, las realizaciones ventajosas, así como un modo de uso preferido, objetivos adicionales y ventajas de las mismas, se entenderán mejor con referencia a la siguiente descripción detallada de una realización ventajosa de la presente divulgación cuando se lee junto con los dibujos adjuntos, en donde:

35 la Figura 1 es una ilustración de un método de fabricación y servicio de aeronaves de acuerdo con una realización ventajosa;

la Figura 2 es una ilustración de una aeronave en la cual se puede implementar una realización ventajosa;

la Figura 3 es una ilustración de un diagrama de bloques de un sistema de control de acuerdo con una realización ventajosa;

40 la Figura 4 es una ilustración de controladores en un sistema de control de acuerdo con una realización ventajosa;

la Figura 5 es una ilustración de componentes en un módulo de monitorización de acuerdo con una realización ventajosa;

la Figura 6 es una ilustración de un conjunto de diagramas de temporización correspondientes a umbrales diferentes que se exceden de acuerdo con una realización ventajosa;

45 la Figura 7 es una ilustración de un conjunto de diagramas de temporización correspondientes a umbrales diferentes que se exceden de acuerdo con una realización ventajosa;

la Figura 8 es una ilustración de un conjunto de diagramas de temporización correspondientes a diferentes umbrales que se exceden de acuerdo con una realización ventajosa;

50 la Figura 9 es una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso para administrar un piloto automático de acuerdo con una realización ventajosa;

la Figura 10 es una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso para identificar la información de posición esperada de acuerdo con una realización ventajosa;

la Figura 11 es una ilustración de un diagrama de flujo de otro proceso para identificar la información de posición esperada de acuerdo con una realización ventajosa;

5 la Figura 12 es un diagrama de flujo de un proceso para administrar un sistema de retroaccionamiento de acuerdo con una realización ventajosa;

la Figura 13 es una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso para administrar un piloto automático de acuerdo con una realización ventajosa; y

la Figura 14 es una ilustración de un sistema de procesamiento de datos de acuerdo con una realización ventajosa.

10 Descripción detallada

Con referencia más particularmente a los dibujos, se pueden describir realizaciones ventajosas de la divulgación en el contexto del método 100 de fabricación y servicio de aeronaves como se muestra en la Figura 1 y la aeronave 200 como se muestra en la Figura 2. Volviendo primero a la Figura 1, una ilustración de un método de fabricación y servicio de aeronaves se representa de acuerdo con una realización ventajosa. Durante la preproducción, el método 100 de fabricación y servicio de aeronaves puede incluir la especificación y el diseño 102 de la aeronave 200 en la Figura 2 y la adquisición 104 de material.

15

Durante la producción, tiene lugar la fabricación 106 de componentes y subconjuntos y la integración 108 de sistemas de la aeronave 200 en la Figura 2. A partir de entonces, la aeronave 200 en la Figura 2 puede pasar por la certificación y la entrega 110 para ser puesta en servicio 112. A la vez que está en servicio 112 por un cliente, la aeronave 200 en la Figura 2 está programada para mantenimiento y servicio 114 de rutina, el cual puede incluir modificación, reconfiguración, renovación, retrabajo y otro mantenimiento o servicio.

20

Cada uno de los procesos del método 100 de fabricación y servicio de aeronaves puede ser realizado o llevado a cabo por un integrador de sistemas, un tercero y/o un operador. En estos ejemplos, el operador puede ser un cliente. A los fines de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas de sistemas principales; un tercero puede incluir, sin limitación, cualquier número de vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operador puede ser una aerolínea, una empresa de arrendamiento financiero, una entidad militar, una organización de servicios, etc.

25

Con referencia ahora a la Figura 2, se representa una ilustración de una aeronave en la cual se puede implementar una realización ventajosa. En este ejemplo, la aeronave 200 se produce mediante el método 100 de fabricación y servicio de aeronaves en la Figura 1 y puede incluir el fuselaje 202 con una pluralidad de sistemas 204 y el interior 206. Los ejemplos de la pluralidad de sistemas 204 incluyen uno o más del sistema 208 de propulsión, el sistema 210 eléctrico, el sistema 212 hidráulico, el sistema 214 ambiental y el sistema 216 de control. Se puede incluir cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, se pueden aplicar diferentes realizaciones ventajosas a otras industrias, tales como las industrias automotriz o marítima.

30

Los aparatos y métodos incorporados aquí pueden emplearse durante al menos una de las etapas del método 100 de fabricación y servicio de aeronaves en la Figura 1. Como se usa aquí, la frase "al menos uno de", cuando se usa con una lista de elementos, significa que se pueden usar diferentes combinaciones de uno o más de los elementos enumerados y solo se puede necesitar uno de cada elemento de la lista. Por ejemplo, "al menos uno del elemento A, el elemento B y el elemento C" puede incluir, por ejemplo, sin limitación, el elemento A o el elemento A y el elemento B. Este ejemplo también puede incluir el elemento A, el elemento B y el elemento C o el elemento B y el elemento C.

35

En un ejemplo ilustrativo, los componentes o subconjuntos producidos en la fabricación 106 de componentes y subconjuntos en la Figura 1 pueden fabricarse o manufacturarse de manera similar a los componentes o subconjuntos producidos a la vez que la aeronave 200 está en servicio 112 en la Figura 1. Como aún otro ejemplo, se pueden utilizar diversas realizaciones de aparatos, realizaciones de métodos o una combinación de las mismas durante las etapas de producción, tales como la fabricación 106 de componentes y subconjuntos y la integración 108 del sistema en la Figura 1. Un "número", cuando se refiere a elementos, significa "una o mas cosas." Por ejemplo, diversas realizaciones de aparatos es una o más realizaciones de aparatos. Una serie de realizaciones de aparatos, realizaciones de métodos o una combinación de las mismas se pueden agregar o utilizar de otro modo a la vez que la aeronave 200 está en servicio 112 y/o durante el mantenimiento y el servicio 114 en la Figura 1. El uso de diversas realizaciones ventajosas diferentes puede sustancialmente acelerar el ensamblaje y/o reducir el coste de la aeronave 200. Por ejemplo, en una realización ventajosa, el sistema 216 de control puede ensamblarse usando menos accionadores u otros dispositivos para redundancia en el sistema 216 de control.

45

En una realización ventajosa, se puede usar o implementar un módulo de monitorización con el sistema 216 de control. El sistema 216 de control incluye componentes que controlan el movimiento de la aeronave 200.

50

- 5 En una realización ventajosa, el sistema de monitorización está configurado para identificar una diferencia entre la información de posición medida para un controlador y la información de posición esperada para el controlador. El módulo de monitorización también está configurado para comparar la diferencia con los umbrales para administrar un piloto automático en el sistema de control para formar una comparación y administrar una operación del piloto automático con base en la comparación de tal manera que el piloto automático permanezca operativo cuando el sistema de retroaccionamiento no está funcionando y la anulación intencional del piloto automático está ausente. El proceso también se puede usar para administrar el sistema de retroaccionamiento, si se desea.
- 10 Con referencia ahora a la Figura 3, se describe una ilustración de un diagrama de bloques para un sistema de control de acuerdo con una realización ventajosa. En este ejemplo ilustrativo, el sistema 216 de control para la aeronave 200 en la Figura 2 se muestra con más detalle. En este ejemplo ilustrativo, el sistema 216 de control toma la forma de un sistema 300 de control de vuelo por cable. El sistema 216 de control incluye componentes utilizados para controlar el movimiento de la aeronave 200 en la Figura 2 cuando la aeronave 200 se mueve en el suelo, en el aire o ambos.
- 15 En este ejemplo ilustrativo, el sistema 216 de control comprende el número de controladores 302, el ordenador 304 de control de vuelo, el piloto 306 automático, el módulo 308 de monitorización, el sistema 310 de retroaccionamiento, el sistema 312 de accionador y las superficies 314 de control.
- 20 El número de controladores 302 incluye dispositivos de hardware utilizados por un operador de la aeronave 200 para controlar la aeronave 200 en la Figura 2. El número de controladores 302 puede incluir, por ejemplo, sin limitación, al menos uno de una columna, una rueda, una palanca de vuelo, una palanca, una palanca del acelerador, un yugo de control, pedales y/u otros tipos adecuados de controladores. En estos ejemplos ilustrativos, el número de controladores 302 puede ser manipulado por un operador de la aeronave 200, tal como un piloto o copiloto. Por ejemplo, el número de controladores 302 puede manipularse por al menos uno moviendo, aplicando presión, girando y/o manipulando de alguna otra manera adecuada uno o más del número de controladores 302.
- 25 La manipulación del número de controladores 302 genera señales que se envían al ordenador 304 de control de vuelo. El ordenador 304 de control de vuelo genera comandos usando estas señales para mover las superficies 314 de control a diferentes posiciones. Estos comandos se envían al sistema 312 de accionador, que está configurado para controlar el movimiento de las superficies 314 de control. Como se usa en este documento, un "número de elementos" significa "uno o más elementos".
- 30 En estos ejemplos ilustrativos, el piloto 306 automático opera para controlar el movimiento de las superficies 314 de control. El piloto 306 automático puede controlar el movimiento de las superficies 314 de control sin requerir un piloto u otro operador de la aeronave 200 para proporcionar información. Como resultado, el piloto 306 automático puede permitir a los operadores de la aeronave 200 realizar otras operaciones o descansar durante el vuelo de la aeronave 200.
- 35 En un ejemplo ilustrativo, el piloto 306 automático envía comandos al ordenador 304 de control de vuelo, que a su vez envía comandos al sistema 312 de accionador para operar el sistema 312 de accionador. En particular, el sistema 312 de accionador se opera para mover las superficies 314 de control a las posiciones 320 sin que requiera información de un operador de la aeronave 200.
- 40 En estos ejemplos ilustrativos, el sistema 310 de retroaccionamiento está conectado al número de controladores 302 y el piloto 306 automático. En particular, el sistema 310 de retroaccionamiento está conectado eléctricamente al piloto 306 automático. Como se usa en este documento, cuando un primer componente, tal como el sistema 310 de retroaccionamiento, está conectado eléctricamente a un segundo componente, tal como el piloto 306 automático, el primer componente está conectado al segundo componente de manera que se puede enviar una señal eléctrica a partir del primer componente al segundo componente, el segundo componente al primer componente o una combinación de los dos.
- 45 El primer componente puede estar conectado eléctricamente al segundo componente sin ningún componente adicional entre los dos componentes. El primer componente también puede estar conectado eléctricamente al segundo componente por uno o más componentes. Por ejemplo, un dispositivo electrónico puede estar conectado eléctricamente a un segundo dispositivo electrónico sin ningún dispositivo electrónico adicional entre el primer dispositivo electrónico y el segundo dispositivo electrónico. En algunos casos, otro dispositivo electrónico puede estar presente entre los dos dispositivos electrónicos que están conectados eléctricamente entre sí. Por ejemplo, el sistema 50 310 de retroaccionamiento puede conectarse al piloto 306 automático a través del ordenador 304 de control de vuelo.
- 55 En estos ejemplos ilustrativos, el sistema 310 de retroaccionamiento proporciona retroalimentación 316 para las operaciones realizadas por el piloto 306 automático a los operadores de la aeronave 200. La retroalimentación 316 puede ser retroalimentación visual y/o táctil. En otras palabras, el sistema 310 de retroaccionamiento proporciona al operador de la aeronave 200 conocimiento visual y/o táctil de las operaciones que realiza el piloto 306 automático.
- Cuando el piloto 306 automático está funcionando, el piloto 306 automático o el ordenador 304 de control de vuelo envía información al sistema 310 de retroaccionamiento para operar el sistema 310 de retroaccionamiento. Durante el funcionamiento del sistema 310 de retroaccionamiento, el sistema 310 de retroaccionamiento genera comandos 333 de retroaccionamiento para controlar el sistema 323 de accionador de retroaccionamiento en el sistema 310 de

ES 2 745 001 T3

retroaccionamiento. Los comandos 333 de retroaccionamiento se generan con base en las posiciones 320 a las cuales se mueven las superficies 314 de control.

5 El sistema 323 de accionador de retroaccionamiento está conectado al número de controladores 302. La operación del sistema 323 de accionador de retroaccionamiento se produce en respuesta a los comandos 333 de retroaccionamiento para manipular el número de controladores 302. Por ejemplo, los comandos 333 de retroaccionamiento pueden hacer que el sistema 323 de accionador de retroaccionamiento mueva el número de los controladores 302 al número de posiciones 318 que corresponden a las posiciones 320 para las superficies 314 de control. De esta manera, el número de posiciones 318 del número de controladores 302 puede ser controlado por el sistema 310 de retroaccionamiento en respuesta al piloto 306 automático que mueve las superficies 314 de control a las posiciones 320 utilizando el sistema 312 de accionador.

10 En otras palabras, el sistema 310 de retroaccionamiento mueve el número de controladores 302 al número de posiciones 318 correspondientes a las posiciones 320 para las superficies 314 de control. Este movimiento es similar a la manera en la cual un piloto puede mover el número de controladores 302 al número de posiciones 318 para mover las superficies 314 de control a las posiciones 320. De esta manera, el sistema 310 de retroaccionamiento mueve el número de controladores 302 al número de posiciones 318 para proporcionar retroalimentación 316 que es visual y/o táctil para las posiciones 320 de las superficies 314 de control. La retroalimentación 316 proporciona a un operador de la aeronave conocer las operaciones que realiza el piloto 306 automático.

15 En estos ejemplos ilustrativos, el módulo 308 de monitorización está configurado para determinar cuándo se produce la anulación 322 intencional del piloto 306 automático. El módulo 308 de monitorización puede tomar la forma de software, hardware o ambos. Cuando el módulo 308 de monitorización toma la forma de software, el código de programa para el software puede ejecutarse en un ordenador, tal como, por ejemplo, el ordenador 304 de control de vuelo. Cuando el módulo 308 de monitorización toma la forma de hardware, el componente de hardware puede estar ubicado en el ordenador 304 de control de vuelo o en una unidad separada.

20 La anulación 322 intencional significa que el piloto u otro operador de la aeronave 200 ha movido uno o más controladores en el número de controladores 302 de una manera que tiene la intención de anular el piloto 306 automático. En otras palabras, la anulación 322 intencional significa que el piloto tiene la intención para tomar el control de la aeronave 200 y no quiere que el piloto 306 automático controle el movimiento de la aeronave 200.

