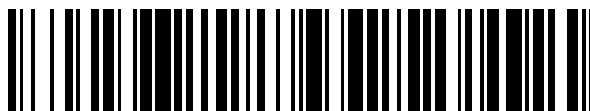


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 741 954**

51 Int. Cl.:

**G05D 1/08** (2006.01)

**G05D 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2014** **E 14168479 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2019** **EP 2816435**

54 Título: **Métodos y aparatos de notificación de una asimetría de vuelo que influye en una aeronave**

30 Prioridad:

**19.06.2013 US 201313922087**

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

**12.02.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**FONG, DICKSON y  
LUDTKE II, FREDERICK EMIL**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 741 954 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

Métodos y aparatos de notificación de una asimetría de vuelo que influye en una aeronave.

Campo

5 La presente divulgación se relaciona en general con sistemas de piloto automático y, más particularmente, con métodos y aparatos de notificación de una asimetría de vuelo que influye en una aeronave.

Antecedentes

En general, una aeronave incluye un sistema de piloto automático para controlar una aeronave durante el vuelo mediante la monitorización de las características de la aeronave tales como, por ejemplo, la velocidad del aire, la actitud de balanceo, rumbo y/u otras características y controlar los sistemas de control de la aeronave. Si la aeronave está influenciada por una asimetría de vuelo (por ejemplo, fuerzas que obligan la aeronave al balanceo, cabeceo y/o guiñada), el sistema de piloto automático puede compensar la asimetría de vuelo (por ejemplo, impedir que la aeronave gire) ajustando un sistema de control de la aeronave. Por ejemplo, el sistema de piloto automático puede girar un yugo de la aeronave para ajustar una o más superficies de control (por ejemplo, un timón, etc.) de la aeronave. Sin embargo, los sistemas de piloto automático tradicionales tienen autoridad limitada para controlar la aeronave y alertar al piloto de una asimetría de vuelo. Como resultado, la aeronave puede girar si el sistema de piloto automático no puede compensar completamente la asimetría de vuelo. Además, el sistema de piloto automático puede enmascarar la influencia no normal que actúa sobre la aeronave que garantiza la conciencia de la tripulación de vuelo y la subsiguiente acción correctiva. En otras palabras, el piloto automático puede corregir un problema de asimetría, tal como una superficie de control rota o que funciona mal (influencia no normal), pero no identifica la fuente del problema. El balanceo de la aeronave u otro trastorno de la aeronave pueden ser la primera indicación al piloto de que está presente la asimetría de vuelo.

25 D L Riggins: "[4910-13-U] DEPARTMENT OF TRANSPORTATION Federal Aviation Administration [Policy Statement Number ANM-99-01] Improving Flightcrew Awareness during Autopilot Operation", 22 de febrero de 2001 (2001-02-22), páginas 98055-4056, divulga un consejo para mejorar la conciencia de la tripulación de vuelo durante la operación del piloto automático.

Resumen

Se proporciona un método de acuerdo con la reivindicación 1.

30 Un método de ejemplo incluye monitorizar una característica de balanceo de una aeronave y determinar una salida de un sistema de piloto automático de la aeronave para controlar la característica de balanceo. El método de ejemplo incluye además generar una alerta con base en la salida y una autoridad del sistema de piloto automático para controlar la característica de balanceo.

La característica de balanceo de la aeronave se selecciona del grupo que consiste en la actitud de balanceo, la velocidad de balanceo, la dirección de balanceo y el cambio de rumbo.

35 Otro método de ejemplo incluye determinar una característica de vuelo de una aeronave y determinar una cantidad de autoridad de balanceo utilizada por un sistema de piloto automático de una aeronave. El método de ejemplo incluye además generar una alerta con base en la característica de vuelo y la cantidad de autoridad de balanceo.

40 Otro método de ejemplo incluye monitorizar una característica de vuelo de una aeronave y monitorizar una salida de un sistema de piloto automático de la aeronave para controlar la característica de vuelo. El método de ejemplo incluye además determinar si la aeronave está influenciada por una asimetría de vuelo con base en la salida y la característica de vuelo y generar una alerta si la aeronave está influenciada por la asimetría de vuelo.

Las características, funciones y ventajas que se han discutido se pueden lograr de manera independiente en diversos ejemplos o se pueden combinar en aún otros ejemplos, más detalles de los cuales se pueden ver con referencia a la siguiente descripción y dibujos.

Breve descripción de los dibujos

45 La Figura 1 ilustra una aeronave de ejemplo que se puede usar para implementar métodos y aparatos de ejemplo divulgados en este documento.

La Figura 2 ilustra un sistema de piloto automático de ejemplo en comunicación con un ordenador de visualización de vuelo que genera una pantalla de vuelo de cabina de ejemplo de la aeronave de la Figura 1.

50 La Figura 3 ilustra una alerta de ejemplo cuando la aeronave de ejemplo de la Figura 1 está volando sustancialmente en línea recta a la vez que está bajo la influencia de una asimetría de vuelo.

La Figura 4 ilustra una alerta de ejemplo cuando la aeronave de la Figura 1 está girando bajo la influencia de la asimetría de vuelo.

La Figura 5 es un diagrama de bloques del ejemplo del sistema de piloto automático de las Figuras 2-4.

La Figura 6 es un diagrama de flujo de un método de ejemplo descrito en este documento.

5 Las Figuras 7-8 ilustran un diagrama de flujo de un método de ejemplo descrito en este documento.

La Figura 9 es un diagrama de bloques de una plataforma de procesamiento de ejemplo capaz de ejecutar instrucciones legibles por máquina para implementar el sistema de piloto automático de ejemplo de las Figuras 2-5.

Siempre que sea posible, se utilizarán los mismos números de referencia en todos los dibujos y en la descripción escrita que se acompaña para referirse a las mismas partes o similares. Tal como se utiliza en esta divulgación, declara que cualquier parte (por ejemplo, una capa, película, área o placa) está posicionada de alguna manera en (por ejemplo, colocada en, localizada en, dispuesta en o formada en, etc.) otra parte, significa que la parte referenciada está en contacto con la otra parte, o que la parte referenciada está sobre la otra parte con una o más partes intermedias ubicadas entre ellas. Indicando que cualquier parte está en contacto con otra parte significa que no hay una parte intermedia entre las dos partes.

## 15 Descripción

Los métodos y aparatos de notificación de una asimetría de vuelo que influyen en una aeronave se divulgan en el presente documento. Cuando una asimetría de vuelo influye en una aeronave (por ejemplo, cuando las fuerzas la obligan a girar o a hacer una guiñada), un sistema de piloto automático de la aeronave compensa la asimetría de vuelo ajustando una o más superficies de control de la aeronave. Sin embargo, la capacidad o "autoridad" del sistema de piloto automático para realizar ajustes es limitada y puede saturarse. Por ejemplo, el sistema de piloto automático puede ser capaz de proporcionar un rango predeterminado de salidas para controlar la aeronave y, por lo tanto, compensar la asimetría de vuelo. Sin embargo, si el sistema de piloto automático proporciona una salida máxima para compensar la asimetría de vuelo, la autoridad del sistema de piloto automático se satura y la aeronave puede sufrir una alteración, por ejemplo, "balanceo" o "guiñada" bajo la influencia de la asimetría de vuelo.

25 En algunos ejemplos, el sistema de piloto automático determina si la aeronave está bajo la influencia de la asimetría de vuelo y comunica un comando para generar una alerta antes de la saturación de la autoridad del sistema de piloto automático. Como resultado, los ejemplos descritos en este documento permiten al piloto que opera la aeronave conocer la asimetría de vuelo antes de que la asimetría de vuelo haga que la aeronave experimente un trastorno sostenido, tal como un balanceo, y que tome las medidas necesarias si es necesario.

30 En algunos ejemplos, el sistema de piloto automático determina si la aeronave no está volando en línea recta bajo la influencia de la asimetría de vuelo, por ejemplo, si la asimetría de empuje está causando un gran ángulo de inclinación de más de cuarenta grados. Si el sistema de piloto automático determina que la aeronave no está volando sustancialmente en línea recta bajo la influencia de la asimetría de vuelo (por ejemplo, si la autoridad del sistema de piloto automático está saturada), el sistema de piloto automático comunica un comando para generar una alerta que indica una acción que el piloto realiza para compensar la asimetría de vuelo. Por ejemplo, la alerta puede indicar una dirección en la cual el piloto debe girar un yugo de la aeronave para impedir que la aeronave gire.

La Figura 1 es una vista en perspectiva de una aeronave 100 de ejemplo en la cual se pueden implementar aspectos de la presente divulgación. La aeronave 100 de ejemplo de la Figura 1 incluye una primera ala 102, una segunda ala 104 y un fuselaje 106. La aeronave 100 de ejemplo también incluye un empenaje 108 que tiene un estabilizador 110 horizontal y un estabilizador 112 vertical ("ajuste"). En el ejemplo que se ilustra, la aeronave 100 incluye un primer motor 114 y un segundo motor 116. La aeronave 100 de la Figura 1 es simplemente un ejemplo y, por lo tanto, se pueden usar otras aeronaves sin apartarse del alcance de esta divulgación.

La Figura 2 ilustra un volante de ejemplo o yugo 200 y una pantalla 202 de vuelo de cabina de piloto de ejemplo de la aeronave 100 de ejemplo de la Figura 1. La pantalla 202 de vuelo de ejemplo es generada por un ordenador 203 de visualización de vuelo. En el ejemplo que se ilustra, la pantalla 202 de vuelo incluye un indicador 204 de velocidad de aire, un indicador 206 de altitud, un indicador 208 de velocidad vertical y un indicador 210 de actitud. El indicador 206 de altitud de ejemplo indica una actitud de balanceo (por ejemplo, un ángulo de inclinación) de la aeronave 100 con respecto a un horizonte 212. En el ejemplo que se ilustra, la aeronave 100 tiene un ángulo de inclinación de sustancialmente cero grados y, por lo tanto, un símbolo 214 de aeronave que se muestra a través de la pantalla 202 de vuelo es sustancialmente paralelo al horizonte 212. En otros ejemplos, la pantalla 202 de vuelo incluye indicadores, información, símbolos, gráficos, etc. diferentes y/o adicionales.

Una o más características de vuelo de la aeronave 100 de ejemplo se controlan mediante un sistema 216 de piloto automático. Por ejemplo, el sistema 216 de piloto automático puede controlar el primer motor 114, el segundo motor 116, superficies de control (por ejemplo, alerones, elevadores, timones y/o cualquier otra superficie de control) y/u otros componentes de la aeronave 100 para permitir que la aeronave 100 pueda volar a lo largo de una trayectoria o rumbo (por ejemplo, hacia un destino) (Figura 1). En algunos ejemplos, el sistema 216 de piloto automático controla

un accionador 218 de yugo acoplado operativamente al yugo 200 para girar el yugo 200 para controlar una característica de balanceo de la aeronave 100 tal como, por ejemplo, una actitud de balanceo, una velocidad de balanceo, una dirección de balanceo, un cambio de rumbo, etc. En algunos ejemplos, un piloto y/o un miembro de la tripulación de la aeronave 100 pueden activar o desactivar el sistema 216 de piloto automático para habilitar o deshabilitar, respectivamente, el control de la aeronave 100 a través del sistema 216 de piloto automático.

En el ejemplo que se ilustra, el sistema 216 de piloto automático puede controlar un componente de la aeronave 100 proporcionando una o más salidas. Una salida puede ser un comando comunicado por el sistema 216 de piloto automático para mover, posicionar, energizar y/o controlar el componente de cualquier manera. El componente puede ser, por ejemplo, el accionador 218 de yugo, el yugo 200, una o más superficies de control, el primer motor 114, el segundo motor 116 y/o cualquier otro componente de la aeronave 100. En algunos ejemplos, el sistema 216 de piloto automático determina una característica del componente tal como, por ejemplo, el movimiento del componente, una posición del componente y/o cualquier otra característica. Por ejemplo, el accionador 218 de yugo y/o el yugo 200 pueden incluir uno o más sensores en comunicación con el sistema 216 de piloto automático. Como resultado, el sistema 216 de piloto automático puede emitir un comando para controlar el accionador 218 de yugo para mover el yugo 200 y recibir información del(los) sensor(es) como una entrada. En algunos ejemplos, con base en la información, el sistema 216 de piloto automático determina una posición del accionador 218 de yugo y/o del yugo 200. Por lo tanto, una salida proporcionada por el sistema 216 de piloto automático de ejemplo puede determinarse con base en un comando comunicado por el sistema 216 de piloto automático y/o con base en una característica de un componente de la aeronave 100.

En algunos ejemplos, el sistema 216 de piloto automático tiene uno o más modos de operación. Por ejemplo, el sistema 216 de piloto automático puede tener un modo de mantener el rumbo, un modo de selección de rumbo, un modo de aterrizaje (por ejemplo, LAND 2, LAND 3, etc.) y/o cualquier otro modo. Por ejemplo, cuando el sistema 216 de piloto automático está en el modo de mantener el rumbo, el sistema 216 de piloto automático puede controlar la aeronave 100 para mantener sustancialmente el rumbo de la aeronave 100. Cuando el sistema 216 de piloto automático está en el modo de aterrizaje, el sistema 216 de piloto automático puede controlar la aeronave 100 para aterrizar la aeronave 100.

Una autoridad de control del ejemplo del sistema 216 de piloto automático tal como, por ejemplo, una autoridad de balanceo del sistema 216 de piloto automático a través del yugo 200 está limitada en relación con la autoridad de control de un piloto. La autoridad de control es un rango de salidas que pueden proporcionarse para controlar la aeronave 100. Por ejemplo, la autoridad de balanceo del sistema 216 de piloto automático puede limitarse al permitir que el sistema 216 de piloto automático gire el yugo 200 menos que un número predeterminado de grados relativos a una posición de referencia tal como, por ejemplo, una posición comandada por el piloto (por ejemplo, una posición a la cual el piloto ha girado el yugo 200). Por lo tanto, se puede impedir que el sistema 216 de piloto automático gire el yugo 200 mayor que el número predeterminado de grados a partir de la posición de referencia. Por ejemplo, la autoridad de balanceo del sistema 216 de piloto automático se puede limitar a la rotación de mando del yugo 200 en veinte grados o menos en una primera dirección (por ejemplo, en el sentido horario) o en una segunda dirección (por ejemplo, en contrario al sentido horario) a partir de la posición de referencia. En algunos ejemplos, la autoridad de balanceo del sistema 216 de piloto automático a través del yugo 200 corresponde a aproximadamente el treinta por ciento de una autoridad máxima de balanceo del piloto a través del yugo 200.

En algunos ejemplos, una asimetría de vuelo influye en la aeronave 100. Por ejemplo, las fuerzas sobre la aeronave 100 durante el vuelo pueden obligar a esa aeronave 100 a hacer una guiñada, cabeceo y/o balanceo. Como resultado, el ejemplo del sistema 216 de piloto automático puede detectar la asimetría de vuelo y proporcionar una o más salidas para compensar y/o contrarrestar la asimetría de vuelo para ajustar la aeronave 100. En algunos ejemplos, el sistema 216 de piloto automático puede proporcionar salidas dentro de la autoridad de control del sistema 216 de piloto automático para compensar completamente la asimetría de vuelo. Como resultado, a pesar de la asimetría de vuelo, la aeronave 100 puede tener una actitud de balanceo sustancialmente nivelada (por ejemplo, con un ángulo de inclinación de aproximadamente diez grados o menos) y volar sustancialmente en línea recta. Cuando el ejemplo del sistema 216 de piloto automático proporciona una salida máxima para compensar la asimetría de vuelo, la autoridad de balanceo del sistema 216 de piloto automático está saturada (por ejemplo, el sistema 216 de piloto automático no puede compensar aún más la asimetría de vuelo). Si la asimetría de vuelo obliga a la aeronave 100 al balanceo una vez que la autoridad de balanceo del sistema 216 de piloto automático se sature, la aeronave 100 girará, lo que podría causar que la aeronave 100 experimente (sostenga) una alteración. La aeronave 100 está alterada cuando la aeronave 100 está excediendo involuntariamente los parámetros experimentados normalmente en operaciones de línea o entrenamiento y/o no está volando de acuerdo con lo comandado (por ejemplo, cuando la aeronave 100 está girando en una dirección no comandada). En algunos ejemplos, la autoridad de balanceo del sistema 216 de piloto automático es relativa a la posición comandada por el piloto. Como resultado, el piloto puede no saturar la autoridad de balanceo del sistema 216 de piloto automático (por ejemplo, restaurar al menos una parte de la autoridad de balanceo del sistema 216 de piloto automático) girando el yugo 200 en una dirección para compensar la asimetría de vuelo. Por consiguiente, el sistema 216 de piloto automático y el piloto pueden cooperar para controlar la aeronave 100.

La Figura 3 ilustra la pantalla 202 de vuelo de ejemplo y el yugo 200 de ejemplo cuando la aeronave 100 vuela sustancialmente en línea recta a la vez que se encuentra bajo la influencia de una asimetría de vuelo. En el ejemplo que se ilustra, el sistema 216 de piloto automático está monitorizando la actitud de balanceo de la aeronave 100 y la

salida proporcionada por el sistema 216 de piloto automático para controlar la actitud de balanceo de la aeronave 100. Más específicamente, el sistema 216 de piloto automático de ejemplo está controlando al menos una posición del yugo 200 a través del accionador de yugo 218 para controlar la actitud de balanceo de la aeronave 100, y el ejemplo del sistema 216 de piloto automático está monitorizando la salida al monitorizar una posición del yugo 200.

5 En algunos ejemplos, el sistema 216 de piloto automático determina que la aeronave 100 está volando sustancialmente en línea recta si la actitud de balanceo de la aeronave 100 es menor o igual a una actitud de balanceo predeterminada. En el ejemplo que se ilustra, la actitud de balanceo predeterminada puede ser un ángulo de inclinación de aproximadamente 10 grados y el ángulo de inclinación de la aeronave 100 es de aproximadamente dos grados. Por lo tanto, en el ejemplo que se ilustra, el sistema 216 de piloto automático determina que la aeronave 100 está volando sustancialmente en línea recta porque el ángulo de inclinación es menor que el ángulo de inclinación predeterminado. Si el ángulo de inclinación de la aeronave 100 es mayor de diez grados, el ejemplo del sistema 216 de piloto automático determina que la aeronave 100 no está volando sustancialmente en línea recta. En otros ejemplos, la actitud de balanceo predeterminada es otros ángulos de inclinación (por ejemplo, cinco grados, 12 grados, quince grados y/o cualquier otra actitud de balanceo). En algunos ejemplos, el sistema 216 de piloto automático determina si la aeronave 100 está volando sustancialmente en línea recta de otras maneras.

El ejemplo del sistema 216 de piloto automático determina si una asimetría de vuelo influye en la aeronave 100 a la vez que la aeronave 100 vuela sustancialmente en línea recta con base en la salida proporcionada por el sistema 216 de piloto automático y/o la actitud de balanceo de la aeronave 100. En algunos ejemplos, si el sistema 216 de piloto automático utiliza al menos una cantidad predeterminada de autoridad de balanceo durante una cantidad de tiempo predeterminada para proporcionar la salida a la vez que la aeronave 100 vuela sustancialmente en línea recta, el sistema 216 de piloto automático determina que una asimetría de vuelo está influyendo en la aeronave 100. En algunos ejemplos, la cantidad predeterminada de autoridad de balanceo es de ocho grados de rotación del yugo 200 a partir de la posición comandada por el piloto, y la cantidad de tiempo predeterminada es de diez segundos. Por lo tanto, si el ejemplo del sistema 216 de piloto automático proporciona una salida para girar el yugo 200 ocho grados o más durante diez segundos o más, el sistema 216 de piloto automático determina que la asimetría de vuelo influye en la aeronave 100. En otros ejemplos, la cantidad predeterminada de autoridad de balanceo y/o la cantidad de tiempo predeterminada son otras cantidades. En algunos ejemplos, la cantidad predeterminada de autoridad de balanceo es relativa a la autoridad máxima de balanceo del sistema 216 de piloto automático. Por ejemplo, la autoridad de balanceo predeterminada puede ser el cincuenta por ciento de la autoridad máxima de balanceo del sistema 216 de piloto automático.