25 El módulo 308 de monitorización permite la detección de la anulación 322 intencional incluso cuando el sistema 310 de retroaccionamiento no está funcionando o, en otras palabras, no está funcionando. El sistema 310 de retroaccionamiento puede no funcionar por diversas razones diferentes. Por ejemplo, el sistema 310 de retroaccionamiento puede no funcionar como se desea, puede estar apagado o puede no funcionar por alguna otra razón.

30 El módulo 308 de monitorización está configurado para administrar el funcionamiento del piloto 306 automático, el sistema 310 de retroaccionamiento, o tanto el piloto 306 automático como el sistema 310 de retroaccionamiento en estos ejemplos ilustrativos. El módulo 308 de monitorización usa los umbrales 324 en la administración del piloto 306 automático y el sistema 310 de retroaccionamiento.

35 En estos ejemplos ilustrativos, el módulo 308 de monitorización recibe información 326 de posición medida del sistema 328 de sensor. El sistema 328 de sensor está asociado con el número de controladores 302 en estos ejemplos representados.

40 El sistema 328 de sensor genera información 326 de posición medida a medida que el número de controladores 302 se mueve al número de posiciones 318. La información 326 de posición medida puede ser para uno, algunos o una parte del número de controladores 302. La información 326 de posición medida puede incluir, por ejemplo, al menos uno de una posición, una velocidad, un vector, una dirección de movimiento y otros parámetros adecuados para un controlador.

45 Además, el módulo 308 de monitorización identifica la información 332 de posición esperada para el número de controladores 302. La información 332 de posición esperada incluye valores esperados para parámetros, tales como, por ejemplo, al menos uno de una posición, una velocidad, un vector, una dirección de movimiento y otros parámetros adecuados para un controlador.

50 En estos ejemplos, el módulo 308 de monitorización identifica la información 332 de posición esperada usando los comandos 333 de retroaccionamiento recibidos del sistema 310 de retroaccionamiento. En algunos casos, el módulo 308 de monitorización puede generar la información 332 de posición esperada de los comandos 333 de retroaccionamiento usando los comandos 333 de retroaccionamiento para ajustar la información 326 de posición medida en algunos ejemplos ilustrativos.

55 En estos ejemplos ilustrativos, el módulo 308 de monitorización compara la información 326 de posición medida y la información 332 de posición esperada para formar la comparación 334. El módulo 308 de monitorización usa la comparación 334 para determinar si una diferencia entre la información 326 de posición medida y la información 332

de posición esperada es mayor que los umbrales 324 para administrar el piloto 306 automático y el sistema 310 de retroaccionamiento.

5 El módulo 308 de monitorización administra el funcionamiento del piloto 306 automático y el sistema 310 de retroaccionamiento con base en la comparación 334. Esta administración es tal que el piloto 306 automático permanece operativo cuando el sistema 310 de retroaccionamiento no está funcionando y la anulación 322 intencional del piloto 306 automático está ausente. En particular, los umbrales 324 se seleccionan de manera tal que el piloto 306 automático permanezca operativo cuando el sistema 310 de retroaccionamiento no está funcionando y la anulación 322 intencional del piloto 306 automático esté ausente.

10 En estos ejemplos ilustrativos, los umbrales 324 incluyen el primer umbral 336, el segundo umbral 338 y el tercer umbral 340. El primer umbral 336 está configurado para detectar cuando el sistema 310 de retroaccionamiento no está funcionando como se desea cuando está funcionando el piloto 306 automático. El segundo umbral 338 está configurado para detectar la anulación 322 intencional del piloto 306 automático cuando el piloto 306 automático y el sistema 310 de retroaccionamiento están funcionando. El tercer umbral 340 está configurado para detectar la anulación 322 intencional del piloto 306 automático cuando el sistema 310 de retroaccionamiento no está funcionando.

15 En estos ejemplos ilustrativos, el sistema 310 de retroaccionamiento puede desactivarse cuando la comparación 334 es mayor que el primer umbral 336. Sin embargo, la comparación 334 que excede el primer umbral 336 por sí sola no hace que el piloto 306 automático deje de funcionar.

20 Cuando la comparación 334 excede el segundo umbral 338 a la vez que el sistema 310 de retroaccionamiento está funcionando, el piloto 306 automático puede desactivarse. En estos ejemplos ilustrativos, el primer umbral 336 y el segundo umbral 338 se seleccionan de tal manera que la comparación 334 excede el primer umbral 336 antes de exceder el segundo umbral 338. En otras palabras, el sistema 310 de retroaccionamiento puede desactivarse antes de que se exceda el segundo umbral 338.

25 De esta manera, el segundo umbral 338 puede configurarse para estar activo cuando el sistema 310 de retroaccionamiento está funcionando o cuando el sistema 310 de retroaccionamiento ha estado funcionando durante un período de tiempo seleccionado antes de que se supere el segundo umbral 338. El segundo umbral 338 puede definirse por encima del primer umbral 336, de modo tal que las ocurrencias reales del sistema 310 de retroaccionamiento que no está funcionando como se desea pueden detectarse sin desconectar el piloto 306 automático.

30 Además, en estos ejemplos ilustrativos, el segundo umbral 338 se selecciona para que sea lo suficientemente grande como para que el piloto 306 automático no se desconecte involuntariamente y, sin embargo, sea lo suficientemente pequeño como para que se pueda detectar la anulación 322 intencional. Además, el tercer umbral 340 se selecciona para que sea lo suficientemente grande como para que el piloto 306 automático no se desconecte involuntariamente y sea lo suficientemente pequeño como para que se pueda detectar la anulación 322 intencional.

35 En estos ejemplos, el tercer umbral 340 puede seleccionarse de modo tal que el piloto 306 automático pueda desactivarse en respuesta a la anulación 322 intencional, independientemente de si el sistema 310 de retroaccionamiento está funcionando o no. Además, cuando el estado del sistema 310 de retroaccionamiento no toma en cuenta el tercer umbral 340, el tercer umbral 340 se define más alto que el primer umbral 336 y el segundo umbral 338. En algunos casos, cuando el estado del sistema 310 de retroaccionamiento no toma en cuenta, el tercer umbral 340 se puede definir en un valor que sea sustancialmente igual al segundo umbral 338. Cuando se toma en cuenta el estado del sistema 310 de retroaccionamiento, el tercer umbral 340 se puede definir en cualquier valor que proporcione el tipo deseado de anulación del piloto 306 automático.

40 De esta manera, los umbrales 324 se seleccionan de modo que el piloto 306 automático deje de funcionar dentro de un período de tiempo deseado después de que se produzca la anulación 322 intencional y de modo que se reduzca la posibilidad de una anulación involuntaria del piloto 306 automático, independientemente de si el sistema 310 de retroaccionamiento está funcionando o no. Además, los umbrales 324 se seleccionan de modo que el piloto 306 automático pueda permanecer activado u operativo aunque el sistema 310 de retroaccionamiento no funcione como se desea.

45 Las superficies 314 de control pueden moverse a las posiciones 320 que corresponden a un número actual de posiciones para el número de controladores 302 cuando el piloto 306 automático deja de funcionar. Este movimiento de las superficies 314 de control puede ocurrir tan pronto como el piloto 306 automático deje de funcionar en estos ejemplos. Cuando el piloto 306 automático se desconecta, se puede considerar que el piloto 306 automático ha dejado de funcionar.

50 En un ejemplo ilustrativo, cuando los umbrales 324 se definen demasiado altos, el operador de la aeronave 200 puede tener que mover un mayor número de controladores 302 una distancia mayor antes de que se detecte la anulación 322 intencional y se desactive el piloto 306 automático. En este ejemplo ilustrativo, puede ocurrir un cambio no deseado en la posición y/u orientación de la aeronave 200 cuando las superficies 314 de control comienzan a responder a las posiciones del número de controladores 302 cuando el piloto 306 automático está desactivado.

- 5 En estos ejemplos ilustrativos, cuando el sistema 310 de retroaccionamiento no está funcionando, uno o más del número de controladores 302 vuelve a la posición 342 neutra. La posición 342 neutra es una posición para el número de controladores 302 que se espera cuando el sistema 310 de retroaccionamiento no está funcionando. El sistema 310 de retroaccionamiento no está funcionando, en estos ejemplos, cuando el sistema 310 de retroaccionamiento está apagado, desenganchado, desconectado del número de controladores 302, o no está funcionando como se desea.
- 10 La ilustración de componentes para el sistema 216 de control no pretende implicar limitaciones físicas o arquitectónicas a la manera en la cual se puede implementar una realización ventajosa. Se pueden usar otros componentes además de y/o en lugar de los que se ilustran. Algunos componentes pueden ser innecesarios. Además, los bloques se presentan para ilustrar algunos componentes funcionales. Uno o más de estos bloques pueden combinarse y/o dividirse en diferentes bloques cuando se implementan en una realización ventajosa.
- 15 Por ejemplo, aunque el módulo 308 de monitorización se muestra como un componente separado en el diagrama de bloques, el módulo 308 de monitorización puede implementarse como parte de uno o más componentes. Por ejemplo, el módulo 308 de monitorización puede implementarse en el ordenador 304 de control de vuelo, como parte del piloto 306 automático, o incluso como parte del sistema 310 de retroaccionamiento en otros ejemplos ilustrativos.
- 20 En otro ejemplo ilustrativo, se puede implementar una realización ventajosa con otros tipos de vehículos que no sean aeronaves 200. Por ejemplo, se puede implementar una realización ventajosa en un automóvil, un tanque, un transporte de personal, un submarino, un barco, una nave espacial y/u otros tipos adecuados de vehículos.
- En aún otro ejemplo ilustrativo, el sistema 328 de sensor puede considerarse parte de otro sistema en lugar del número de controladores 302. Por ejemplo, el sistema 328 de sensor puede identificar el número de posiciones 318 para el número de controladores 302, pero puede considerarse formar parte de otro sistema, tal como, por ejemplo, el sistema 310 de retroaccionamiento.
- 25 Con referencia ahora a la Figura 4, se muestra una ilustración de controladores en un sistema de control de acuerdo con una realización ventajosa. En este ejemplo ilustrativo, la columna 400 y la columna 402 son ejemplos de controladores en número de controladores 302 en la Figura 3. En este ejemplo, la rueda 404 está conectada a la columna 400, y la rueda 406 está conectada a la columna 402. La rueda 404 y la rueda 406 son también ejemplos de controladores en número de controladores 302. Sin embargo, este ejemplo se centra en la columna 400 y la columna 402.
- 30 Como se puede ver, la columna 400 y la columna 402 están situadas una al lado de la otra. La columna 400 y la columna 402 son móviles en la dirección de las flechas 412 y 414, respectivamente. La rueda 404 y la rueda 406 son giratorias al final de la columna 400 y la columna 402 en la dirección de las flechas 416 y 418, respectivamente. La columna 400 está montada de forma giratoria en el árbol 420, y la columna 402 está montada de forma giratoria en el árbol 422. El árbol 420 y el árbol 422 son giratorios en la dirección de las flechas 424 y 426 cuando la columna 400 y la columna 402 se mueven en la dirección de las flechas 412 y 414,
- 35 En este ejemplo ilustrativo, el accionador 428 está conectado al árbol 432 por la barra 434. De manera similar, el accionador 430 está conectado al árbol 436 por la barra 438. El accionador 428 y el accionador 430 son ejemplos de accionadores ubicados dentro del sistema 323 de accionador de retroaccionamiento en la Figura 3.
- 40 Como se muestra, el árbol 432 está conectado a la unidad 440 de centrado por la barra 442 y, a su vez, la unidad 440 de centrado está conectada al árbol 420 para la columna 400 por la barra 444. De manera similar, el árbol 436 está conectado a la unidad 446 de centrado por la barra 448 y, a su vez, la unidad 446 de centrado está conectada al árbol 422 para la columna 402 por la barra 450.
- 45 En estos ejemplos ilustrativos, el accionador 428 y el accionador 430 se controlan para mover la columna 400 y la columna 402 de una manera que proporciona retroalimentación visual y táctil a un piloto. El accionador 428 puede operar de tal manera que la interconexión con el árbol y las barras provoque que la columna 400 y la columna 402 se muevan en la dirección de la flecha 412. De manera similar, el accionador 430 puede operar de tal manera que la interconexión con las diferentes barras y árboles hace que la columna 402 se mueva en la dirección de la flecha 414. La unidad 440 de centrado y la unidad 446 de centrado hacen que la columna 400 y la columna 402 se muevan a una posición neutra cuando el accionador 428 y el accionador 430 no están funcionando para controlar la posición de la columna 400 y la columna 402.
- 50 En estos ejemplos ilustrativos, las posiciones de la columna 400 y la columna 402 pueden ser detectadas o identificadas por el sensor 452 y el sensor 454. El sensor 452 está asociado con la columna 400 y el sensor 454 está asociado con la columna 402. Estos sensores están conectados indirectamente a la columna por los enlaces y los árboles de modo que el movimiento de los enlaces y los árboles provoque un movimiento detectado por el sensor 452 y el sensor 454. Estos sensores pueden generar datos para la información 326 de posición medida en la Figura 3.
- 55 La ilustración de la columna 400 y la columna 402 no pretende implicar limitaciones físicas o arquitectónicas a la manera en la cual diferentes controladores pueden implementarse o controlarse mediante sistemas de retroaccionamiento. Por ejemplo, en algunos ejemplos ilustrativos, los accionadores pueden conectarse a la rueda 404 y la rueda 406. Además, en otros ejemplos ilustrativos, los controladores pueden tomar la forma de pedales, palancas

laterales y/u otros tipos de controladores utilizados para operar una aeronave. Los diferentes componentes que se ilustran en la Figura 4 pueden usarse en combinación con los componentes que se representan en el sistema 216 de control en la Figura 3. Algunos de estos componentes son ejemplos de implementaciones físicas de bloques dentro del sistema 216 de control como se representa en la Figura 3.

- 5 Con referencia ahora a la Figura 5, se muestra una ilustración de componentes en un módulo de monitorización de acuerdo con una realización ventajosa. En este ejemplo ilustrativo, se representa un ejemplo de una implementación para el módulo 308 monitorizar en la Figura 3 de acuerdo con una realización ventajosa.

10 En este ejemplo ilustrativo, el módulo 308 de monitorización incluye el módulo 500 de diferencia de posición, el módulo 502 de desactivación del sistema de retroaccionamiento, el módulo 504 de anulación y el módulo 506 de anulación. Como se ilustra, el módulo 500 de diferencia de posición genera la diferencia 508 entre la posición 510 medida y la posición 512 esperada. En particular, la diferencia 508 es generada por la unidad 520 de sustracción. La unidad 520 de sustracción sustrae la posición 512 esperada de la posición 510 medida en estos ejemplos ilustrativos.

15 En este ejemplo ilustrativo, la posición 510 medida es un ejemplo de una implementación para la información 326 de posición medida en la Figura 3. Además, la posición 512 esperada es un ejemplo de una implementación para la información 332 de posición esperada en la Figura 3 en este ejemplo ilustrativo.

20 Como se muestra, la posición 510 medida toma la forma de la posición 514 del controlador. La posición 514 del controlador puede ser para un controlador, tal como un controlador en el número de controladores 302 en la Figura 3. En particular, la posición 510 medida toma la forma de una señal continua que indica una distancia entre una posición actual del controlador y una posición cero para el controlador. Esta distancia puede estar en unidades de, por ejemplo, grados, pulgadas y/o algún otro tipo adecuado de unidad de medida.

En este ejemplo ilustrativo, la posición cero para el controlador puede ser, por ejemplo, una posición inicial para el controlador antes de un vuelo de la aeronave, una posición correspondiente a una desviación de sustancialmente cero grados para las superficies de control de la aeronave, y/o alguna otra posición adecuada a partir de la cual se pueda medir o cuantificar el movimiento del controlador.

25 Como se ilustra, la posición 512 esperada se selecciona de una de la posición 516 de retroaccionamiento esperada y la posición 518 neutra esperada. En particular, el interruptor 522 selecciona entre la posición 516 de retroaccionamiento esperada y la posición 518 neutra esperada. Esta selección se realiza usando la señal 524 no operativa de retroaccionamiento. La señal 524 no operativa de retroaccionamiento es generada por el módulo 502 de desactivación del sistema de retroaccionamiento para indicar si el sistema de retroaccionamiento está funcionando o no.

30 En este ejemplo ilustrativo, la señal 524 no operativa de retroaccionamiento es verdadera o una lógica de "1" cuando el sistema de retroaccionamiento no está funcionando y debería desactivarse. La señal es falsa o una lógica de "0" cuando el sistema de retroaccionamiento está funcionando y no debe desactivarse. En estos ejemplos, cuando el sistema de retroaccionamiento funciona como se desea, la señal 524 no operativa de retroaccionamiento no indica que el sistema de retroaccionamiento deba estar desactivado. Esta señal se usa para enviar comandos al sistema 310 de retroaccionamiento en la Figura 3.

35 El interruptor 522 usa la señal 524 no operativa de retroaccionamiento para seleccionar entre la posición 516 de retroaccionamiento esperada y la posición 518 neutra esperada. Cuando la señal de 524 no operativa de retroaccionamiento indica que la unidad de retroaccionamiento debe desactivarse, el interruptor 522 selecciona la posición 518 neutra esperada para salir del interruptor 522. Cuando la señal 524 no operativa de retroaccionamiento indica que el sistema de retroaccionamiento no debe desactivarse, el interruptor 522 selecciona la posición 516 de retroaccionamiento esperada para la salida del interruptor 522.

40 En estos ejemplos ilustrativos, la posición 516 esperada de retroaccionamiento se genera usando el patrón 526 de retroaccionamiento en el módulo 500 de diferencia de posición. Como se muestra, el patrón 526 de retroaccionamiento comprende el retraso 528, el filtro 530 de retraso y la ganancia 532. El comando 534 de retroaccionamiento se introduce en el patrón 526 de retroaccionamiento para generar la posición 516 esperada de retroaccionamiento. El comando 534 de retroaccionamiento es el comando enviado al sistema 323 de accionamiento de retroaccionamiento en la Figura 3.

45 En estos ejemplos ilustrativos, la posición 518 neutra esperada se genera mediante el patrón 536 de posición neutra. La posición 514 del controlador, la señal 524 no operativa de retroaccionamiento y la posición 538 neutra se envían como entradas en el patrón 536 de posición neutra. La posición 514 del controlador proporciona una condición inicial para el patrón 536 de posición neutra. La señal 524 no operativa de retroaccionamiento indica el estado del sistema de retroaccionamiento para su uso en el patrón 536 de posición neutra. La posición 538 neutra es una posición a la cual se espera que regrese el controlador cuando el sistema de retroaccionamiento está desactivado.

55 En estos ejemplos ilustrativos, cuando la señal 524 no operativa de retroaccionamiento indica que el sistema de retroaccionamiento no debe desactivarse, el patrón 536 de posición neutra se inicializa para que sea la posición medida actual para el controlador como se indica en la posición 514 del controlador. La posición 514 del controlador

ES 2 745 001 T3

y la posición 538 neutra se usan para identificar la posición 518 neutra esperada. En otras palabras, la posición 518 neutra esperada puede no ser la posición final o la posición 538 neutra para el controlador.

5 Por ejemplo, el patrón 536 de posición neutra puede usar una velocidad de movimiento esperada del controlador a partir de la posición 514 del controlador a la posición 538 neutra en el momento en que la señal 524 no operativa de retroaccionamiento indica que el sistema de retroaccionamiento debe desactivarse para identificar la posición 518 neutra esperada. En otras palabras, la posición 518 neutra esperada puede ser la posición en la cual se espera que el controlador esté en un punto actual en el tiempo a la vez que se mueve hacia la posición 538 neutra cuando el sistema de retroaccionamiento no está funcionando. De esta manera, la posición 518 neutra esperada puede ser la posición 538 neutra o alguna posición entre la posición 538 neutra y la posición 514 del controlador con base en el procesamiento de la posición 514 del controlador y la posición 538 neutra por el patrón 536 de posición neutra.

10 En estos ejemplos ilustrativos, la diferencia 508 tiene un valor positivo o un valor negativo con base en la salida de la unidad 520 de sustracción. En estos ejemplos ilustrativos, solo se necesita la magnitud de la diferencia 508. En estos ejemplos representados, la unidad 540 de valor absoluto genera la diferencia 541 absoluta. La diferencia 541 absoluta es la diferencia 508 sin un signo.

15 En este ejemplo ilustrativo, el módulo 502 de desactivación del sistema de retroaccionamiento incluye el comparador 544, la compuerta 546 Y, el inversor 548, la unidad 550 de retraso, el inversor 552 y el seguro 554. La diferencia 541 absoluta se introduce en el módulo 502 de desactivación del sistema de retroaccionamiento en el comparador 544. La diferencia 541 absoluta se compara con el primer umbral 556 por el comparador 544. El comparador 544 emite una lógica de "1" si la diferencia 541 absoluta es mayor que el primer umbral 556. Esta salida del comparador 544 está conectada a la compuerta 546 Y junto con la salida de inversor 548.

20 La salida de la compuerta 546 Y se envía a través de la unidad 550 de retraso. A su vez, la salida de la unidad 550 de retraso se envía como entrada al seguro 554. Además, en este ejemplo, la señal 558 activada por piloto automático se envía a través del inversor 552, con la salida del inversor 552 que también se envía como entrada al seguro 554. El seguro 554 emite la señal 524 no operativa de retroaccionamiento. La salida de la unidad 550 de retraso forma la entrada 555 definida para el seguro 554. Esta salida del inversor 552 forma la entrada 557 de reinicio para el seguro 554,

25 En este ejemplo ilustrativo, el seguro 554 genera un verdad o lógica de "1" para la señal 524 no operativa de retroaccionamiento cuando la entrada 555 definida es verdadera y la entrada 557 de reinicio es falsa. Si la entrada 555 definida es falsa y la entrada 557 de reinicio es verdadera, el seguro 554 genera un falso o lógica de "0" para la señal 524 no operativa de retroaccionamiento. Si tanto la entrada 555 definida como la entrada 557 de reinicio son falsas, el seguro 554 genera la señal 524 no operativa de retroaccionamiento manteniendo su valor previamente identificado.

30 Además, si tanto la entrada 555 definida como la entrada 557 de reinicio son verdaderas, el seguro 554 puede configurarse para determinar si se debe usar la entrada 555 definida o la entrada 557 de reinicio para emitir la señal 524 no operativa de retroaccionamiento.

35 La señal 524 no operativa de retroaccionamiento se emite por el seguro 554 y se envía de vuelta al módulo 502 de desactivación del sistema de retroaccionamiento en el inversor 548. Estas conexiones forman un circuito de retroalimentación en el módulo 502 de desactivación del sistema de retroaccionamiento.

40 De esta manera, si el sistema de retroaccionamiento no se ha identificado previamente como desactivado por la señal 524 no operativa de retroaccionamiento, el módulo 502 de desactivación del sistema de retroaccionamiento identifica el sistema de retroaccionamiento como desactivado usando la señal 524 no operativa de retroaccionamiento cuando el piloto automático está activado y cuando el valor absoluto de la diferencia 508 es mayor que el primer umbral 556 durante al menos un período de tiempo, de acuerdo con lo definido por la unidad 550 de retraso.

45 Como se muestra, el módulo 504 de anulación comprende la unidad 560 de retraso, el inversor 562, la compuerta 564 Y y el comparador 566. En este ejemplo, la señal 524 no operativa de retroaccionamiento de la salida del módulo 502 de desactivación del sistema de retroaccionamiento se introduce en la unidad 560 de retraso. La salida de la unidad 560 de retraso está conectada al inversor 562. A su vez, la salida del inversor 562 está conectada a la compuerta 564 Y.

50 En este ejemplo ilustrativo, la diferencia 541 absoluta se introduce en el módulo 504 de anulación en una entrada al comparador 566 en el módulo 504 de anulación. La diferencia 541 absoluta se compara con el segundo umbral 568 por el comparador 566. El comparador 566 emite un verdadero o lógica "1" cuando la diferencia 541 absoluta es mayor que el segundo umbral 568. Esta salida del comparador 566 se envía a la compuerta 564 Y. A su vez, la salida de la compuerta 564 Y se envía a la compuerta 570 O, la cual a su vez se conecta a la unidad 572 de retraso. La salida de la unidad 572 de retraso es la señal 574 de anulación. En este ejemplo, la señal 574 de anulación es verdadera o lógica "1" cuando se ha detectado una anulación intencional del piloto automático.

55 Como se muestra, el módulo 506 de anulación comprende la unidad 576 de retraso, la compuerta 578 Y y el comparador 580. El módulo 506 de anulación recibe la señal 524 no operativa de retroaccionamiento del módulo 502

de desactivación del sistema de retroaccionamiento como una entrada a la unidad 576 de retraso. Además, el módulo 506 de anulación recibe la diferencia 541 absoluta como entrada al comparador 580. La diferencia 541 absoluta se compara con el tercer umbral 582 por el comparador 580. El comparador 580 genera un verdadero o lógica "1" si la diferencia 541 absoluta es mayor que el tercer umbral 582.

- 5 La salida del comparador 580 y la salida de la unidad 576 de retraso se envían a la compuerta 578 Y. A su vez, la salida de la compuerta 578 Y se envía a la compuerta 570 O junto con la salida de la compuerta 564 Y.

En estos ejemplos ilustrativos, una lógica "1" para una señal o una lógica "0" para una señal significa que el nivel de voltaje para la señal tiene un valor de "1" o "0", respectivamente. Para señales que tienen una salida distinta de una lógica "1" o una lógica "0", los niveles de voltaje para estas señales pueden tener otros valores.

- 10 La ilustración de los componentes para el módulo 308 de monitorización en la Figura 5 no pretende implicar limitaciones en la forma en la cual se puede implementar el módulo 308 de monitorización. Por ejemplo, se pueden usar otros tipos de lógica además de y/o en lugar de la lógica que se representa en el módulo en la Figura 5.

- 15 En algunos ejemplos ilustrativos, el procesamiento realizado dentro del patrón 526 de retroaccionamiento, el patrón 536 de posición neutra y el interruptor 522 se puede realizar dentro de un solo patrón con entradas, que incluyen el comando 534 de retroaccionamiento, la posición 514 del controlador, la posición 538 neutra y la señal 524 no operativa de retroaccionamiento, y una salida de la posición 512 esperada.

- 20 Como otro ejemplo ilustrativo, la salida de la compuerta 564 Y puede enviarse a una primera unidad de retraso de tiempo, a la vez que la salida de la compuerta 578 Y se envía a una segunda unidad de retraso de tiempo. Las salidas de estas dos unidades de retraso de tiempo pueden aplicarse a una compuerta O, la cual a su vez emitiría la señal 574 de anulación. De esta manera, pueden estar presentes diferentes valores de retrasos de tiempo para las salidas del módulo 504 de anulación y el módulo 506 de anulación, en comparación con el retraso de tiempo único proporcionado por la unidad 572 de retraso.

- 25 Además, el módulo 308 de monitorización puede implementarse usando software. Con este tipo de implementación, los componentes lógicos de la Figura 5 se pueden convertir en código para un programa de software. En aún otros ejemplos ilustrativos, una porción del módulo 308 de monitorización puede implementarse usando hardware con base en la lógica de la Figura 5, a la vez que otras porciones del módulo 308 de monitorización pueden implementarse en un software que realiza las funciones de la lógica que se ilustra en la Figura 5.

- 30 Con referencia ahora a las Figuras 6-8, las ilustraciones de un conjunto de diagramas de temporización correspondientes a los diferentes umbrales que se exceden se representan de acuerdo con una realización ventajosa. El conjunto de diagramas 600 de temporización en las Figuras 6-8 ilustra la operación del módulo 308 de monitorización implementado usando componentes como se muestra en la Figura 5.