En algunos ejemplos, el sistema 216 de piloto automático determina que una asimetría de vuelo está influyendo en la aeronave 100 a la vez que la aeronave 100 vuela sustancialmente en línea recta si el sistema 216 de piloto automático proporciona una salida para girar el yugo 200 ocho grados o más durante diez segundos o más y una velocidad de balanceo de la aeronave 100 es menor de un grado por segundo. En otros ejemplos, el sistema 216 de piloto automático determina que una asimetría de vuelo está influyendo en la aeronave 100 a la vez que la aeronave 100 vuela sustancialmente en línea recta si el sistema 216 de piloto automático proporciona una salida para girar el yugo 200 ocho grados o más durante diez segundos o más y una velocidad de balanceo y/o un ángulo de inclinación han pasado de positivo (por ejemplo, balanceo o inclinación a la derecha) a negativo (por ejemplo, balanceo o inclinación a la izquierda) o de negativo a positivo durante un período de tiempo determinado tal como, por ejemplo, un segundo.

40 En el ejemplo que se ilustra de la Figura 3, si el sistema 216 de piloto automático determina que la aeronave 100 está bajo la influencia de la asimetría de vuelo y la aeronave 100 vuela sustancialmente en línea recta, el sistema 216 de piloto automático comunica un primer comando a un primer sistema 300 de alerta (por ejemplo, un sistema de alerta de la tripulación e instrumentos de motor ("EICAS") para generar una primera alerta 302. En el ejemplo que se ilustra, el sistema 216 de piloto automático también comunica un segundo comando a un segundo sistema de alerta 304 (por ejemplo, un sistema de alerta mejorado de proximidad al terrero) para generar una segunda alerta 305. El ejemplo de la primera alerta 302 y/o el ejemplo de la segunda alerta 305 notifican al piloto y/o a la tripulación que la aeronave 100 está bajo la influencia de una asimetría de vuelo a la vez que la aeronave 100 vuela sustancialmente en línea recta. Por lo tanto, en el ejemplo que se ilustra, el sistema 216 de piloto automático comunica el primer comando y/o el segundo comando para generar la primera alerta 302 y/o la segunda alerta 305 a la vez que la autoridad de balanceo del sistema 216 de piloto automático no está saturada. En el ejemplo que se ilustra, la primera alerta 302 es un primer gráfico 306. En el ejemplo que se ilustra, el primer gráfico 306 es un mensaje de texto que dice "PRECAUCIÓN". Sin embargo, esto es simplemente un ejemplo y cualquier gráfico, mensaje o indicador visual (por ejemplo, luz, símbolo, etc.) se puede mostrar y/o iluminar para implementar la primera alerta 302 de ejemplo. El segundo comando de ejemplo instruye al segundo sistema de alerta 304 para generar un sonido y/o un mensaje audible a través de un altavoz 308 tal como, por ejemplo, uno o más pitidos, una voz que indica "límite de balanceo del piloto automático" y/o cualquier otro sonido y/o mensaje audible. En otros ejemplos, el sistema 216 de piloto automático comunica otros números de comandos para generar otros números de alertas. Por ejemplo, el sistema 216 de piloto automático puede comunicar un tercer comando para generar una alerta táctil (por ejemplo, una vibración). En el ejemplo que se ilustra, la primera alerta 302 y/o la segunda alerta 305 de la Figura 3 indican que la asimetría en el vuelo exige un conocimiento del piloto sustancialmente inmediato y puede requerir una acción del piloto subsecuente tal como, por ejemplo, girar el yugo 200 para restaurar parte o toda la autoridad de balanceo del sistema 216 de piloto automático. En otros ejemplos, la primera alerta 302 y/o la segunda alerta 305 indican otra información.

La Figura 4 ilustra la pantalla 202 de vuelo de ejemplo y el yugo 200 de ejemplo cuando la aeronave 100 no está volando sustancialmente en línea recta bajo la influencia de una asimetría de vuelo. Como se discutió anteriormente en conjunto con la Figura 3, el sistema 216 de piloto automático controla la actitud de balanceo de la aeronave 100 y la salida proporcionada por el sistema 216 de piloto automático para controlar la actitud de balanceo. Si la actitud de balanceo excede la actitud de balanceo predeterminada, el sistema 216 de piloto automático determina que la aeronave 100 no está volando sustancialmente en línea recta. En algunos ejemplos, la actitud de balanceo predeterminada es un ángulo de inclinación de diez grados. En otros ejemplos, la actitud de balanceo predeterminada es otros ángulos de inclinación.

El ejemplo del sistema 216 de piloto automático determina si una asimetría de vuelo influye en la aeronave 100 para que no vuele sustancialmente en línea recta con base en la salida proporcionada por el sistema 216 de piloto automático y la actitud de balanceo de la aeronave 100. En algunos ejemplos, el sistema 216 de piloto automático determina que la asimetría de vuelo está influenciando a la aeronave 100 para que no vuele sustancialmente en línea recta si, a pesar de una salida del sistema 216 de piloto automático para hacer girar la aeronave 100 en una primera dirección, la aeronave 100 gira en una segunda dirección a una velocidad de balanceo mayor que una velocidad de balanceo predeterminada. Más específicamente, el sistema 216 de piloto automático puede determinar que la asimetría de vuelo está influenciando a la aeronave 100 para que no vuele sustancialmente en línea recta si las siguientes condiciones están presentes: (1) la velocidad de balanceo de la aeronave 100 es mayor que una velocidad predeterminada (por ejemplo, diez grados por segundo) y (2) la salida proporcionada por el sistema 216 de piloto automático es girar el yugo 200 al menos una primera cantidad predeterminada (por ejemplo, ocho grados a partir de la horizontal) en la primera dirección opuesta a la segunda dirección en la cual la aeronave 100 está girando.

En algunos ejemplos, el sistema 216 de piloto automático determina que la asimetría de vuelo está influenciando a la aeronave 100 para que no vuele sustancialmente en línea recta si la aeronave 100 gira una cantidad predeterminada en una dirección no controlada (por ejemplo, a pesar de una salida del sistema 216 de piloto automático para hacer girar la aeronave 100 en la primera dirección, la aeronave 100 gira la cantidad predeterminada en la segunda dirección). En algunos ejemplos, la cantidad predeterminada de balanceo se basa en una velocidad de balanceo de la aeronave 100 durante un período de tiempo predeterminado. Más específicamente, el sistema 216 de piloto automático puede determinar que la asimetría de vuelo está influenciando a la aeronave para que no vuele en línea recta si están presentes las siguientes condiciones: (1) el yugo 200 gira a al menos una posición predeterminada (por ejemplo, 16.5 grados a partir de la horizontal) a través del sistema 216 de piloto automático, (2) el yugo 200 está girando a una velocidad menor que una velocidad predeterminada (por ejemplo, 0.1 grados por segundo) a través del sistema 216 de piloto automático, y (3) la actitud de balanceo de la aeronave 100 no cambia de acuerdo con la salida proporcionada por el sistema 216 de piloto automático dentro de la cantidad de tiempo predeterminada (por ejemplo, durante la cantidad de tiempo predeterminada, la aeronave 100 no gira en una primera dirección en la cual el yugo 200 gira y/o la aeronave 100 gira en una segunda dirección opuesta a la primera dirección). En otros ejemplos, el sistema 216 de piloto automático determina si la asimetría de vuelo está influyendo en la aeronave 100 para que no vuele sustancialmente en línea recta con base en condiciones diferentes y/o adicionales que están presentes.

En algunos ejemplos, el sistema 216 de piloto automático determina o selecciona la cantidad de tiempo predeterminada usando una tabla o base de datos que incluye una pluralidad de velocidades de balanceo o rangos de velocidades de balanceo cada una asociada con una cantidad de tiempo predeterminada dada. Por ejemplo, si el sistema 216 de piloto automático determina que la aeronave 100 está girando a una velocidad de un grado por segundo y la tabla o gráfico incluye una primera cantidad de tiempo asociada con un grado por segundo, el sistema 216 de piloto automático selecciona la primera cantidad de tiempo como la cantidad de tiempo predeterminada. Si el sistema 216 de piloto automático determina que la aeronave 100 está girando a una velocidad de diez grados por segundo y la tabla o gráfico incluye una segunda cantidad de tiempo asociada con diez grados por segundo, un determinador 510 de asimetría de vuelo (Figura 5) selecciona la segunda cantidad de tiempo como la cantidad de tiempo predeterminada. En algunos ejemplos, el sistema 216 de piloto automático determina la cantidad de tiempo predeterminada utilizando un patrón matemático (por ejemplo, una ecuación tal como, por ejemplo,  $\text{Tiempo} = 9 (\text{Velocidad de balanceo})^{-2}$ ). En algunos ejemplos, cuanto mayor es la velocidad de balanceo, más corta es la cantidad de tiempo predeterminada y, por lo tanto, cuanto antes, el sistema 216 de piloto automático determina que la asimetría de vuelo influye en la aeronave 100 para que no vuele en línea recta. En algunos ejemplos, las cantidades de tiempo enumeradas en la tabla o la base de datos varían de 0.7 segundos a siete segundos. En otros ejemplos, se usan otras cantidades de tiempo.

En algunos ejemplos, el sistema 216 de piloto automático determina que la asimetría de vuelo está influyendo en la aeronave 100 para que no vuele en línea recta al determinar que la actitud de balanceo de la aeronave 100 es mayor que una actitud de balanceo predeterminada tal como, por ejemplo, un ángulo de inclinación de cuarenta grados. En otros ejemplos, el sistema 216 de piloto automático determina que la asimetría de vuelo está influyendo en la aeronave 100 para que no vuele en línea recta de otras formas.

En algunos ejemplos, el sistema 216 de piloto automático comunica un tercer comando al ordenador 203 de visualización de vuelo, un cuarto comando al primer sistema 300 de alerta y un quinto comando al segundo sistema 304 de alerta para generar una tercera alerta 400, una cuarta alerta 402 y una quinta alerta 403, respectivamente, si el sistema 216 de piloto automático determina que la aeronave 100 está bajo la influencia de la asimetría de vuelo que

hace que la aeronave 100 no vuele en línea recta. En otros ejemplos, el sistema 216 de piloto automático comunica uno o más comandos adicionales y/o diferentes.

La tercera alerta 400 de ejemplo, la cuarta alerta 402 de ejemplo y/o la quinta alerta 403 de ejemplo indican que la asimetría de vuelo garantiza un conocimiento del piloto sustancialmente inmediato y una acción del piloto sustancialmente inmediata. En otros ejemplos, la tercera alerta 400, la cuarta alerta 402 y/o la quinta alerta 403 indican información diferente y/o adicional. En el ejemplo que se ilustra, la tercera alerta 400 de ejemplo, la cuarta alerta 402 de ejemplo y/o la quinta alerta 403 de ejemplo cooperan para indicar una acción del piloto tal como, por ejemplo, la rotación del yugo 200 de ejemplo de la Figura 4 a la derecha en la orientación de la Figura 4. En el ejemplo que se ilustra, la tercera alerta 400 es un gráfico que se muestra en la pantalla 202 de vuelo. Más específicamente, la tercera alerta 400 de ejemplo es una flecha curva que apunta en una dirección en la cual el piloto debe girar el yugo 200 para compensar la asimetría de vuelo (por ejemplo, para ajustar la aeronave 100). En el ejemplo que se ilustra, la cuarta alerta 402 es un segundo gráfico 404. El segundo gráfico 404 de ejemplo es un mensaje de texto que dice "ADVERTENCIA". Sin embargo, estos son meramente ejemplos y, por lo tanto, cualquier tipo de alerta (por ejemplo, gráfico, mensaje e/o indicador visual (por ejemplo, luz, símbolo, imagen, etc.) pueden usarse para implementar la tercera alerta 400 de ejemplo y/o la cuarta alerta 402. En el ejemplo que se ilustra, la quinta alerta 403 es un mensaje sonoro o audible generado a través del altavoz 308. En algunos ejemplos, la quinta alerta 403 es una voz que indica la acción de piloto indicada por la tercera alerta 400. Por ejemplo, la voz puede indicar "girar a la derecha" o "girar a la izquierda". En algunos ejemplos, el sistema 216 de piloto automático comunica un sexto comando para generar una alerta táctil (por ejemplo, una vibración). En algunos ejemplos, se generan alertas diferentes y/o adicionales.

En algunos ejemplos, el sistema 216 de piloto automático está habilitado para comunicar comandos para generar una o más alertas de asimetría de vuelo tales como, por ejemplo, la primera alerta 302, la segunda alerta 305 la tercera alerta 400, la cuarta alerta 402, la quinta alerta 403 y/o cualquier otra alerta de asimetría de vuelo si una o más condiciones están presentes y/o si una o más condiciones no están presentes. Por ejemplo, el sistema 216 de piloto automático puede habilitarse para comunicar un comando para generar una alerta de asimetría de vuelo cuando la aeronave 100 está volando y el sistema 216 de piloto automático está activado. Por lo tanto, en algunos ejemplos, el sistema 216 de piloto automático puede no comunicar un comando para generar una alerta y/o el sistema 216 de piloto automático puede reiniciar una alerta si la aeronave 100 está estacionada o en rodaje. En algunos ejemplos, el sistema 216 de piloto automático puede no comunicar comandos para generar las alertas y/o el sistema 216 de piloto automático puede restablecer las alertas si el sistema 216 de piloto automático está desactivado, el sistema 216 de piloto automático está en un modo operacional predeterminado, se generan y/o muestran otras alertas y/o mensajes, y/o están presentes otras condiciones. En algunos ejemplos, el sistema 216 de piloto automático no comunica comandos para generar alertas y/o el sistema 216 de piloto automático restablece las alertas si se ha generado una alerta dentro de un período de tiempo predeterminado y no está presente una característica predeterminada de la aeronave 100. La característica predeterminada puede ser, por ejemplo, un rumbo de la aeronave 100, una salida de empuje del motor, una altitud de la aeronave 100, el despliegue del tren de aterrizaje, una posición predeterminada de una o más superficies de control y/o cualquier otra característica. En algunos ejemplos, la característica predeterminada es relativa a una característica de la aeronave 100 cuando se generó la alerta y/o en cualquier otro momento. Por ejemplo, la característica predeterminada puede ser un cambio en la velocidad de aire, un cambio en el rumbo, un cambio en la altitud, etc. de la característica correspondiente de la aeronave 100 cuando se generó la alerta. Así, por ejemplo, el sistema 216 de piloto automático puede restablecer las alertas si no se produce un cambio predeterminado en el rumbo dentro del tiempo predeterminado después de que se generaron las alertas.

La Figura 5 es un diagrama de bloques representativo del sistema 216 de piloto automático de ejemplo de la Figura 2-4. En el ejemplo que se ilustra, el sistema 216 de piloto automático incluye un controlador 500 de aeronave, un monitor 502 de características de vuelo, un monitor 504 de salida de piloto automático, una memoria 506, un reloj 508, el determinador 510 de asimetría de vuelo y un administrador 512 de alertas.

En el ejemplo que se ilustra, el controlador 500 de aeronave proporciona salidas para controlar una o más superficies de control (por ejemplo, alerones, aletas, deflectores, elevadores, etc.), el primer motor 114, el segundo motor 116 y/o cualquier otro(s) componente(s) de la aeronave 100 para volar la aeronave 100 a lo largo de un curso (por ejemplo, hacia un destino). En el ejemplo que se ilustra, el controlador 500 de aeronave controla el accionador 218 de yugo para controlar el yugo 200 para controlar una o más superficies de control de la aeronave 100. En el ejemplo que se ilustra, el controlador 500 de aeronave ajusta una posición del yugo 200 a través del accionador 218 de yugo con base en una o más características de vuelo y/u otra información comunicada por una unidad 514 de referencia inercial.

La unidad 514 de referencia inercial de ejemplo determina una o más características de vuelo de la aeronave 100 tales como, por ejemplo, una o más características de balanceo de la aeronave 100. Las características de balanceo de la aeronave 100 incluyen una actitud de balanceo, una velocidad de balanceo, una dirección de balanceo, un cambio de rumbo, etc. La unidad 514 de referencia inercial de la Figura 5 puede determinar la característica de vuelo utilizando, por ejemplo, uno o más sensores, medidores y/o dispositivos tales como, por ejemplo, un giroscopio láser de anillo, un acelerómetro, un dispositivo de sistema de posicionamiento global (GPS), etc.

El monitor 502 de características de vuelo de ejemplo de la Figura 5 monitoriza las características de vuelo determinadas por la unidad 514 de referencia inercial y/o determina las características de vuelo. Por ejemplo, el monitor 502 de características de vuelo de la Figura 5 puede monitorizar la actitud de balanceo de la aeronave 100 determinada

a través de la unidad 514 de referencia inercial. Con base en la actitud de balanceo de la aeronave 100, el monitor 502 de características de vuelo determina si la aeronave 100 está volando sustancialmente en línea recta. En algunos ejemplos, el monitor de características de vuelo determina si la aeronave 100 está volando sustancialmente en línea recta al determinar si la actitud de balanceo es igual o menor que una actitud de balanceo predeterminada (por ejemplo, un ángulo de inclinación de pocos grados).

El monitor 504 de salida del piloto automático de ejemplo de la Figura 5 controla las salidas proporcionadas por el controlador 500 de aeronave para controlar la aeronave 100. En algunos ejemplos, el monitor 504 de salida del piloto automático monitoriza las salidas proporcionadas por el controlador 500 de aeronave al determinar una posición y/o movimiento (por ejemplo, una velocidad de rotación) del yugo 200. En algunos ejemplos, el monitor 504 de salida del piloto automático monitoriza las salidas al determinar la cantidad de autoridad de balanceo utilizada por el sistema 216 de piloto automático para controlar la aeronave 100 a través de las salidas. En algunos ejemplos, el monitor 504 de salida del piloto automático monitoriza la salida al determinar un comando comunicado por el controlador 500 de aeronave tal como, por ejemplo, una velocidad de cambio de la posición del yugo 200 comandada por el controlador 500 de aeronave y/o una dirección de la rotación del yugo 200 comandada por el controlador 500 de aeronave. En algunos ejemplos, el monitor 504 de salida del piloto automático determina la cantidad de tiempo durante el cual el controlador 500 de aeronave está comandando que el yugo 200 pase a una posición predeterminada. En el ejemplo que se ilustra, el monitor 504 de salida del piloto automático recibe información de tiempo del reloj 508 de ejemplo.

La memoria 506 de ejemplo puede almacenar información tal como, por ejemplo, una tabla que incluye periodos de tiempo predeterminados y/o velocidades de giros asociados con los periodos de tiempo predeterminados. En algunos ejemplos, la memoria almacena comandos para generar alertas (por ejemplo, la primera alerta 302, la segunda alerta, la tercera alerta 400, la cuarta alerta 402, la quinta alerta 403, etc.), valores y/o estados de característica del vuelo y/u otra información.

El determinador 510 de asimetría de vuelo de ejemplo determina si la aeronave 100 está influenciada por una asimetría de vuelo. En algunos ejemplos, el determinador 510 de asimetría de vuelo determina si la aeronave 100 está influenciada por una asimetría de vuelo a la vez que la aeronave 100 vuela sustancialmente en línea recta y/o la autoridad de balanceo del sistema 216 de piloto automático de ejemplo no está saturada. En algunos ejemplos, el determinador 510 de asimetría de vuelo determina si una asimetría de vuelo está influyendo en la aeronave 100 para que no vuele sustancialmente en línea recta. Por ejemplo, el determinador 510 de asimetría de vuelo puede determinar si la autoridad de balanceo del sistema 216 de piloto automático está saturada y la asimetría de vuelo está influyendo en la aeronave 100 a girar. En algunos ejemplos, el determinador 510 de asimetría de vuelo determina que la aeronave 100 está influenciada por la asimetría de vuelo con base en la salida del controlador 500 de aeronave detectada a través del monitor 504 de salida del piloto automático y la actitud de balanceo de la aeronave 100 determinada a través de la unidad 514 de referencia inercial.

El administrador 512 de alertas de ejemplo de la Figura 5 comunica comandos y/o instrucciones al primer sistema 300 de alerta, al segundo sistema 304 de alerta, al ordenador 203 de visualización de vuelo y/o a cualquier otro sistema informático de la aeronave 100 para generar una o más alertas. En algunos ejemplos, el administrador 512 de alertas comunica comandos y/o instrucciones para generar una o más alertas que indiquen una acción que debe realizar el piloto con base en la asimetría de vuelo que influye en la aeronave 100 y/o una cantidad de autoridad de balanceo utilizada por el sistema 216 de piloto automático. Por ejemplo, si el determinador 510 de asimetría de vuelo determina que una asimetría de vuelo está influyendo en la aeronave 100, a la vez que el controlador 500 de aeronave controla la aeronave 100 para volar sustancialmente en línea recta y, por lo tanto, el sistema 216 de piloto automático está operando dentro de su autoridad de balanceo, el administrador 512 de alertas puede comunicar uno o más comandos para generar una o más alertas (por ejemplo, gráficos, sonidos, mensajes y/o cualquier otra alerta) para notificar al piloto la asimetría del vuelo. Por lo tanto, el ejemplo del sistema 216 de piloto automático notifica al piloto la asimetría de vuelo a la vez que la asimetría de vuelo está enmascarada por las salidas del sistema 216 de piloto automático.