- 35 Volviendo ahora a la Figura 6, el conjunto de diagramas 600 de temporización presenta una situación en la cual el sistema de retroaccionamiento no está funcionando como se desea. Como se muestra, el conjunto de diagramas 600 de temporización incluye el diagrama 602 de temporización, el diagrama 603 de temporización y el diagrama 604 de temporización. El diagrama 602 de temporización, el diagrama 603 de temporización y el diagrama 604 de temporización tienen eje 606 horizontal. El diagrama 602 de temporización y el diagrama 603 de temporización tienen eje 608 vertical. El diagrama 604 de temporización tiene un eje 610 vertical.

- 40 En estos ejemplos ilustrativos, el eje 606 horizontal es el tiempo. El eje 608 vertical para el diagrama 602 de temporización y el diagrama 603 de temporización es la posición 514 del controlador de la Figura 5. El eje 610 vertical para el diagrama 604 de temporización es lógica booleana. En otras palabras, los valores para las curvas en el diagrama 604 de temporización pueden seleccionarse entre uno de lógica "1" y lógica "0".

- 45 El diagrama 602 de temporización incluye la curva 612, la curva 614 y la curva 616. La curva 612 es el comando 534 de retroaccionamiento, la curva 614 es la posición 516 de retroaccionamiento esperada, y la curva 616 es la posición 510 medida en la Figura 5. El primer período de tiempo 618 es el período de tiempo durante el cual el sistema de retroaccionamiento funciona como se desea. El primer período de tiempo 618 termina cuando la curva 616 de repente comienza a alejarse de la curva 614.

- 50 El segundo período de tiempo 620 es el período de tiempo durante el cual la diferencia 541 absoluta en la Figura 5 necesita ser continuamente mayor que el primer umbral 556 a la vez que el sistema de retroaccionamiento no está funcionando como se desea para que el sistema de retroaccionamiento sea identificado como no operativo. El segundo período de tiempo 620 se define por la unidad 550 de retraso en la Figura 5.

El diagrama 603 de temporización incluye la curva 622 y la curva 624. La curva 622 es la diferencia 541 absoluta, a la vez que la curva 624 es el primer umbral 556 en la Figura 5. Como se muestra, los valores para la curva 622 son continuamente mayores que los valores para la curva 624 para el segundo período de tiempo 620 definido por la unidad 550 de retraso.

- 5 En este ejemplo ilustrativo, el diagrama 604 de temporización incluye la curva 626 y la curva 628. La curva 626 es la señal 524 no operativa de retroaccionamiento, y la curva 628 es la señal 574 de anulación. Como se ilustra, la curva 626 cambia de la lógica "0" a la lógica "1" en el tiempo 630. En otras palabras, la señal 524 no operativa de retroaccionamiento de la unidad de retroaccionamiento indica que el sistema de retroaccionamiento no está funcionando como se desea y debe desactivarse en el tiempo 630. El tiempo 630 ocurre al final del segundo período de tiempo 620.
- Como se muestra, el sistema de retroaccionamiento se identifica como que no está funcionando como se desea, pero el piloto automático no está desconectado o desenganchado.
- 10 Con referencia ahora a la Figura 7, el conjunto de diagramas 600 de temporización presenta una situación en la cual se detecta una anulación intencional del piloto automático a la vez que el sistema de retroaccionamiento funciona como se desea. En este ejemplo ilustrativo, el tiempo 700 en el diagrama 602 de temporización es el tiempo en el cual un operador intenta obtener el control manual de la aeronave. Por ejemplo, un operador puede intentar obtener el control manual de la aeronave moviendo un controlador en el tiempo 700.
- 15 Como se representa en el diagrama 602 de temporización, el sistema de retroaccionamiento funciona como se desea durante el primer período de tiempo 703. El primer período de tiempo 703 termina cuando la curva 616 comienza a alejarse repentinamente de la curva 614.
- 20 En el diagrama 603 de temporización, el segundo período de tiempo 620 comienza cuando la curva 622 es mayor que la curva 624. El segundo período de tiempo del tiempo 620 es el período de tiempo durante el cual la curva 622 es continuamente mayor que la curva 624 de modo que el sistema de retroaccionamiento se identifica como que no está funcionando de acuerdo con lo deseado. El segundo período de tiempo 620 termina en el tiempo 705 en el diagrama 604 de temporización. El tiempo 705 es el tiempo en el cual un valor para la curva 626 cambia a la lógica "1".
- 25 En este ejemplo ilustrativo, el diagrama 603 de temporización tiene la curva 702 además de la curva 622 y la curva 624. La curva 702 es el segundo umbral 568 en la Figura 5. El tercer período de tiempo 706 es el período durante el cual la curva 626 tiene un valor de lógica "1" y la curva 622 es mayor que la curva 702. Además, el tercer período de tiempo 706 es un período de tiempo dentro del cuarto período de tiempo 712 durante el cual la curva 622 es mayor que la curva 702. El cuarto período de tiempo 712 comienza en el tiempo 705.
- 30 En este ejemplo que se ilustra, el cuarto período de tiempo 712 se define por la unidad 560 de retraso en la Figura 5. El cuarto período de tiempo 712 es el período de tiempo durante el cual la curva 622 necesita ser mayor que la curva 702 para el número de tiempo definido por la unidad 572 de retraso en la Figura 5 para el módulo 504 de anulación para detectar una anulación intencional. En este ejemplo ilustrativo, el período de tiempo definido por la unidad 572 de retraso en la Figura 5 es el tercer período de tiempo 706.
- 35 En otras palabras, la diferencia 541 absoluta necesita ser continuamente mayor que el segundo umbral 568 para el tercer período de tiempo 706 dentro del cuarto período de tiempo 712 para que el módulo 504 de anulación detecte una anulación intencional. El tercer período de tiempo 706 termina en el tiempo 710.
- 40 Como se representa en el diagrama 604 de temporización, se detecta una anulación intencional del piloto automático en el tiempo 710 al final del tercer período de tiempo 706. En particular, el valor de la señal 574 de anulación cambia a una lógica "1" en el tiempo 710. Además, en el tiempo 710, cuando se detecta la anulación intencional del piloto automático, el módulo 308 de monitorización deja de monitorizar el sistema de retroaccionamiento hasta que el piloto automático comience a funcionar nuevamente.
- 45 Con referencia ahora a la Figura 8, el conjunto de diagramas 600 de temporización presenta una situación en la cual se detecta una anulación intencional del piloto automático a la vez que el sistema de retroaccionamiento no está funcionando. En este ejemplo ilustrativo, el tiempo 800 es el tiempo en el cual un operador intenta obtener el control manual de la aeronave. Por ejemplo, un operador puede intentar obtener el control manual de la aeronave moviendo un controlador en el tiempo 800.
- 50 En este ejemplo ilustrativo, se ha identificado que el sistema de retroaccionamiento no está funcionando. En otras palabras, la señal 524 no operativa de retroaccionamiento tiene un valor de lógica "1", como se ve con la curva 626 en el diagrama 604 de temporización.
- 55 Como se muestra, el quinto período de tiempo 802 en el diagrama 603 de temporización es el tiempo durante el cual la diferencia 541 absoluta necesita ser mayor que el tercer umbral 582 en la Figura 6 para que se detecte una anulación intencional del piloto automático cuando el sistema de retroaccionamiento se ha identificado como no operativo. El tiempo 804 en el diagrama 604 de temporización es el tiempo en el cual se detecta la anulación intencional del piloto automático. Como se ilustra, cuando se detecta una anulación intencional del piloto automático, el módulo 308 de monitorización puede dejar de monitorizar el sistema de retroaccionamiento hasta que el piloto automático comience a funcionar nuevamente.
- Las ilustraciones de los diagramas 602, 603 y 604 de temporización en las Figuras 6-8 no implican limitaciones a la manera en la cual se puede implementar una realización ventajosa. Se pueden usar otros componentes además de

y/o en lugar de los que se ilustran. Por ejemplo, en otros ejemplos ilustrativos, las cantidades de tiempo dentro del primer período de tiempo 618, el segundo período de tiempo 620, el primer período de tiempo 703, el tercer período de tiempo 706 y/o el cuarto período de tiempo 712 pueden variar, dependiendo de la implementación particular. Además, en algunos ejemplos ilustrativos, el primer umbral 556, el segundo umbral 568 y/o el tercer umbral 582 de la Figura 5 pueden tener valores diferentes de modo que los tiempos y/o períodos de tiempo indicados en los diagramas 602, 603 y 604 de temporización son diferentes.

Con referencia ahora a la Figura 9, se muestra una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso para administrar un piloto automático de acuerdo con una realización ventajosa. El proceso que se ilustra en la Figura 9 puede implementarse en el sistema 216 de control en la aeronave 200 en la Figura 2. En particular, este proceso puede implementarse usando el módulo 308 de monitorización en la Figura 3 en estos ejemplos ilustrativos. Las diferentes operaciones en este y otros diagramas de flujo pueden implementarse en software, hardware o una combinación de software y hardware.

El proceso comienza identificando la información de posición medida para un controlador (operación 900). Este controlador puede ser un controlador dentro del número de controladores 302 en la Figura 3. El proceso identifica la información de posición esperada para el controlador (operación 902).

Luego se realiza una comparación entre la diferencia entre la información de posición medida y la información esperada y los umbrales para administrar un piloto automático en un sistema de retroaccionamiento en el sistema de control para formar una comparación (operación 904). Luego, el proceso administra el piloto automático con base en la comparación, de modo tal que el piloto automático sigue funcionando cuando el sistema de retroaccionamiento no está funcionando y no existe una anulación intencional del piloto automático (operación 906), y el proceso finaliza posteriormente. El proceso también puede administrar el sistema de retroaccionamiento con base en la diferencia, dependiendo de la implementación particular.

Con referencia ahora a la Figura 10, se representa una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso para identificar la información de posición esperada de acuerdo con una realización ventajosa. Las operaciones en la Figura 10 son ejemplos de operaciones que pueden usarse en la operación 902 en la Figura 9. Estas operaciones se realizan cuando el sistema de retroaccionamiento está funcionando.

El proceso comienza recibiendo información de posición ordenada por el sistema de retroaccionamiento (operación 1000). El proceso identifica entonces la posición esperada a partir de la posición ordenada por el sistema de retroaccionamiento (operación 1002), con el proceso que termina después. Esta operación toma en cuenta el tiempo necesario para alcanzar la posición ordenada por el sistema de retroaccionamiento a partir de la posición actual y utiliza la posición del controlador identificado en la operación 900 en la Figura 9.

Con referencia ahora a la Figura 11, se muestra una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso adicional para identificar la información de posición esperada de acuerdo con una realización ventajosa. Las diferentes operaciones en esta figura son ejemplos de operaciones que pueden realizarse en la operación 902 en la Figura 9. Estas operaciones se realizan cuando el sistema de retroaccionamiento no está funcionando.

El proceso comienza identificando una posición neutra para el controlador (operación 1100). La posición neutra es la posición en donde se espera que un controlador esté o regrese cuando el sistema de retroaccionamiento no está funcionando. El proceso identifica entonces una posición esperada con base en la posición actual del controlador y la posición neutra para el controlador (operación 1102), con el proceso que termina después. En este ejemplo, la posición actual se obtiene de la información de posición medida en la operación 900 en la Figura 9.

Con referencia ahora a la Figura 12, se muestra una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso para administrar un sistema de retroaccionamiento de acuerdo con una realización ventajosa. Las diferentes operaciones ilustradas en la Figura 12 son ejemplos de operaciones que pueden realizarse como parte de la operación 906 en la Figura 9.

El proceso comienza determinando si el sistema de retroaccionamiento está funcionando (operación 1200). Si el sistema de retroaccionamiento está funcionando, se determina si la diferencia es mayor que un primer umbral (operación 1202). Esta diferencia es la diferencia identificada en la operación 904 en la Figura 9. Si la diferencia es mayor que el primer umbral, no se considera que el sistema de retroaccionamiento funcione correctamente. En otras palabras, el sistema de retroaccionamiento se considera inoperativo. El proceso genera un comando para desactivar el sistema de retroaccionamiento (operación 1204), y el proceso vuelve a la operación 1200.

Con referencia nuevamente a la operación 1202, si la diferencia no es mayor que el primer umbral, el proceso vuelve a la operación 1200. Con referencia nuevamente a la operación 1200, si el sistema de retroaccionamiento no está funcionando, el proceso también vuelve a la operación 1200. En otras palabras, el proceso se repite. El regreso a la operación 1200 toma en cuenta que el sistema de retroaccionamiento puede no funcionar por diversas razones diferentes. Por ejemplo, el piloto u otro operador pueden haber apagado el sistema de retroaccionamiento. En un tiempo posterior, el sistema de retroaccionamiento puede encenderse y volver a funcionar.

Con referencia ahora a la Figura 13, se muestra una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso para administrar un piloto automático de acuerdo con una realización ventajosa. El proceso que se ilustra en la Figura 13 incluye

operaciones que pueden realizarse como parte de la operación 906 en la Figura 9 para administrar un piloto automático.

5 El proceso comienza determinando si el sistema de retroaccionamiento está funcionando (operación 1300). Si el sistema de retroaccionamiento está funcionando, se determina si la diferencia es mayor que un segundo umbral (operación 1302). El segundo umbral se usa para determinar si se ha producido una anulación intencional con respecto al control cuando el sistema de retroaccionamiento está funcionando. El segundo umbral se selecciona para tomar en cuenta que el sistema de retroaccionamiento está funcionando.

Si la diferencia es mayor que el segundo umbral, el proceso genera el comando para desactivar el piloto automático (operación 1304), y el proceso finaliza posteriormente.

10 Con referencia nuevamente a la operación 1302, si la diferencia no es mayor que el segundo umbral, el proceso vuelve a la operación 1300. Con referencia nuevamente a la operación 1300, si el sistema de retroaccionamiento no está operando, el proceso determina si la diferencia es mayor que un tercer umbral (operación 1306). Este tercer umbral se selecciona para tomar en cuenta que el sistema de retroaccionamiento no está funcionando para determinar si se ha producido una anulación intencional del piloto automático. Si la diferencia es mayor que un tercer umbral, el proceso
15 pasa a la operación 1304 como se describió anteriormente. De lo contrario, el proceso vuelve a la operación 1300.