En algunos ejemplos, si el determinador 510 de asimetría de vuelo determina que la autoridad de balanceo del sistema 216 de piloto automático está saturada y la asimetría de vuelo influye en la aeronave 100 para que gire en una primera dirección, el administrador 512 de alertas puede comunicar un primer comando al ordenador 203 de visualización de vuelo para mostrar un gráfico (por ejemplo, una flecha) que indica que el piloto debe girar el yugo 200 en una segunda dirección opuesta a la primera dirección. En algunos ejemplos, el administrador 512 de alertas también comunica un segundo comando al segundo sistema 304 de alerta para generar una alerta audible tal como, por ejemplo, un sonido o una voz que indique la acción que debe realizar el piloto. Por ejemplo, el segundo sistema 304 de alerta puede generar una voz que dice "girar a la derecha" o "girar a la izquierda". En algunos ejemplos, la primera alerta y la segunda alerta cooperan para indicar la acción del piloto, por ejemplo, generando una indicación visual y una indicación audible de la acción del piloto.

En algunos ejemplos, el administrador 512 de alertas reinicia (por ejemplo, desactiva) una o más alertas con base en la asimetría de vuelo y/o la cantidad de autoridad de balanceo utilizada por el sistema 216 de piloto automático. Por ejemplo, el administrador 512 de alertas puede comunicar un comando al ordenador 203 de visualización de vuelo para que deje de mostrar un gráfico en la pantalla 202 de vuelo si la influencia de la asimetría de vuelo disminuye de tal manera que el sistema 216 de piloto automático utiliza menos de una cantidad predeterminada de autoridad de

balanceo para controlar la aeronave 100 y/o el piloto realiza una acción (por ejemplo, gira el yugo 200) que permite al sistema 216 de piloto automático utilizar menos de la cantidad predeterminada de autoridad de balanceo.

En algunos ejemplos, el administrador 512 de alertas permite que el sistema 216 de piloto automático comunique los comandos para generar las alertas. Por ejemplo, el administrador 512 de alertas puede permitir que el sistema 216 de piloto automático comunique los comandos para generar las alertas si el sistema 216 de piloto automático está activado y la aeronave 100 está volando. En algunos ejemplos, el administrador 512 de alertas puede desactivar el sistema 216 de piloto automático de comunicar los comandos para generar las alertas y/o comunicar comandos para restablecer las alertas si la aeronave 100 está estacionada o en rodaje, el sistema 216 de piloto automático está desactivado, y/o el sistema 216 de piloto automático está en un modo operacional predeterminado tal como, por ejemplo, un modo de aterrizaje. En otros ejemplos, el administrador 512 de alertas habilita o deshabilita el sistema 216 de piloto automático de comunicar los comandos para generar las alertas si una o más condiciones están presentes y/o no están presentes.

Aunque una manera de ejemplo de implementar el sistema 216 de piloto automático de la Figura 2 se ilustra en la Figura 5, uno o más de los elementos, procesos y/o dispositivos que se ilustran en la Figura 5 se pueden combinar, dividir, reorganizar, omitir, eliminar e/o implementar de cualquier otra forma. Además, el controlador 500 de aeronave de ejemplo, el monitor 502 de características de vuelo de ejemplo, el monitor 504 de salida de piloto automático de ejemplo, la memoria 506 de ejemplo, el reloj 508 de ejemplo, de determinador 510 de asimetría de vuelo de ejemplo, el administrador 512 de alertas de ejemplo, la unidad 514 de referencia inercial de ejemplo, el primer sistema 300 de alerta de ejemplo, el segundo sistema 304 de alerta de ejemplo, el ordenador 203 de visualización de vuelo de ejemplo y/o, más en general, el sistema 216 de piloto automático de ejemplo de la Figura 5 pueden implementarse por hardware, software, firmware y/o cualquier combinación de hardware, software y/o firmware. Así, por ejemplo, cualquiera del controlador 500 de aeronave de ejemplo, el monitor 502 de características de vuelo de ejemplo, el monitor 504 de salida de piloto automático de ejemplo, la memoria 506 de ejemplo, el reloj 508 de ejemplo, el determinador 510 de asimetría de vuelo de ejemplo, el administrador 512 de alertas de ejemplo, la unidad 514 de referencia inercial de ejemplo, el primer sistema 300 de alerta de ejemplo, el segundo sistema 304 de alerta de ejemplo, el ordenador 203 de visualización de vuelo de ejemplo y/o, más en general, de sistema 216 de piloto automático de ejemplo de la Figura 5 podrían implementarse por uno o más circuito(s) analógico(s) o digital(es), circuitos lógicos, procesador(es) programable(s), circuito(s) integrado(s) específico(s) para la aplicación (ASIC(s)), dispositivo(s) lógico(s) programable(s) (PLD(s)) y/o dispositivo(s) lógico(s) programable(s) (FPLD(s)). Al leer cualquiera de las reivindicaciones del aparato o sistema de esta patente para cubrir una implementación puramente de software y/o firmware, al menos uno del controlador 500 de aeronave de ejemplo, el monitor 502 de características de vuelo de ejemplo, el monitor 504 de salida de piloto automático de ejemplo, la memoria 506 de ejemplo, el reloj 508 de ejemplo, el determinador 510 de asimetría de vuelo de ejemplo, el administrador 512 de alertas de ejemplo, la unidad 514 de referencia inercial de ejemplo, el primer sistema 300 de alerta de ejemplo, el segundo sistema 304 de alerta de ejemplo, el ordenador 203 de visualización de vuelo de ejemplo y/o, más en general, del sistema 216 de piloto automático de ejemplo de la Figura 5 se definen expresamente en este documento para incluir un dispositivo de almacenamiento o disco de almacenamiento legible por ordenador tangible tal como una memoria, un disco versátil digital (DVD), un disco compacto (CD), un disco Blu-ray, etc. que almacena el software y/o firmware. Aún más, el controlador 500 de aeronave de ejemplo, el monitor 502 de características de vuelo de ejemplo, el monitor 504 de salida de piloto automático de ejemplo, la memoria 506 de ejemplo, el reloj 508 de ejemplo, el determinador 510 de asimetría de vuelo de ejemplo, el administrador 512 de alertas de ejemplo, la unidad 514 de referencia inercial de ejemplo, el primer sistema 300 de alerta de ejemplo, el segundo sistema 304 de alerta de ejemplo, el ordenador 203 de visualización de vuelo de ejemplo y/o, más en general, el sistema 216 de piloto automático de ejemplo de la Figura 5 pueden incluir uno o más elementos, procesos y/o dispositivos además de, o en lugar de, los que se ilustran en la Figura 5, y/o pueden incluir más de uno o cualquiera de los elementos, procesos y dispositivos que se ilustran.

Los diagramas de flujo representativos de métodos de ejemplo que se pueden usar para implementar el sistema 216 de piloto automático de la Figura 5 se muestran en las Figuras 6-8. Los métodos pueden implementarse utilizando instrucciones legibles por máquina que comprenden un programa para ser ejecutado por un procesador tal como el procesador 912 que se muestra en el ejemplo de la plataforma 900 del procesador que se describe a continuación en relación con la Figura 9. El programa puede incorporarse en un software almacenado en un medio de almacenamiento legible por ordenador tangible, tal como un CD-ROM, un disquete, un disco duro, un disco versátil digital (DVD), un disco Blu-ray o una memoria asociada con el procesador 912, pero todo el programa y/o sus partes podrían ejecutarse alternativamente por un dispositivo que no sea el procesador 912 y/o incorporarse en firmware o hardware dedicado. Además, aunque los métodos de ejemplo se describen con referencia a los diagramas de flujo que se ilustran en las Figuras 6-8, se pueden usar alternativamente diversos otros métodos para implementar el sistema 216 de piloto automático de ejemplo. Por ejemplo, la orden de ejecución de los bloques se puede cambiar y/o algunos de los bloques descritos se pueden cambiar, eliminar o combinar.

Como se mencionó anteriormente, el método de ejemplo de las Figuras 6-8 se puede implementar usando instrucciones codificadas (por ejemplo, instrucciones legibles por ordenador y/o máquina) almacenadas en un medio de almacenamiento legible por ordenador tangible, tal como una unidad de disco duro, una memoria flash, una memoria de solo lectura (ROM), un disco compacto (CD), un disco versátil digital (DVD), un caché, una memoria de acceso aleatorio (RAM) y/o cualquier otro dispositivo de almacenamiento o disco de almacenamiento en el cual la información se almacena por cualquier tiempo (por ejemplo, por períodos de tiempo prolongados, permanentemente, por breves instancias, para almacenar temporalmente en búfer, y/o para almacenar en caché la información). Tal como

se usa en este documento, el término medio de almacenamiento legible por ordenador tangible se define expresamente para incluir cualquier tipo de dispositivo de almacenamiento y/o disco de almacenamiento legible por ordenador y para excluir las señales de propagación. Como se usa en este documento, “medio de almacenamiento legible por ordenador tangible” y “medio de almacenamiento legible por máquina tangible” se usan indistintamente.

Adicional o alternativamente, el método de ejemplo de las Figuras 6-8 puede implementarse usando instrucciones codificadas (por ejemplo, instrucciones legibles por ordenador y/o máquina) almacenadas en un ordenador no transitorio y/o medio legible por máquina tal como una unidad de disco duro, una memoria flash, una memoria de solo lectura, un disco compacto, un disco versátil digital, un caché, una memoria de acceso aleatorio y/o cualquier otro dispositivo de almacenamiento o disco de almacenamiento en el cual la información se almacena por cualquier duración (por ejemplo, por períodos de tiempo prolongados, de forma permanente, por breves instancias, para el almacenamiento temporalmente en búfer, y/o para el almacenamiento en caché de la información). Tal como se usa en este documento, el término medio legible por ordenador no transitorio se define expresamente para incluir cualquier tipo de dispositivo o disco legible por ordenador y para excluir señales de propagación. Como se usa en este documento, cuando la expresión “al menos” se usa como término de transición en un preámbulo de una reivindicación, es abierta de la misma manera que el término “que comprende” es abierto.