Los diagramas de flujo y los diagramas de bloques en las diferentes realizaciones descritas ilustran la arquitectura, la funcionalidad y el funcionamiento de algunas implementaciones posibles de aparatos y métodos en una realización ventajosa. A este respecto, cada bloque en los diagramas de flujo o diagramas de bloques puede representar un módulo, segmento, función y/o una parte de una operación o etapa. Por ejemplo, uno o más de los bloques pueden
20 implementarse como código de programa, en hardware, o una combinación del código de programa y hardware. Cuando se implementa en hardware, el hardware puede, por ejemplo, tomar la forma de circuitos integrados que se fabrican o configuran para realizar una o más operaciones en los diagramas de flujo o diagramas de bloques.

En algunas implementaciones alternativas de una realización ventajosa, la función o funciones indicadas en el bloque pueden ocurrir fuera del orden indicado en las figuras. Por ejemplo, en algunos casos, dos bloques mostrados
25 sucesivamente pueden ejecutarse de manera sustancialmente simultánea, o los bloques pueden ejecutarse a veces en el orden inverso, dependiendo de la funcionalidad involucrada. Además, se pueden agregar otros bloques además de los bloques ilustrados en un diagrama de flujo o diagrama de bloques.

Volviendo ahora a la Figura 14, se muestra una ilustración de un sistema de procesamiento de datos de acuerdo con una realización ventajosa. En este ejemplo ilustrativo, el sistema 1400 de procesamiento de datos incluye la estructura
30 1402 de comunicaciones, que proporciona comunicaciones entre la unidad 1404 de procesador, la memoria 1406, el almacenamiento 1408 persistente, la unidad 1410 de comunicaciones, la unidad 1412 de entrada/salida (E/S) y la pantalla 1414. El sistema 1400 de procesamiento de datos es un ejemplo de un sistema de procesamiento de datos que se puede utilizar para implementar el ordenador 304 de control de vuelo en la Figura 3.

La unidad 1404 de procesador sirve para ejecutar instrucciones para el software que puede cargarse en la memoria
35 1406. La unidad 1404 de procesador puede ser un número de procesadores, un núcleo multiprocesador o algún otro tipo de procesador, dependiendo de la implementación particular. Un "número", como se usa en este documento con referencia a un elemento, significa "uno o más elementos". Además, la unidad 1404 de procesador puede implementarse usando un número de sistemas de procesador heterogéneos en los cuales un procesador principal está presente con procesadores secundarios en un solo chip. En otro ejemplo ilustrativo, la unidad 1404 de procesador
40 puede ser un sistema simétrico de multiprocesador que contiene múltiples procesadores del mismo tipo.

La memoria 1406 y el almacenamiento 1408 persistente son ejemplos de dispositivos 1416 de almacenamiento. Un dispositivo de almacenamiento es cualquier pieza de hardware que sea capaz de almacenar información, tal como, por ejemplo, sin limitación, datos, código de programa en forma funcional y/u otra información adecuada, ya sea de
45 forma temporal y/o permanente. Los dispositivos 1416 de almacenamiento también pueden denominarse dispositivos de almacenamiento legibles por ordenador en estos ejemplos. La memoria 1406, 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 1408 persistente puede tomar diversas formas, dependiendo de la implementación particular.

Por ejemplo, el almacenamiento 1408 persistente puede contener uno o más componentes o dispositivos. Por ejemplo, el almacenamiento 1408 persistente puede ser un disco duro, una memoria flash, un disco óptico regrabable, una cinta
50 magnética regrabable o alguna combinación de los anteriores. Los medios utilizados por el almacenamiento 1408 persistente también pueden ser desmontables. Por ejemplo, se puede usar un disco duro desmontable para el almacenamiento 1408 persistente.

La unidad 1410 de comunicaciones, en estos ejemplos, proporciona comunicaciones con otros sistemas o dispositivos de procesamiento de datos. En estos ejemplos, la unidad 1410 de comunicaciones es una tarjeta de interfaz de red.
55 La unidad 1410 de comunicaciones puede proporcionar comunicaciones mediante el uso de uno o ambos enlaces de comunicaciones físicos e inalámbricos.

5 La unidad 1412 de entrada/salida permite la entrada y salida de datos con otros dispositivos que pueden estar conectados al sistema 1400 de procesamiento de datos. Por ejemplo, la unidad 1412 de entrada/salida 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 1412 de entrada/salida puede enviar la salida a una impresora. La pantalla 1414 proporciona un mecanismo para mostrar información a un usuario.

10 Las instrucciones para el sistema operativo, aplicaciones y/o programas pueden ubicarse en los dispositivos 1416 de almacenamiento, los cuales están en comunicación con la unidad 1404 de procesador a través de la estructura 1402 de comunicaciones. En estos ejemplos ilustrativos, las instrucciones están en una forma funcional en el almacenamiento 1408 persistente. Estas instrucciones pueden cargarse en la memoria 1406 para su ejecución por la unidad 1404 de procesador. Los procesos de las diferentes realizaciones pueden realizarse por la unidad 1404 de procesador usando instrucciones implementadas por ordenador, las cuales pueden ubicarse en una memoria, tal como la memoria 1406.

15 Estas instrucciones se denominan código de programa, código de programa utilizable por ordenador o código de programa legible por ordenador que puede ser leído y ejecutado por un procesador en la unidad 1404 de procesador. El código de programa en las diferentes realizaciones ventajosas puede realizarse en diferentes formas físicas, o medios de almacenamiento legibles por ordenador, tal como la memoria 1406 o el almacenamiento 1408 persistente.

20 El código 1418 de programa está ubicado en una forma funcional en un medio 1420 legible por ordenador que se puede remover selectivamente y puede cargarse o transferirse al sistema 1400 de procesamiento de datos para su ejecución por la unidad 1404 de procesador. El código 1418 de programa y medio 1420 legible por ordenador forman el producto 1422 de programa de ordenador en estos ejemplos. En un ejemplo, los medios 1420 legibles por ordenador pueden ser medios 1424 de almacenamiento legibles por ordenador o medios 1426 de señal legibles por ordenador.

25 Los medios 1424 de almacenamiento legibles por ordenador pueden incluir, por ejemplo, un disco óptico o magnético que se inserta o se coloca en una unidad u otro dispositivo que es parte del almacenamiento 1408 persistente para transferirlo a un dispositivo de almacenamiento, tal como un disco duro, que es parte del almacenamiento 1408 persistente. Los medios 1424 de almacenamiento legibles por ordenador también pueden tomar la forma de un almacenamiento persistente, tal como un disco duro, una memoria USB o una memoria flash, que está conectada al sistema 1400 de procesamiento de datos.

30 En algunos casos, los medios 1424 de almacenamiento legibles por ordenador pueden no ser desmontables del sistema 1400 de procesamiento de datos. En estos ejemplos, los medios 1424 de almacenamiento legibles por ordenador son un dispositivo de almacenamiento físico o tangible utilizado para almacenar el código 1418 de programa, en lugar de un medio que propaga o transmite el código 1418 de programa. Los medios 1424 de almacenamiento legibles por ordenador también se denominan como dispositivo de almacenamiento tangible legible por ordenador o dispositivo de almacenamiento físico legible por ordenador. En otras palabras, los medios 1424 de almacenamiento legibles por ordenador son medios que pueden ser tocados por una persona.

35 Alternativamente, el código 1418 de programa puede transferirse al sistema 1400 de procesamiento de datos usando medios 1426 de señal legibles por ordenador. Los medios 1426 de señal legibles por ordenador pueden ser, por ejemplo, una señal de datos propagada que contiene el código 1418 de programa. Por ejemplo, los medios 1426 de señal legibles por ordenador pueden ser una señal electromagnética, una señal óptica y/o cualquier otro tipo de señal adecuada. Estas señales pueden transmitirse a través de enlaces de comunicaciones, tales como enlaces de comunicaciones inalámbricas, cable de fibra óptica, cable coaxial, un cable y/o cualquier otro tipo de enlace de comunicaciones adecuado. En otras palabras, el enlace de comunicaciones y/o la conexión pueden ser físicos o inalámbricos en los ejemplos ilustrativos.

45 En algunas realizaciones ventajosas, el código 1418 de programa puede descargarse a través de una red al almacenamiento 1408 persistente a partir de otro dispositivo o sistema de procesamiento de datos a través de medios 1426 de señal legibles por ordenador para usar dentro del sistema 1400 de procesamiento de datos. Por ejemplo, el código de programa almacenado en un medio de almacenamiento legible por ordenador en un sistema de procesamiento de datos de servidor puede descargarse a través de una red a partir del servidor al sistema 1400 de procesamiento de datos. El sistema de procesamiento de datos que proporciona el código 1418 de programa puede ser un ordenador servidor, un ordenador cliente o algún otro dispositivo capaz de almacenar y transmitir el código 1418 de programa.

55 Los diferentes componentes que se ilustran para el sistema 1400 de procesamiento de datos no pretenden proporcionar limitaciones arquitectónicas a la manera en la cual se pueden implementar diferentes realizaciones. Las diferentes realizaciones ventajosas pueden implementarse en un sistema de procesamiento de datos que incluye componentes además de o en lugar de aquellos que se ilustran para el sistema 1400 de procesamiento de datos. Otros componentes que se muestran en la Figura 14 pueden variarse de los ejemplos ilustrativos mostrados. Las diferentes realizaciones pueden implementarse usando cualquier dispositivo de hardware o sistema capaz de ejecutar el código de programa. Como un ejemplo, el sistema de procesamiento de datos puede incluir componentes orgánicos integrados con componentes inorgánicos y/o puede estar compuesto completamente de componentes orgánicos,

excluyendo un ser humano. Por ejemplo, un dispositivo de almacenamiento puede estar compuesto por un semiconductor orgánico.

5 En otro ejemplo ilustrativo, la unidad 1404 de procesador puede tomar la forma de una unidad de hardware que tiene circuitos que se fabrican o configuran para un uso particular. Este tipo de hardware puede realizar operaciones sin necesidad de cargar el código de programa en una memoria a partir de un dispositivo de almacenamiento que se configurará para realizar las operaciones.

10 Por ejemplo, cuando la unidad 1404 de procesador toma la forma de una unidad de hardware, la unidad 1404 de procesador puede ser un sistema de circuito, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), un dispositivo lógico programable o algún otro tipo de hardware adecuado 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 reconfigurarse en otro momento o puede configurarse permanentemente para realizar el número de operaciones. Los ejemplos de dispositivos lógicos programables incluyen, por ejemplo, una matriz lógica programable, una lógica de matriz programable, una matriz lógica programable de campo, una matriz de compuerta programable de campo y otros dispositivos de hardware adecuados. Con este tipo de implementación, el código 1418 de programa puede omitirse debido a que los procesos para las diferentes realizaciones se implementan en una unidad de hardware.

20 En aún otro ejemplo ilustrativo, la unidad 1404 de procesador puede implementarse usando una combinación de procesadores encontrados en ordenadores y unidades de hardware. La unidad 1404 de procesador puede tener diversas unidades de hardware y diversos procesadores que están configurados para ejecutar el código 1418 de programa. Con este ejemplo ilustrado, algunos de los procesos pueden implementarse en el número de unidades de hardware, a la vez que otros procesos pueden implementarse en el número de procesadores.

25 En otro ejemplo, un sistema de bus puede usarse para implementar la estructura 1402 de comunicaciones y puede estar compuesto por uno o más buses, tales como un bus de sistema o un bus de entrada/salida. Por supuesto, el sistema de bus puede implementarse utilizando cualquier tipo de arquitectura adecuada que proporcione una transferencia de datos entre diferentes componentes o dispositivos conectados al sistema de bus.

30 Además, una unidad de comunicaciones puede incluir una cantidad de uno o más 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 alguna combinación de los mismos. Además, una memoria puede ser, por ejemplo, la memoria 1406, o un caché, tal como se encuentra en una interfaz y un concentrador de controlador de memoria que puede estar presente en la estructura 1402 de comunicaciones.

35 Por lo tanto, las diferentes realizaciones ventajosas proporcionan un método y aparato para administrar un piloto automático. En una realización ventajosa, se identifica una diferencia entre la información de posición medida para un controlador y la información de posición esperada para el controlador. Se realiza una comparación entre la diferencia entre la información de posición medida y la información de posición esperada y los umbrales para administrar un sistema de piloto automático en el sistema de control para realizar una comparación. La operación del piloto automático se administra con base en la comparación, de modo que el piloto automático sigue funcionando cuando un sistema de retroaccionamiento no está funcionando y no existe una anulación intencional del piloto automático.

40 Además, en una realización ventajosa, este proceso también se puede usar para administrar el sistema de retroaccionamiento. Además, la información de posición medida y la información de posición esperada pueden ser posiciones reales, dirección de movimiento, velocidad y otros tipos de información adecuadas para el controlador.

45 De esta manera, las diferentes realizaciones ventajosas permiten que un piloto automático permanezca operativo incluso si un sistema de retroaccionamiento deja de funcionar. De esta manera, un piloto u otro operador de una aeronave u otro vehículo puede realizar otras operaciones a la vez que el piloto automático continúa operando el vehículo a pesar de que el sistema de retroaccionamiento no está funcionando. Como resultado, el operador de un vehículo puede tener más tiempo para prestar atención a otras operaciones que no sean controlar el movimiento del vehículo.

La descripción de las diferentes formas de realización ventajosas se ha presentado con fines ilustrativos y descriptivos y no pretende ser exhaustiva ni limitada a las formas de realización ventajosas en la forma divulgada, sino que la invención está definida por las reivindicaciones adjuntas.

50 Diversas modificaciones y variaciones dentro de la divulgación serán evidentes para los expertos en la técnica. Además, diferentes realizaciones ventajosas pueden proporcionar diferentes ventajas en comparación con otras realizaciones ventajosas. Las realizaciones ventajosas o realizaciones seleccionadas se eligen y describen para explicar mejor los principios de las realizaciones ventajosas, la aplicación práctica y para permitir que otros expertos en la materia entiendan la divulgación de diversas realizaciones ventajosas con diversas modificaciones de acuerdo como sea adecuado para el uso particular contemplado.

55

REIVINDICACIONES

1. Un aparato que comprende:
 - un módulo (308) de monitorización configurado para identificar una diferencia entre la información (326) de posición medida para un controlador (302) y la información (332) de posición esperada para el controlador (302); y caracterizado porque el módulo de monitorización está configurado además para:
 - comparar la diferencia con cada uno de una pluralidad de umbrales (324) para administrar un piloto (306) automático en un sistema (216) de control de un vehículo para formar una comparación (334); y
 - administrar una operación del piloto (306) automático con base en la comparación (334) de modo tal que el piloto (306) automático permanezca operativo cuando un sistema (310) de retroaccionamiento no esté operativo y el módulo (308) de monitorización determine que una intención de anulación (322) el piloto (306) automático está ausente.
2. El aparato de la reivindicación 1, en donde al estar configurado para comparar la diferencia con la pluralidad de umbrales (324) para administrar el piloto (306) automático en el sistema (216) de control del vehículo para formar la comparación (334), el módulo (308) de monitorización está configurado para determinar si la diferencia es mayor que uno o más de los umbrales (324) que están activos para formar la comparación (334), en donde el uno o más de los umbrales (324) que está activo está con base en un estado del sistema (216) de control.
3. El aparato de la reivindicación 2, en donde la pluralidad de umbrales (324) comprende un primer umbral (336) configurado para detectar que el sistema (310) de retroaccionamiento no está funcionando cuando se supone que el sistema (310) de retroaccionamiento está funcionando, un segundo umbral (338) configurado para detectar la anulación intencional (322) del piloto (306) automático cuando el piloto (306) automático y el sistema (310) de retroaccionamiento están funcionando, y un tercer umbral (340) configurado para detectar la anulación intencional (322) del piloto (306) automático cuando el piloto (306) automático está funcionando y el sistema (310) de retroaccionamiento no está funcionando, en donde el tercer umbral (340) está activo cuando un estado del sistema (310) de retroaccionamiento no está funcionando.
4. El aparato de la reivindicación 1, en donde la información (332) de posición esperada se selecciona de una de una posición del controlador (302) con base en una posición de una superficie (314) de control asociada con el controlador (302) y una posición (342) neutra si el sistema (310) de retroaccionamiento no está funcionando.
5. El aparato de la reivindicación 3, en donde el módulo (308) de monitorización comprende además:
 - un módulo (500) de diferencia de posición configurado para identificar la diferencia entre la información (326) de posición medida para el controlador (302) y la información (332) de posición esperada para el controlador (302);
 - un módulo (502) de desactivación del sistema de retroaccionamiento conectado al módulo (500) de diferencia de posición y configurado para generar una primera señal para desactivar el sistema (310) de retroaccionamiento cuando el sistema (310) de retroaccionamiento está funcionando y cuando la diferencia es mayor que el primer umbral (336);
 - un primer módulo (504) de anulación conectado al módulo (500) de diferencia de posición y configurado para generar una segunda señal para desactivar el piloto (306) automático cuando el piloto (306) automático y el sistema (310) de retroaccionamiento están funcionando y cuando la diferencia es mayor que el segundo umbral (338); y
 - un segundo módulo (506) de anulación conectado al módulo (500) de diferencia de posición y configurado para generar una tercera señal para desactivar el piloto (306) automático cuando el piloto (306) automático está funcionando y el sistema (310) de retroaccionamiento no está funcionando y cuando la diferencia es mayor que el tercer umbral (340); y
- en donde el segundo módulo (506) de anulación compara la diferencia con el tercer umbral (340) cuando el piloto (306) automático está funcionando y el sistema (310) de retroaccionamiento no está funcionando.
6. El aparato de la reivindicación 1, en donde el módulo (308) de monitorización está configurado además para administrar tanto el piloto (306) automático como el sistema (310) de retroaccionamiento con base en la comparación (334).
7. El aparato de la reivindicación 1, en donde la pluralidad de umbrales (324) incluye un primer umbral (336), un segundo umbral (338) y un tercer umbral (340) y en donde el segundo umbral (338) es mayor que el primer umbral (336) y en donde el tercer umbral (340) se selecciona entre uno de mayor que el segundo umbral (338), que se encuentra entre el primer umbral (336) y el segundo umbral (338), y que es igual al segundo umbral (338).
8. El aparato de la reivindicación 1, en donde la información (326) de posición medida y la información (332) de posición esperada se identifican usando un sensor asociado con el controlador (302).
9. El aparato de la reivindicación 1, en donde el controlador (302) se selecciona de uno de una columna, una rueda, una palanca de vuelo, una palanca, una palanca del acelerador, un yugo de control y pedales y en donde el vehículo

se selecciona de uno de una aeronave, un automóvil, un tanque, un transporte de personal, un submarino, un barco y una nave espacial.

10. Un método para administrar un piloto (306) automático de un vehículo, que comprende:

5 identificar una diferencia entre la información (326) de posición medida para un controlador (302) y la información (332) de posición esperada para el controlador (302); y el método caracterizado por:

comparar la diferencia con cada uno de una pluralidad de umbrales (324) para administrar el piloto (306) automático en un sistema (216) de control para formar una comparación (334); y

10 administrar una operación del piloto (306) automático con base en la comparación (334) de tal modo que el piloto (306) automático permanezca funcionando cuando un sistema (310) de retroaccionamiento no esté funcionando y una determinación de una intención de anulaci (322) el piloto (306) automático está ausente.

11. El método de la reivindicación 10, en donde la etapa de comparación comprende además:

determinar si la diferencia es mayor que uno o más de los umbrales (324) que están activos para formar la comparación (334), en donde el uno o más de los umbrales (324) que están activo se basan en un estado del sistema (216) de control, y opcionalmente en donde la etapa de comparación comprende además:

15 comparar la información (326) de posición medida y la información (332) de posición esperada con la pluralidad de umbrales (324) para administrar el piloto (306) automático en el sistema (216) de control para formar la comparación (334), en donde los umbrales (324) comprenden un primer umbral (336) configurado para detectar que el sistema (310) de retroaccionamiento no está funcionando cuando se supone que el sistema (310) de retroaccionamiento está funcionando, un segundo umbral (338) configurado para detectar una anulación intencional (322) del piloto (306) automático cuando el piloto (306) automático y el sistema (310) de retroaccionamiento están funcionando, y un tercer umbral (340) configurado para detectar la anulación intencional (322) del piloto (306) automático cuando el piloto (306) automático está funcionando y el sistema (310) de retroaccionamiento no está funcionando.

12. El método de la reivindicación 10, en donde la etapa de comparación comprende además:

25 comparar la información (326) de posición medida y la información (332) de posición esperada con la pluralidad de umbrales (324) para administrar el piloto (306) automático en el sistema (216) de control para formar la comparación (334), en donde los umbrales (324) comprenden un primer umbral (336) configurado para detectar que el sistema (310) de retroaccionamiento no está funcionando cuando se supone que el sistema (310) de retroaccionamiento está funcionando, un segundo umbral (338) configurado para detectar la anulación intencional (322) del piloto (306) automático cuando el piloto (306) automático y el sistema (310) de retroaccionamiento están funcionando, y un tercer umbral (340) configurado para detectar la anulación intencional (322) del piloto (306) automático cuando el piloto (306) automático está funcionando y el sistema (310) de retroaccionamiento no está funcionando en donde el tercer umbral (340) está activo cuando un estado del sistema (310) de retroaccionamiento no está funcionando.

13. El método de la reivindicación 10, en donde la etapa de identificación comprende:

35 identificar la diferencia entre la información (326) de posición medida para el controlador (302) y la información (332) de posición esperada para el controlador (302), en donde la información (332) de posición esperada se selecciona de una de una posición del controlador (302) con base en la posición de una superficie (314) de control asociada con el controlador (302) y una posición (342) neutra si el sistema (310) de retroaccionamiento no está funcionando.

14. El método de la reivindicación 12, en donde la etapa de administrar el funcionamiento del piloto (306) automático con base en la comparación (334) de modo tal que el piloto (306) automático permanece operativo cuando el sistema (310) de retroaccionamiento no está funcionando y la anulación intencional (322) del piloto (306) automático está ausente, además comprende:

40 administrar el funcionamiento del piloto (306) automático y el sistema (310) de retroaccionamiento con base en la diferencia de tal manera que el sistema (310) de retroaccionamiento se desactiva cuando el sistema (310) de retroaccionamiento está funcionando y cuando la diferencia es mayor que el primer umbral (336); el piloto (306) automático se desactiva cuando el piloto (306) automático y el sistema (310) de retroaccionamiento están funcionando y cuando la diferencia es mayor que el segundo umbral (338); y el piloto (306) automático se desactiva cuando el piloto (306) automático está funcionando y el sistema (310) de retroaccionamiento no está funcionando y cuando la diferencia es mayor que el tercer umbral (340).

50 15. Un medio legible por ordenador que almacena instrucciones que, cuando son ejecutadas por un procesador, hacen que el procesador lleve a cabo un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14.

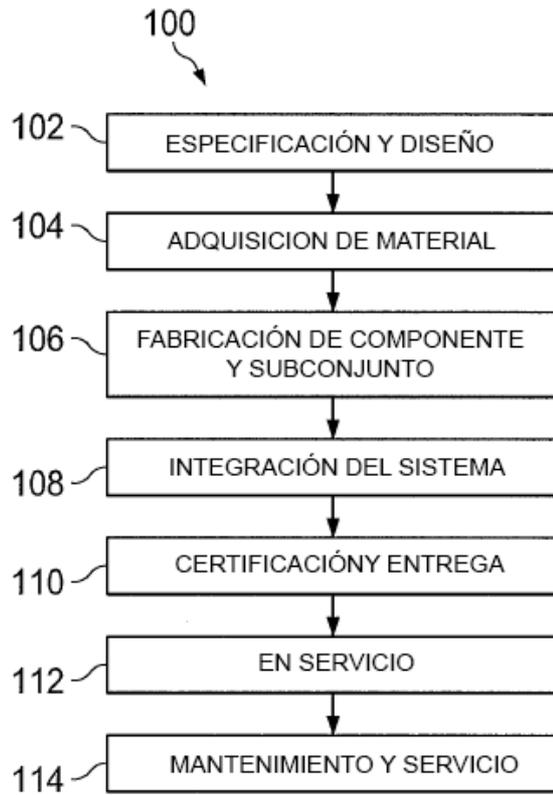


FIG. 1

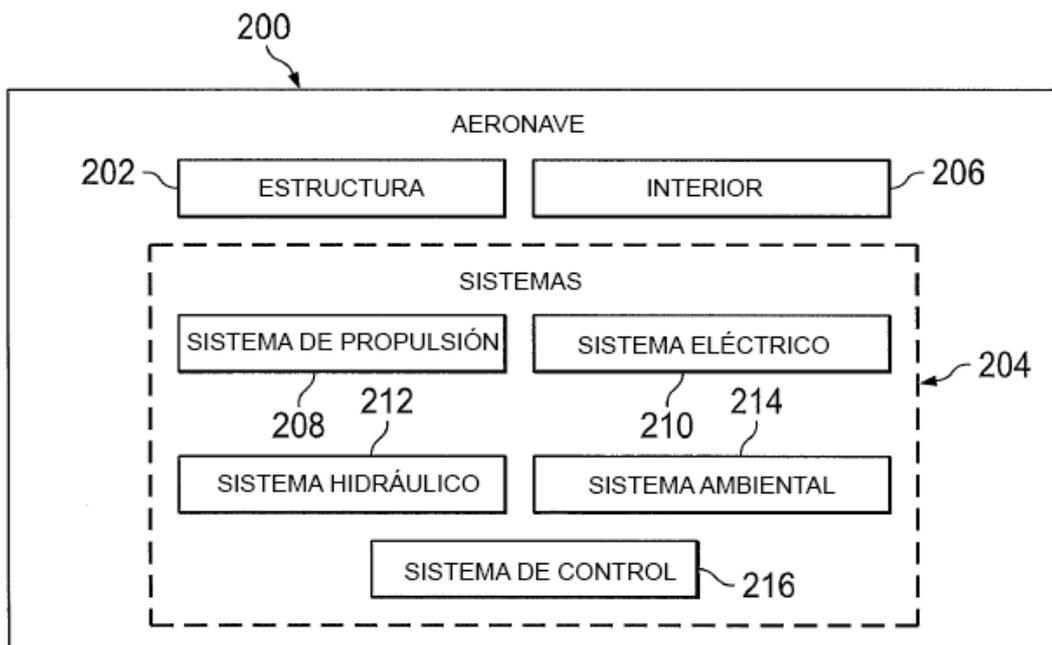
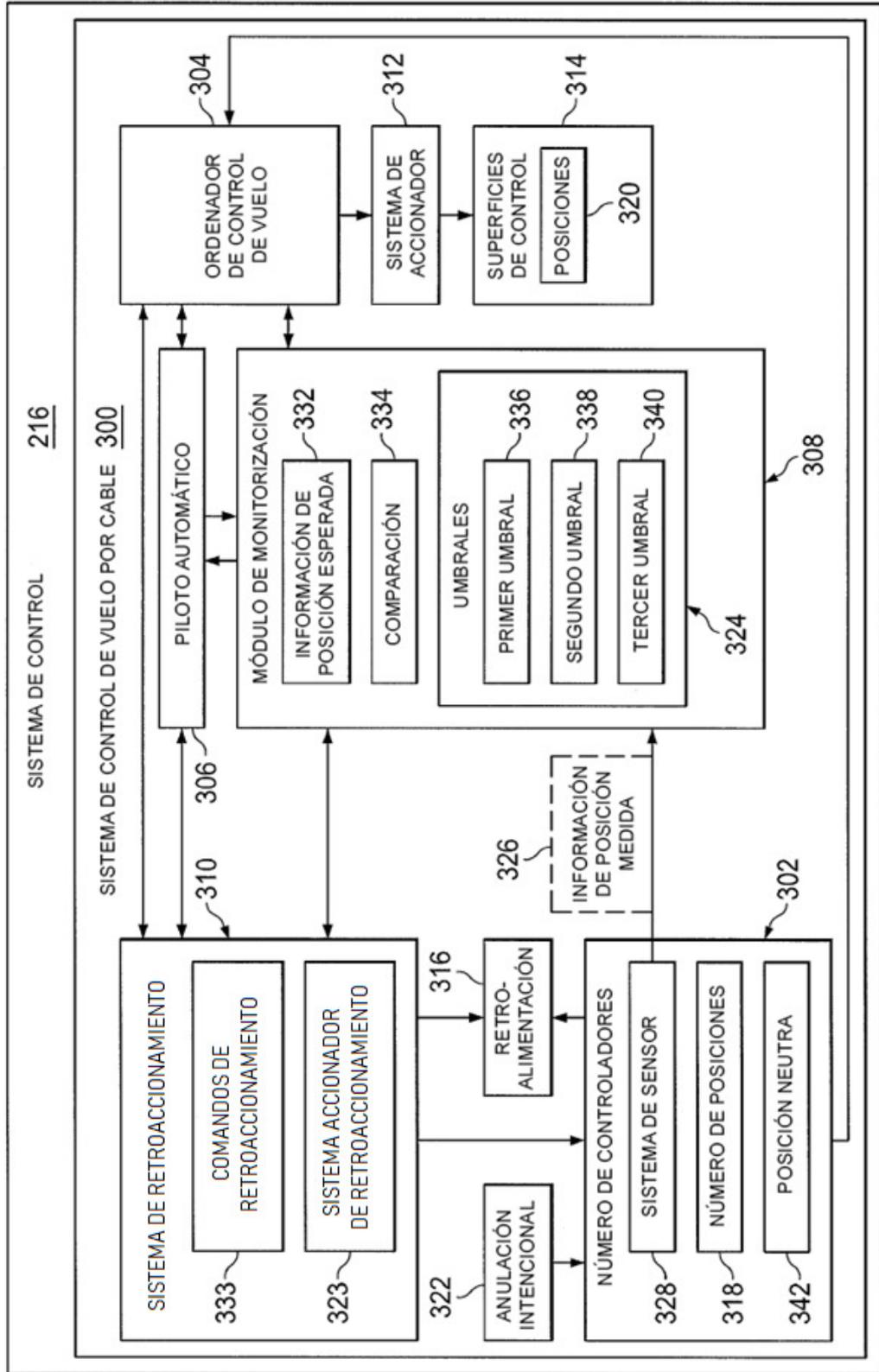