La Figura 6 es un diagrama de flujo representativo de un método 600 de ejemplo descrito en este documento. El método 600 de ejemplo de la Figura 6 comienza cuando el administrador 512 de alertas determina si el sistema 216 de piloto automático está habilitado para comunicar comandos para generar alertas de asimetría de vuelo (bloque 602). Por ejemplo, el monitor 512 de alerta puede determinar si el sistema 216 de piloto automático está habilitado para comunicar comandos para generar alertas de asimetría de vuelo al determinar si una o más condiciones están o no presentes, tal como, por ejemplo, un modo de operación del sistema 216 de piloto automático, una característica de vuelo de la aeronave 100, etc. Si el sistema 216 de piloto automático no está habilitado para comunicar comandos para generar alertas de asimetría de vuelo, el administrador 512 de alertas determina si se está generando una alerta (bloque 604). Si se genera una alerta, el administrador 512 de alertas restablece la alerta (bloque 606). Por ejemplo, el administrador 512 de alertas puede comunicar un comando para detener la generación de la alerta. En algunos ejemplos, el administrador 512 de alertas restablece la alerta al cesar la comunicación de un comando para generar la alerta.

Si el sistema de piloto automático está habilitado para comunicar comandos para generar alertas de asimetría de vuelo (bloque 602), el monitor 502 de características de vuelo monitoriza una característica de vuelo de la aeronave 100 (bloque 608). Por ejemplo, el monitor 502 de características de vuelo puede monitorizar una característica de balanceo de la aeronave 100 tal como, por ejemplo, una actitud de balanceo de la aeronave 100, una velocidad de balanceo de la aeronave 100, una dirección de balanceo de la aeronave 100, un cambio del rumbo de la aeronave 100, etc. En algunos ejemplos, el monitor 502 de características de vuelo monitoriza una característica de vuelo tal como, por ejemplo, un rumbo de la aeronave 100, si la aeronave 100 vuela sustancialmente en línea recta, y/o cualquier otra característica e/o información de vuelo. En algunos ejemplos, el monitor 502 de características de vuelo monitoriza si la aeronave 100 vuela sustancialmente en línea recta con base en la actitud de balanceo de la aeronave 100. Por ejemplo, si la actitud de balanceo de la aeronave 100 es menor que un ángulo de inclinación de diez grados y la velocidad de balanceo es inferior a un grado por segundo, el monitor 502 de características de vuelo determina que la aeronave 100 está volando sustancialmente en línea recta. Si la actitud de balanceo de la aeronave 100 es un ángulo de inclinación igual o mayor que diez grados, el monitor 502 de características de vuelo determina que la aeronave 100 no está volando sustancialmente en línea recta.

El ejemplo del monitor 504 de salida del piloto automático monitoriza una salida del sistema 216 de piloto automático de la aeronave 100 para controlar la característica de vuelo (bloque 610). En algunos ejemplos, el monitor 504 de salida del piloto automático monitoriza la salida al monitorizar una cantidad de autoridad de balanceo utilizada por el sistema 216 de piloto automático. En algunos ejemplos, el monitor 504 de salida del piloto automático monitoriza la salida del sistema 216 de piloto automático monitorizando uno o más comandos comunicados por el sistema 216 de piloto automático al accionador 218 de yugo para controlar el yugo 200. En algunos ejemplos, el monitor 504 de salida del piloto automático monitoriza la salida al monitorizar una posición del yugo 200, una dirección de rotación del yugo 200, y/o la velocidad de rotación del yugo 200 y/o cualquier característica de un componente de la aeronave 100.

El determinador 510 de asimetría de vuelo determina si la aeronave 100 está influenciada por una asimetría de vuelo (bloque 612). En algunos ejemplos, el determinador 510 de asimetría de vuelo determina si la aeronave 100 está influenciada por una asimetría de vuelo con base en la salida proporcionada por el sistema 216 de piloto automático y la característica de vuelo de la aeronave 100. En algunos ejemplos, el determinador 510 de asimetría de vuelo determina si la aeronave 100 está influenciada por la asimetría de vuelo, a la vez que la autoridad de balanceo del sistema 216 de piloto automático no está saturada y la aeronave 100 vuela sustancialmente en línea recta. Por ejemplo, si el monitor 504 de salida del piloto automático detecta que el yugo 200 recibe el comando de al menos una posición predeterminada durante un tiempo predeterminado, el determinador 510 de asimetría de vuelo determina que la aeronave 100 está influenciada por una asimetría de vuelo.

En algunos ejemplos, el determinador 510 de asimetría de vuelo determina que la aeronave 100 está influenciada por la asimetría de vuelo a la vez que la aeronave 100 vuela sustancialmente en línea recta si el monitor 504 de salida del piloto automático detecta que el yugo 200 recibe el comando de al menos una posición predeterminada en una primera dirección durante un período de tiempo predeterminado y el monitor 502 de características de vuelo determina que el

ángulo de inclinación de la aeronave 100 cambia a partir de la primera dirección (por ejemplo, en la cual el yugo 200 gira a través del controlador 500 de la aeronave) a una segunda dirección (por ejemplo, inclinándose a la izquierda en un grado) opuesto a la primera dirección.

En algunos ejemplos, el determinador 510 de asimetría de vuelo determina que la aeronave 100 está influenciada por la asimetría de vuelo, a la vez que la aeronave 100 vuela sustancialmente en línea recta si el monitor 504 de salida del piloto automático detecta que el yugo 200 recibe el comando de al menos la posición predeterminada en la primera dirección durante la cantidad de tiempo predeterminada y el monitor 502 de características de vuelo determina que la velocidad de balanceo de la aeronave 100 es menor que una velocidad de balanceo predeterminada (por ejemplo, un grado por segundo). En otros ejemplos, el determinador 510 de asimetría de vuelo determina que la aeronave está influenciada por la asimetría de vuelo si existen otras condiciones.

En algunos ejemplos, el determinador 510 de asimetría de vuelo determina si la aeronave 100 está influenciada por la asimetría de vuelo después de que la autoridad de balanceo del sistema 216 de piloto automático esté saturada y/o la aeronave 100 no esté volando sustancialmente en línea recta. Por ejemplo, el determinador 510 de asimetría de vuelo puede determinar que la aeronave 100 está influenciada por la asimetría de vuelo si el yugo 200 gira a al menos una posición predeterminada y la velocidad de balanceo de la aeronave 100 en una dirección no comandada excede una velocidad de balanceo predeterminada. Más específicamente, el determinador 510 de asimetría de vuelo puede determinar que la aeronave 100 está influenciada por la asimetría de vuelo si el monitor 504 de salida del piloto automático determina que la salida proporcionada por el controlador 500 de aeronave es un comando para girar el yugo 200 al menos una primera cantidad predeterminada (por ejemplo, ocho grados respecto a la horizontal) en la primera dirección, a la vez que la velocidad de balanceo está en una segunda dirección y es mayor que la velocidad predeterminada (por ejemplo, diez grados por segundo).

En algunos ejemplos, el determinador 510 de asimetría de vuelo determina que la aeronave 100 está influenciada por la asimetría de vuelo después de que la autoridad de balanceo se satura y/o la aeronave 100 no vuela sustancialmente en línea recta si el monitor 504 de salida del piloto automático determina que el yugo 200 está en al menos una posición predeterminada con respecto a una posición de referencia (por ejemplo, 16.5 grados a partir de la posición comandada por el piloto) y está girando a una velocidad menor que una velocidad predeterminada (por ejemplo, 0.1 grados por segundo), y el monitor 502 de características de vuelo determina que la actitud de balanceo de la aeronave 100 no cambia de acuerdo con la salida proporcionada por el controlador 500 de aeronave dentro de un período de tiempo predeterminado (por ejemplo, durante la cantidad de tiempo predeterminada, la aeronave 100 no gira en la primera dirección en la cual el yugo 200 gira y/o la aeronave 100 gira en la segunda dirección opuesta a la primera dirección).

En algunos ejemplos, el determinador 510 de asimetría de vuelo determina que la aeronave 100 está influenciada por la asimetría de vuelo al determinar que la actitud de balanceo de la aeronave 100 es mayor que una actitud de balanceo predeterminada tal como, por ejemplo, un ángulo de inclinación de cuarenta grados. En otros ejemplos, el determinador 510 de asimetría de vuelo determina que la asimetría de vuelo está influyendo en la aeronave 100 para que no vuele en línea recta de otras formas.

Si la aeronave está influenciada por la asimetría de vuelo, se genera una alerta (bloque 614). En algunos ejemplos, la alerta se basa en si la asimetría de vuelo se determina antes de que la autoridad de balanceo del sistema 216 de piloto automático esté saturada o después de que la autoridad de balanceo del sistema 216 de piloto automático esté saturada. Por ejemplo, si el determinador 510 de asimetría de vuelo determina antes de que la autoridad de balanceo se sature (por ejemplo, a la vez que la aeronave 100 vuela sustancialmente en línea recta) que la asimetría de vuelo influye en la aeronave 100, el administrador 512 de alertas puede comunicar un comando para generar una alerta lo que indica que la asimetría de vuelo garantiza la conciencia del piloto y puede justificar una acción posterior del piloto. Si el determinador 510 de asimetría de vuelo determina después de que la autoridad de balanceo está saturada (por ejemplo, a la vez que la aeronave 100 no está volando sustancialmente en línea recta) la asimetría de vuelo está influyendo en la aeronave 100, el administrador 512 de alertas puede comunicar un comando para generar una alerta que indique que la asimetría de vuelo merece la atención inmediata del piloto y la acción inmediata del piloto tal como, por ejemplo, la rotación del yugo 200. Por lo tanto, el método 600 de ejemplo se puede usar para notificar al piloto de una acción que debe realizarse para impedir que la aeronave 100 se altere bajo la influencia de la asimetría de vuelo que ha provocado la saturación de la autoridad de balanceo del sistema 216 de piloto automático.

En algunos ejemplos, el administrador 512 de alertas comunica uno o más comandos al primer sistema 300 de alerta, al segundo sistema 304 de alerta y/o al ordenador 203 de visualización de vuelo para generar alertas, las cuales pueden cooperar para indicar la acción del piloto (Figura 5). Por ejemplo, si la asimetría de vuelo hace que la aeronave 100 gire a la derecha a partir de la perspectiva del piloto que opera la aeronave 100, el administrador 512 de alertas puede comunicar un primer comando al ordenador 203 de visualización de vuelo y un segundo comando al primer sistema 300 de alerta. El primer comando puede ser mostrar en el ordenador 203 de visualización de vuelo una flecha que apunta hacia la izquierda a partir de la perspectiva del piloto, y el segundo comando puede ser emitir una voz a través del altavoz 308 que dice "girar a la izquierda".