FIG. 2

FIG. 3



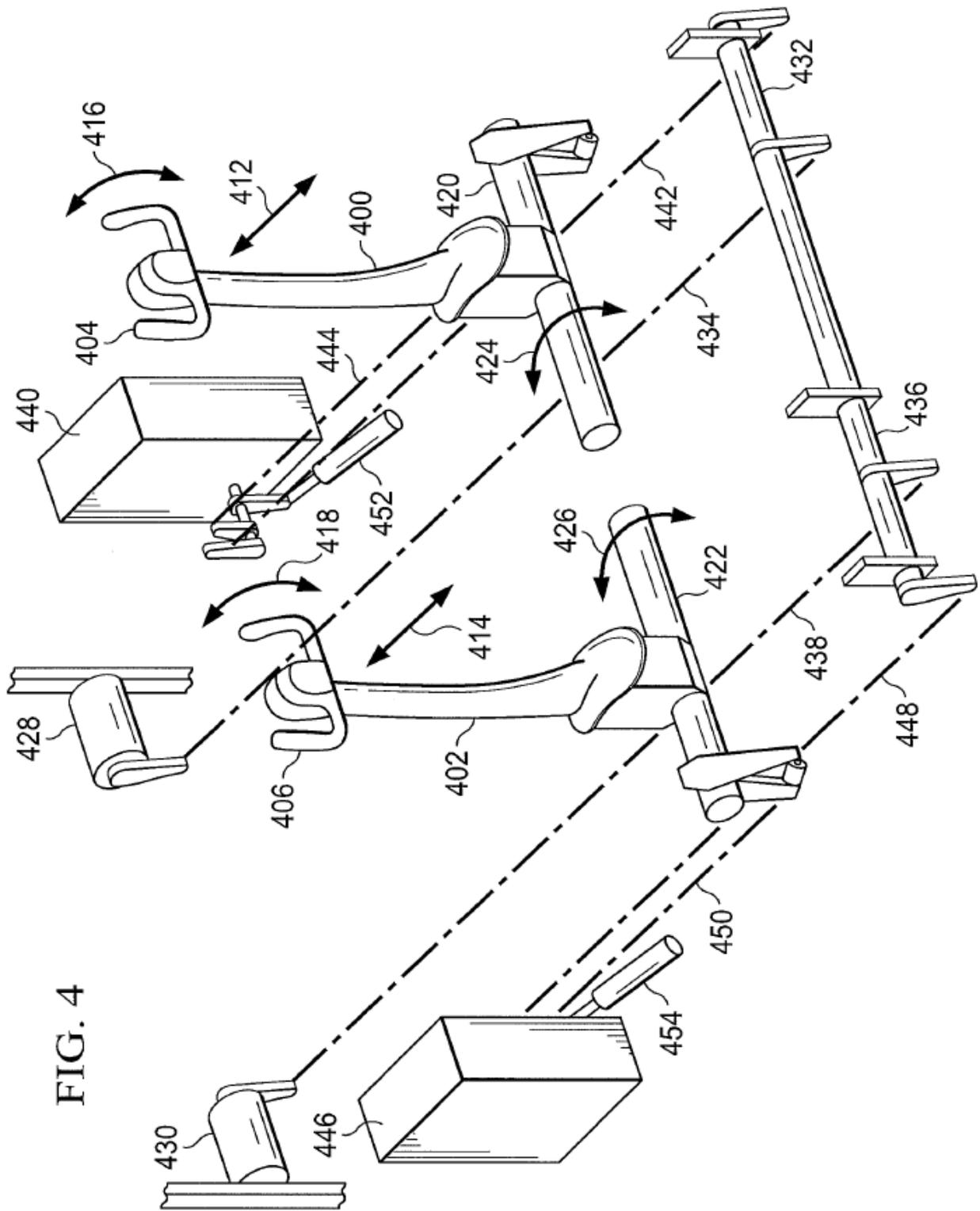


FIG. 4

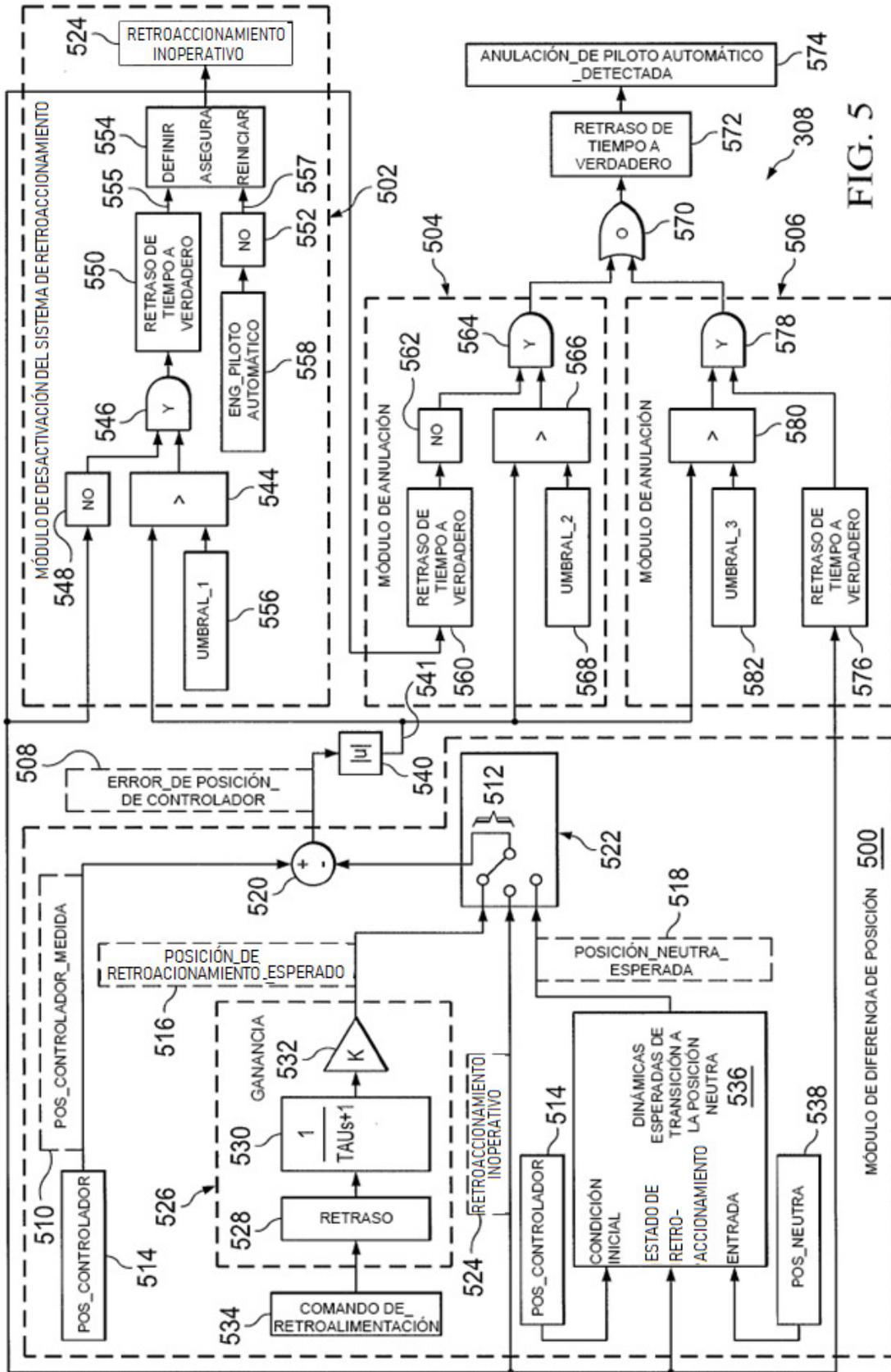


FIG. 5

FIG. 6

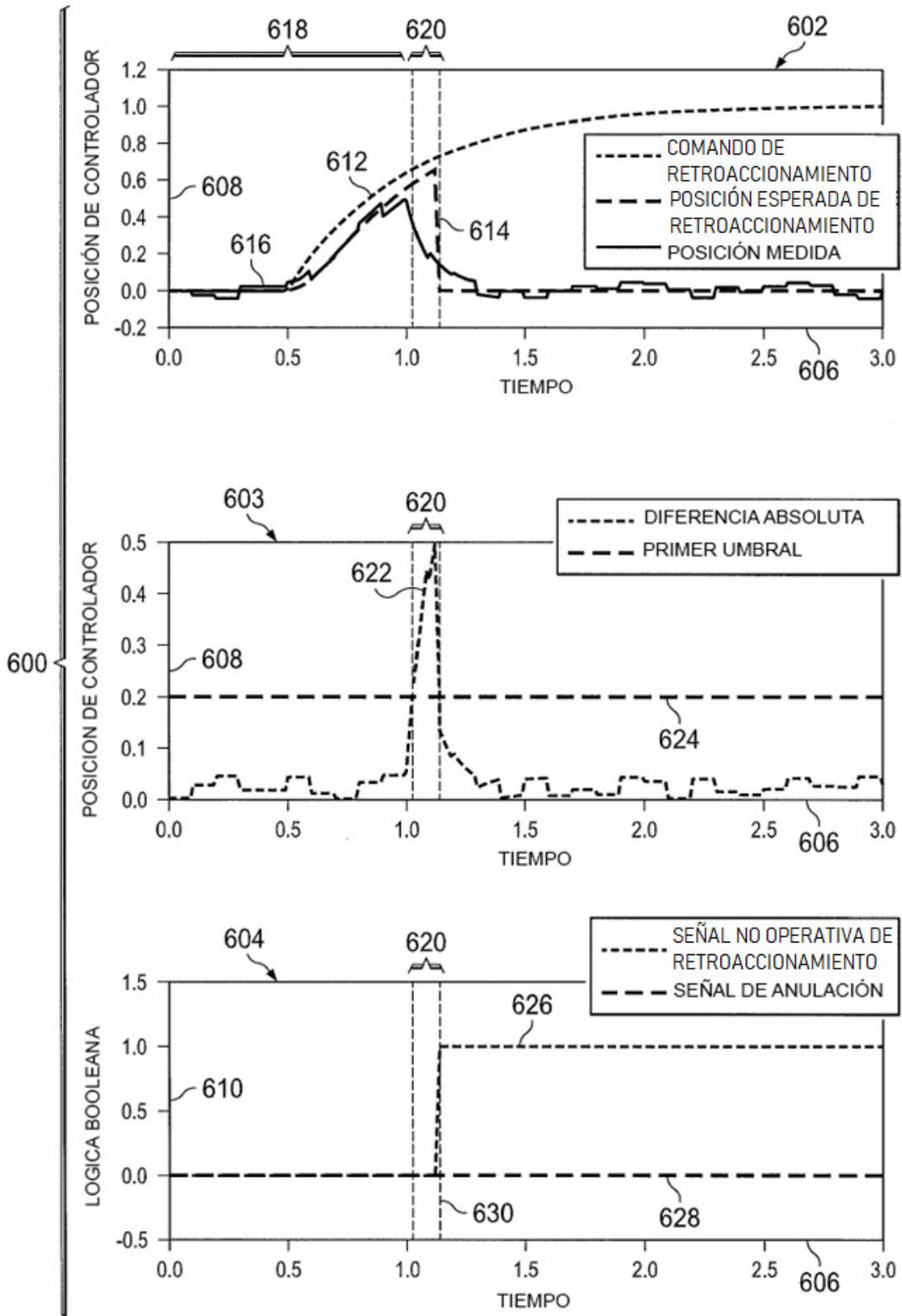


FIG. 7

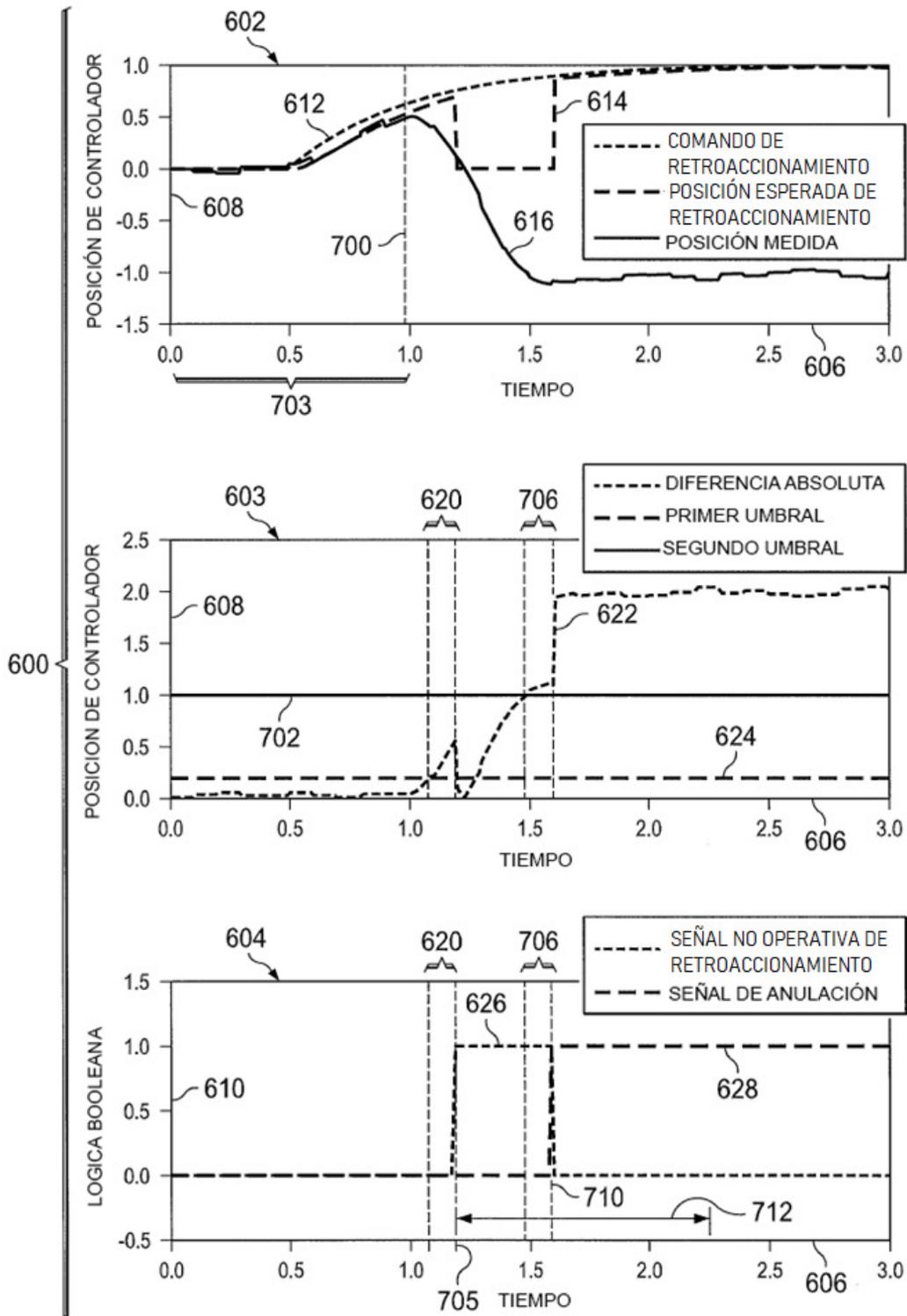
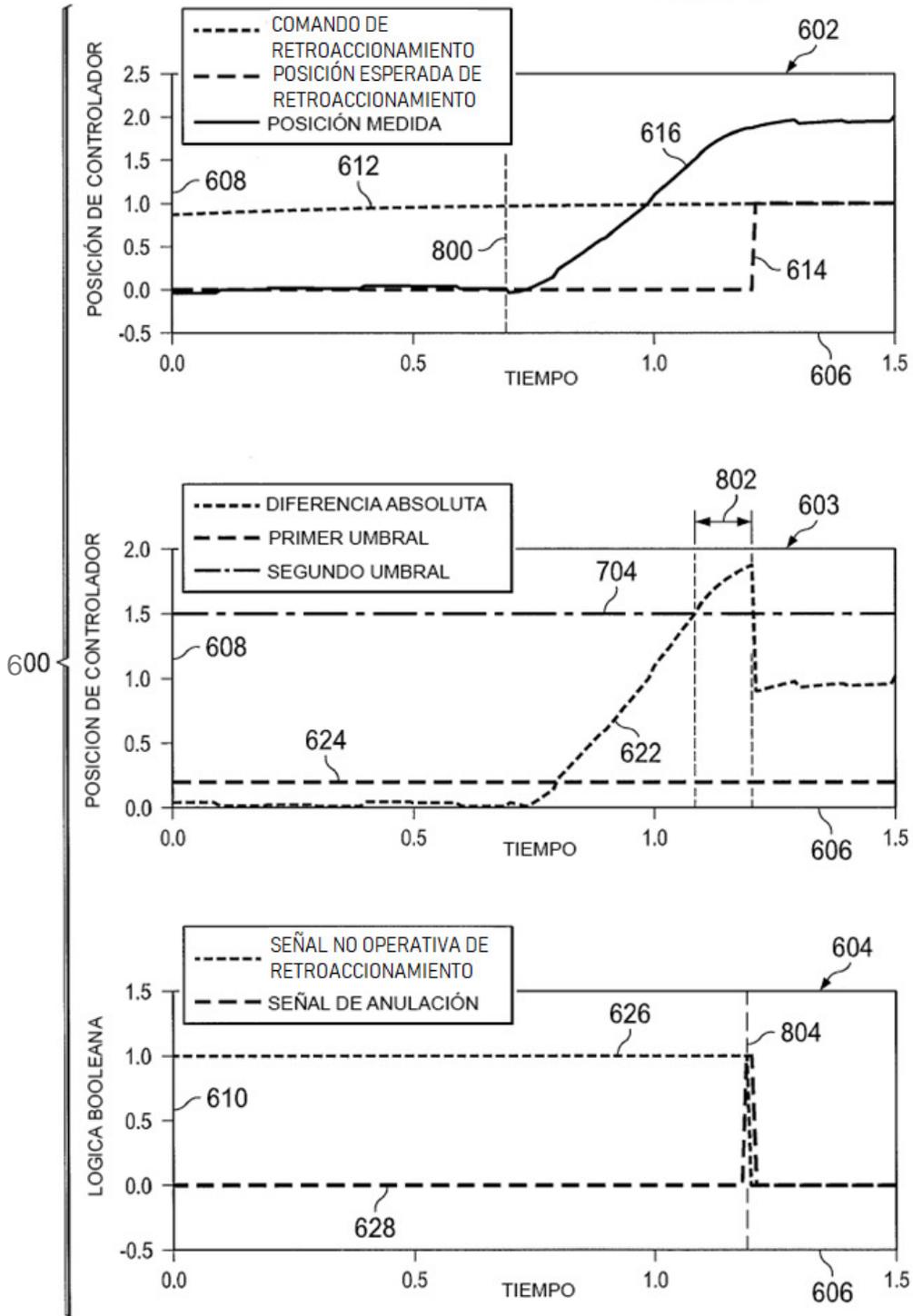