Si la aeronave 100 no está influenciada por la asimetría de vuelo (bloque 612), el administrador 512 de alertas determina si se está generando una alerta (bloque 604). Si no se genera una alerta, el método 600 de ejemplo vuelve a Iniciar. Si se genera una alerta, el administrador 512 de alertas restablece la alerta (bloque 606).

La Figura 7 es un diagrama de flujo representativo de otro método 700 de ejemplo divulgado en este documento. El método 700 de ejemplo comienza cuando el controlador 500 de aeronave proporciona una salida para volar la aeronave 100 sustancialmente en línea recta (bloque 702). En algunos ejemplos, el controlador 500 de aeronave proporciona la salida al comunicador 218 del yugo para hacer girar el yugo 200 y/o mover el yugo 200 a una posición dada.

El administrador 512 de alertas determina si el sistema 216 de piloto automático está habilitado para comunicar comandos para generar alertas de asimetría de vuelo (bloque 704). Por ejemplo, el monitor 512 de alertas puede determinar si el sistema 216 de piloto automático está habilitado para comunicar comandos para generar alertas de asimetría de vuelo al determinar si una o más condiciones están presentes o no, tal como, por ejemplo, un modo de operación del sistema 216 de piloto automático, una característica de vuelo de la aeronave 100, etc. Si el sistema 216 de piloto automático no está habilitado para comunicar comandos para generar alertas de asimetría de vuelo, el administrador 512 de alertas determina si se está generando una alerta (bloque 706). Si se genera una alerta, el administrador 512 de alertas restablece la alerta (bloque 708). El método 700 de ejemplo regresa entonces al bloque 702. Si no se genera una alerta (bloque 706), el método 700 de ejemplo regresa al bloque 702.

Si el sistema de piloto automático está habilitado para comunicar comandos para generar alertas de asimetría de vuelo (bloque 704), el monitor 502 de características de vuelo determina si la aeronave 100 está volando sustancialmente en línea recta (bloque 710). En algunos ejemplos, el monitor 502 de características de vuelo determina si la aeronave 100 está volando sustancialmente en línea recta con base en la actitud de balanceo de la aeronave. Por ejemplo, si la aeronave 100 tiene una actitud de balanceo menor que un ángulo de inclinación predeterminado (por ejemplo, diez grados), el monitor 502 de características de vuelo determina que la aeronave 100 está volando sustancialmente en línea recta. Si la aeronave 100 tiene una actitud de balanceo mayor que el ángulo de inclinación predeterminado, el monitor 502 de características de vuelo determina que la aeronave 100 no está volando sustancialmente en línea recta (por ejemplo, la aeronave 100 está girando).

Si la aeronave 100 vuela sustancialmente en línea recta, el determinador 510 de asimetría de vuelo determina si el sistema 216 de piloto automático utiliza al menos una primera cantidad predeterminada de autoridad de balanceo para proporcionar la salida (bloque 712). En algunos ejemplos, el monitor 504 de salida del piloto automático determina la cantidad de autoridad de balanceo utilizada por el sistema 216 de piloto automático con base en una posición del yugo 200. Por lo tanto, en algunos ejemplos, la primera cantidad predeterminada de autoridad de balanceo puede estar en unidades de grados de rotación del yugo 200 a partir de una posición de referencia (por ejemplo, una posición comandada por el piloto). En algunos ejemplos, la primera cantidad predeterminada de autoridad de balanceo está en otras unidades (por ejemplo, un porcentaje de una autoridad de balanceo máxima utilizada por el sistema 216 de piloto automático).

Si el sistema 216 de piloto automático utiliza al menos la primera cantidad predeterminada de autoridad de balanceo, el determinador 510 de asimetría de vuelo determina si ha transcurrido una primera cantidad de tiempo predeterminada (bloque 714). Si la primera cantidad predeterminada de tiempo transcurrió a la vez que el sistema 216 de piloto automático utilizaba al menos la primera cantidad predeterminada de autoridad de balanceo, el administrador 512 de alertas comunica un comando al primer sistema 300 de alerta, al segundo sistema 304 de alerta, al ordenador 203 de visualización de vuelo, y/o a cualquier otro ordenador y/o sistema de visualización de vuelo para generar una o más alertas. Como resultado, se genera una primera alerta (bloque 716). El método 700 de ejemplo regresa entonces al bloque 712. Si el sistema 216 de piloto automático deja de utilizar al menos la primera cantidad predeterminada de autoridad de balanceo, se restablece la primera alerta (bloque 718). Por ejemplo, si la cantidad de autoridad de balanceo utilizada por el sistema 216 de piloto automático disminuye hasta por debajo de la primera cantidad predeterminada de autoridad de balanceo, el administrador 512 de alertas reinicia la primera alerta al comunicar un comando al primer sistema 300 de alerta, al segundo sistema 304 de alerta y/o al ordenador 203 de visualización de vuelo para detener la generación de la primera alerta. En algunos ejemplos, el administrador 512 de alertas restablece la primera alerta al cesar la comunicación de los comandos para generar la primera alerta.

Si la aeronave 100 no vuela sustancialmente en línea recta (bloque 710), el monitor 504 de salida del piloto automático determina si el sistema 216 de piloto automático está utilizando al menos una segunda cantidad predeterminada de autoridad de balanceo para proporcionar la salida (bloque 800). En algún ejemplo, la segunda cantidad predeterminada de autoridad de balanceo es de 16.5 grados de rotación del yugo 200 a partir de la posición de referencia. En otros ejemplos, la segunda cantidad predeterminada de autoridad de balanceo son otras cantidades de rotación del yugo 200 a partir de la posición de referencia. En algunos ejemplos, la segunda cantidad predeterminada de autoridad de balanceo está en otras unidades (por ejemplo, un porcentaje de una cantidad máxima de autoridad de balanceo utilizada por el sistema 216 de piloto automático).

Si el sistema 216 de piloto automático utiliza al menos la segunda cantidad predeterminada de autoridad de balanceo para proporcionar la salida, el determinador 510 de asimetría de vuelo determina si la aeronave 100 ha girado una cantidad predeterminada en una dirección no comandada (bloque 802). La dirección no comandada es una primera dirección opuesta a una segunda dirección en la cual el sistema 216 de piloto automático está comandando a la aeronave 100 para que gire a través de la salida. En algunos ejemplos, el determinador 510 de asimetría de vuelo determina si la aeronave 100 ha girado la cantidad predeterminada con base en una velocidad de balanceo de la aeronave 100 y una cantidad de tiempo predeterminada asociada con la velocidad de balanceo. Si la aeronave 100

giró la cantidad predeterminada en la dirección no comandada, se genera una segunda alerta (bloque 804). En algunos ejemplos, se generan dos o más alertas tales como, por ejemplo, una indicación visual y una indicación audible de una acción que debe realizar el piloto de la aeronave 100 (por ejemplo, la rotación del yugo 200 en la segunda dirección). El método 700 de ejemplo regresa entonces al bloque 800. Si la aeronave 100 no ha girado la cantidad predeterminada en la dirección no comandada (bloque 802), se restablece la tercera alerta (bloque 806).

Si el sistema 216 de piloto automático no utiliza al menos la segunda cantidad predeterminada de autoridad de balanceo (bloque 800), el monitor 504 de salida del piloto automático determina si el sistema de piloto automático utiliza al menos una tercera cantidad predeterminada de autoridad de balanceo para proporcionar la salida (bloque 808). En algunos ejemplos, la tercera cantidad predeterminada de autoridad de balanceo es menor que la segunda cantidad predeterminada de autoridad de balanceo. Por ejemplo, la tercera cantidad predeterminada de autoridad de balanceo puede ser ocho grados de rotación del yugo 200 a partir de la posición de referencia. Si el sistema 216 de piloto automático utiliza al menos la tercera cantidad predeterminada de autoridad de balanceo para proporcionar la salida, el determinador 510 de asimetría de vuelo determina si la velocidad de balanceo de la aeronave 100 en una dirección no controlada es mayor que una velocidad de balanceo predeterminada (bloque 810). En algunos ejemplos, la velocidad de balanceo predeterminada es de diez grados por segundo. En otros ejemplos, la velocidad de balanceo predeterminada es otras cantidades. Si la velocidad de balanceo de la aeronave 100 en la dirección no comandada es mayor que la velocidad de balanceo predeterminada, se genera una tercera alerta (bloque 812). En algunos ejemplos, se generan dos o más alertas tales como, por ejemplo, una indicación visual y una indicación audible de una acción que el piloto de la aeronave 100 debe realizar (por ejemplo, la rotación del yugo 200). Si la velocidad de balanceo de la aeronave 100 en la dirección no comandada es menor que la velocidad de balanceo predeterminada (bloque 810), se restablece la tercera alerta (bloque 814). El método 700 de ejemplo vuelve entonces al bloque 702.

La Figura 9 es un diagrama de bloques de una plataforma 900 de procesador de ejemplo capaz de ejecutar los métodos de ejemplo de las Figuras 6-8 para implementar el sistema 216 de piloto automático de la Figura 5. La plataforma 900 de procesador puede ser, por ejemplo, un servidor, un ordenador (por ejemplo, un ordenador de control de vuelo o cualquier otro tipo de dispositivo informático).

La plataforma 900 de procesador del ejemplo que se ilustra incluye un procesador 912. El procesador 912 del ejemplo que se ilustra es hardware. Por ejemplo, el procesador 912 puede ser implementado por uno o más circuitos integrados, circuitos lógicos, microprocesadores o controladores de cualquier familia o fabricante deseado.

El procesador 912 del ejemplo que se ilustra incluye una memoria 913 local (por ejemplo, un caché). El procesador 912 del ejemplo que se ilustra está en comunicación con una memoria principal que incluye una memoria 914 volátil y una memoria 916 no volátil a través de un bus 918. La memoria 914 volátil puede implementarse mediante una Memoria de Acceso Aleatorio Dinámico Síncrono (SDRAM), Memoria de Acceso Aleatorio Dinámico (DRAM), Memoria de Acceso Aleatorio Dinámico RAMBUS (RDRAM) y/o cualquier otro tipo de dispositivo de memoria de acceso aleatorio. La memoria 916 no volátil puede implementarse mediante memoria flash y/o cualquier otro tipo deseado de dispositivo de memoria. El acceso a la memoria 914, 916 principal está controlado por un controlador de memoria.