FIG. 8



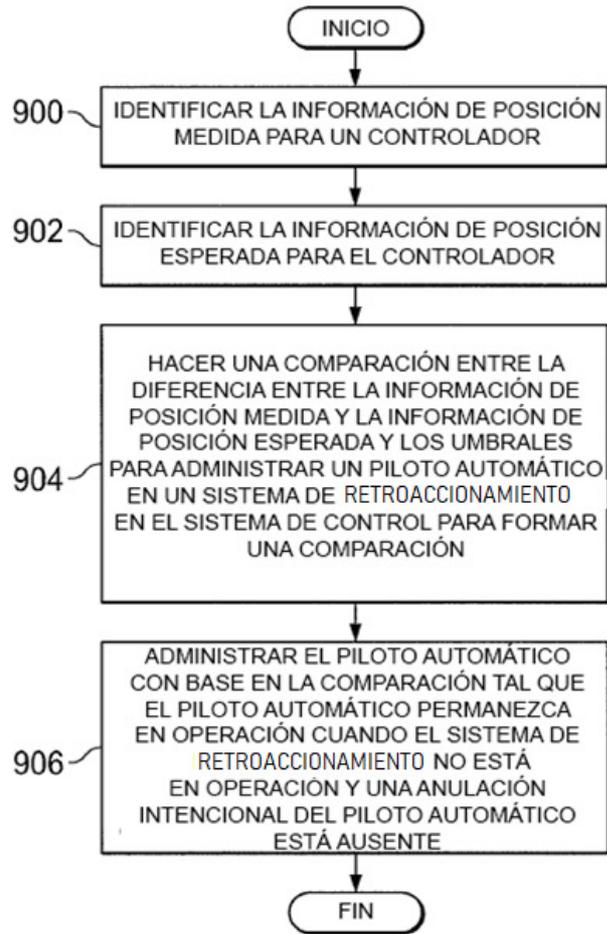


FIG. 9



FIG. 10

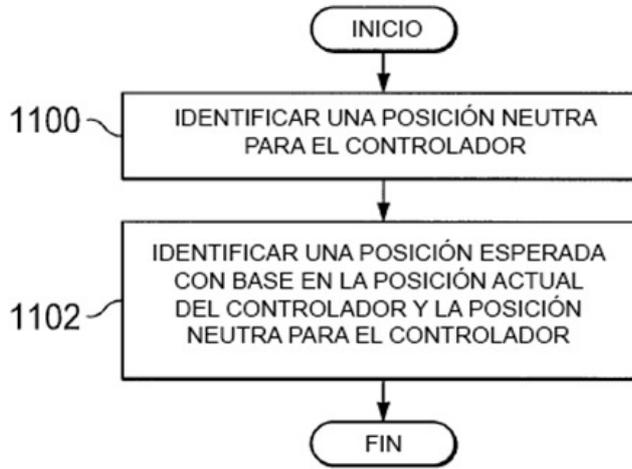


FIG. 11

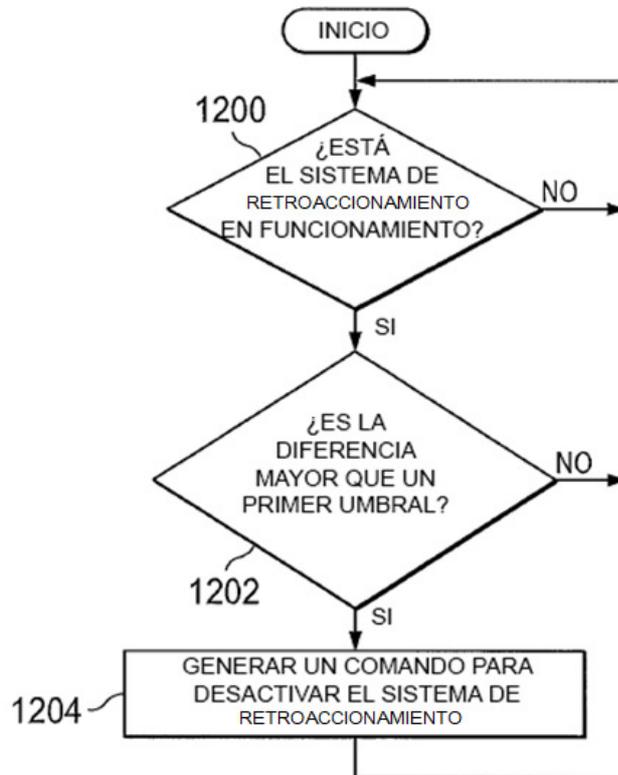


FIG. 12

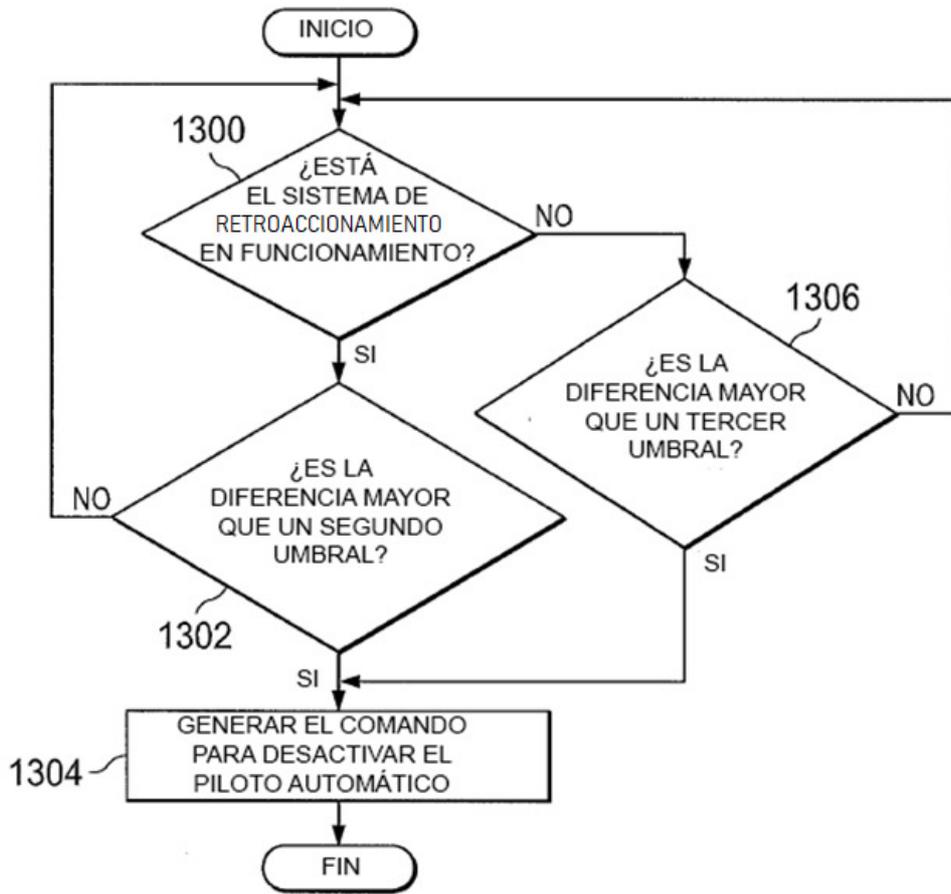


FIG. 13

FIG. 14