La plataforma 900 de procesador del ejemplo que se ilustra también incluye un circuito 920 de interfaz. El circuito 920 de interfaz puede implementarse mediante cualquier tipo de estándar de interfaz, tal como una interfaz Ethernet, un bus en serie universal (USB) y/o una interfaz PCI Express.

En el ejemplo que se ilustra, uno o más dispositivos 922 de entrada están conectados al circuito 920 de interfaz. Los dispositivos 922 de entrada permiten que un usuario ingrese datos y comandos en el procesador 912. El(los) dispositivo(s) de entrada se puede(n) implementar, por ejemplo, mediante un sensor de audio, un micrófono, una cámara (imagen fija o video), un teclado, un botón, un ratón, una pantalla táctil, una superficie táctil, una bola de seguimiento, un punto y/o un sistema de reconocimiento de voz.

Uno o más dispositivos 924 de salida también están conectados al circuito 920 de interfaz del ejemplo que se ilustra. Los dispositivos 924 de salida pueden implementarse, por ejemplo, mediante dispositivos de visualización (por ejemplo, un diodo emisor de luz (LED), un diodo emisor de luz orgánico (OLED), una pantalla de cristal líquido, una pantalla de tubo de rayos catódicos (CRT), una pantalla táctil, un dispositivo de salida táctil, un diodo emisor de luz (LED), una impresora y/o altavoces). El circuito 920 de interfaz del ejemplo que se ilustra, por lo tanto, típicamente incluye una tarjeta de controlador de gráficos, un chip de controlador de gráficos o un procesador de controlador de gráficos.

El circuito 920 de interfaz del ejemplo que se ilustra también incluye un dispositivo de comunicación tal como un transmisor, un receptor, un transceptor, un módem y/o una tarjeta de interfaz de red para facilitar el intercambio de datos con máquinas externas (por ejemplo, dispositivos de computación de cualquier tipo) a través de una red 926 (por ejemplo, una conexión Ethernet, una línea de suscripción digital (DSL), una línea telefónica, un cable coaxial, un sistema de teléfono móvil, etc.).

La plataforma 900 de procesador del ejemplo que se ilustra también incluye uno o más dispositivos 928 de almacenamiento masivo para almacenar software y/o datos. Los ejemplos de dichos dispositivos 928 de

almacenamiento masivo incluyen unidades de disquete, discos duros, unidades de disco compacto, unidades de disco Blu-ray, sistemas RAID y unidades de disco versátiles digitales (DVD).

- 5 Las instrucciones 932 codificadas para implementar los métodos de las Figuras 6-8 se pueden almacenar en el dispositivo 928 de almacenamiento masivo, en la memoria 914 volátil, en la memoria 916 no volátil, y/o en un medio de almacenamiento legible por ordenador desmontable y tangible, tal como un CD o DVD.

- 10 De lo anterior, se apreciará que los métodos, aparatos y artículos de fabricación descritos anteriormente generan alertas para indicar que una asimetría de vuelo está influyendo en una aeronave. Los ejemplos divulgados en este documento generan alertas cuando la autoridad de balanceo de un sistema de piloto automático no está saturada. Como resultado, los ejemplos divulgados en este documento permiten que un piloto que opera la aeronave esté al tanto de la asimetría de vuelo a la vez que la aeronave está volando sustancialmente en línea recta. Los ejemplos descritos en este documento también generan alertas que indican una acción que el piloto debe realizar para compensar la asimetría de vuelo cuando la autoridad de balanceo del sistema de piloto automático está saturada. Por lo tanto, los ejemplos divulgados en este documento ayudan al piloto a reducir la probabilidad de que la aeronave se altere.

- 15 Aunque algunos métodos, aparatos y artículos de fabricación de ejemplo se han divulgado en el presente documento, el alcance de la cobertura de esta patente no se limita a los mismos. Por el contrario, esta patente cubre todos los métodos, aparatos y artículos de fabricación que caen dentro del alcance de las reivindicaciones de esta patente.

- 20 De acuerdo con un aspecto de la presente divulgación, se divulga un método que comprende monitorizar una característica de balanceo de una aeronave; determinar una salida de un sistema de piloto automático de la aeronave para controlar la característica de balanceo; y generar una alerta con base en la salida y una autoridad del sistema de piloto automático para controlar la característica de balanceo.

El método puede ser uno en donde la característica de balanceo de la aeronave se selecciona del grupo que consiste en la actitud de balanceo, la velocidad de balanceo, la dirección de balanceo y el cambio de rumbo.

- 25 El método puede ser uno en donde la característica de balanceo es la actitud de balanceo y generar la alerta comprende generar la alerta a la vez que la autoridad del sistema de piloto automático no está saturada.

El método puede ser uno en donde generar la alerta comprende mostrar un gráfico a través de una pantalla de vuelo, el gráfico que indica la corrección que debe tomar un piloto de la aeronave.

El método puede ser uno en donde generar la alerta comprende mostrar un gráfico a través de una pantalla de vuelo, el gráfico que indica una dirección en la cual un piloto debe girar un yugo de la aeronave.

- 30 El método puede ser uno en donde monitorizar la característica de balanceo comprende determinar una velocidad de balanceo de la aeronave.

El método puede ser uno en donde monitorizar la característica de balanceo comprende determinar una dirección de balanceo de la aeronave.

El método puede ser uno en donde determinar la salida comprende determinar una posición de un yugo de la aeronave.

- 35 El método puede ser uno en donde generar la alerta comprende generar una primera alerta si el sistema de piloto automático utiliza al menos una cantidad predeterminada de la autoridad durante un tiempo predeterminado para proporcionar la salida.

El método puede ser uno en donde generar la alerta comprende generar una primera alerta si la aeronave obtiene una cantidad predeterminada.

- 40 De acuerdo con un aspecto de la presente divulgación, se proporciona un método que comprende determinar una característica de vuelo de una aeronave; determinar una cantidad de autoridad de balanceo utilizada por un sistema de piloto automático de la aeronave; y generar una alerta con base en la característica de vuelo y la cantidad de autoridad de balanceo.

- 45 El método puede ser uno en donde determinar la característica de vuelo comprende determinar una velocidad de balanceo de la aeronave.

El método puede ser uno en donde determinar la característica de vuelo comprende determinar una actitud de balanceo de la aeronave.

El método puede ser uno en donde determinar la cantidad de autoridad de balanceo comprende determinar una posición del yugo comandado a través del sistema de piloto automático.

- 50 El método puede ser uno en donde determinar la característica de vuelo comprende determinar si la aeronave está volando sustancialmente en línea recta.

El método puede ser uno en donde generar la alerta comprende comunicar una instrucción para emitir una alerta audible.

- 5 De acuerdo con un aspecto de la presente divulgación, se proporciona un método que comprende monitorizar una característica de vuelo de una aeronave; controlar una salida de un sistema de piloto automático de la aeronave para controlar la característica de vuelo; determinar si la aeronave está influenciada por una asimetría de vuelo con base en la salida y la característica de vuelo; y generar una alerta si la aeronave está influenciada por la asimetría de vuelo.

El método puede ser uno en donde determinar si la aeronave está influenciada por la asimetría de vuelo comprende determinar una cantidad de autoridad de balanceo utilizada por el sistema de piloto automático para proporcionar la salida.

- 10 El método puede ser uno en donde determinar si la aeronave está influenciada por la asimetría de vuelo comprende determinar si la aeronave está girando en una dirección no comandada.

El método puede ser uno en donde generar la alerta comprende generar una primera alerta y una segunda alerta, la primera alerta y la segunda alerta cooperan para indicar una acción del piloto.

- 15 El método es uno en donde generar la alerta comprende generar la alerta después de que una autoridad de balanceo del sistema de piloto automático esté saturada.

# REIVINDICACIONES

1. Un método, que comprende:  
monitorizar una característica de balanceo de una aeronave (100);  
determinar una salida de un sistema (126) de piloto automático de la aeronave (100) para controlar la característica de balanceo; y  
generar una alerta con base en la salida y una autoridad del sistema (126) de piloto automático para controlar la característica de balanceo,  
en donde la característica de balanceo de la aeronave (100) se selecciona del grupo que consiste en la actitud de balanceo, la velocidad de balanceo, la dirección de balanceo, y cambio de rumbo,  
en donde generar la alerta comprende mostrar un gráfico a través de una pantalla de vuelo, el gráfico que indica una corrección que un piloto de la aeronave (100) debe tomar y/o una dirección en la cual un piloto debe girar un yugo de la aeronave (100).
2. El método de la reivindicación 1, en donde la característica de balanceo es la actitud de balanceo y la generación de la alerta comprende generar la alerta a la vez que la autoridad del sistema (126) de piloto automático no está saturada.
3. El método de la reivindicación 1 o 2, en donde monitorizar la característica de balanceo comprende determinar una velocidad de balanceo de la aeronave (100).
4. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde monitorizar la característica de balanceo comprende determinar una dirección de balanceo de la aeronave (100).
5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde determinar la salida comprende determinar una posición de un yugo de la aeronave (100).
6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde generar la alerta comprende generar una primera alerta si el sistema (126) de piloto automático utiliza al menos una cantidad predeterminada de la autoridad durante una cantidad predeterminada de tiempo para proporcionar la salida.
7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde generar la alerta comprende generar una primera alerta si la aeronave (100) gira una cantidad predeterminada.
8. El método de la reivindicación 1, que comprende además:  
determinar una característica de vuelo de una aeronave (100);  
determinar una cantidad de autoridad de balanceo utilizada por un sistema (126) de piloto automático de la aeronave (100);  
y  
generar una alerta con base en la característica de vuelo y la cantidad de autoridad de balanceo.
9. El método de la reivindicación 8, en donde determinar la característica de vuelo comprende determinar una velocidad de balanceo de la aeronave (100).
10. El método de las reivindicaciones 8 o 9, en donde determinar la característica de vuelo comprende determinar una actitud de balanceo de la aeronave (100).
11. El método de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en donde determinar la cantidad de autoridad de balanceo comprende determinar una posición del yugo comandado a través del sistema (126) de piloto automático.
12. El método de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en donde determinar la característica de vuelo comprende determinar si la aeronave (100) está volando sustancialmente en línea recta.

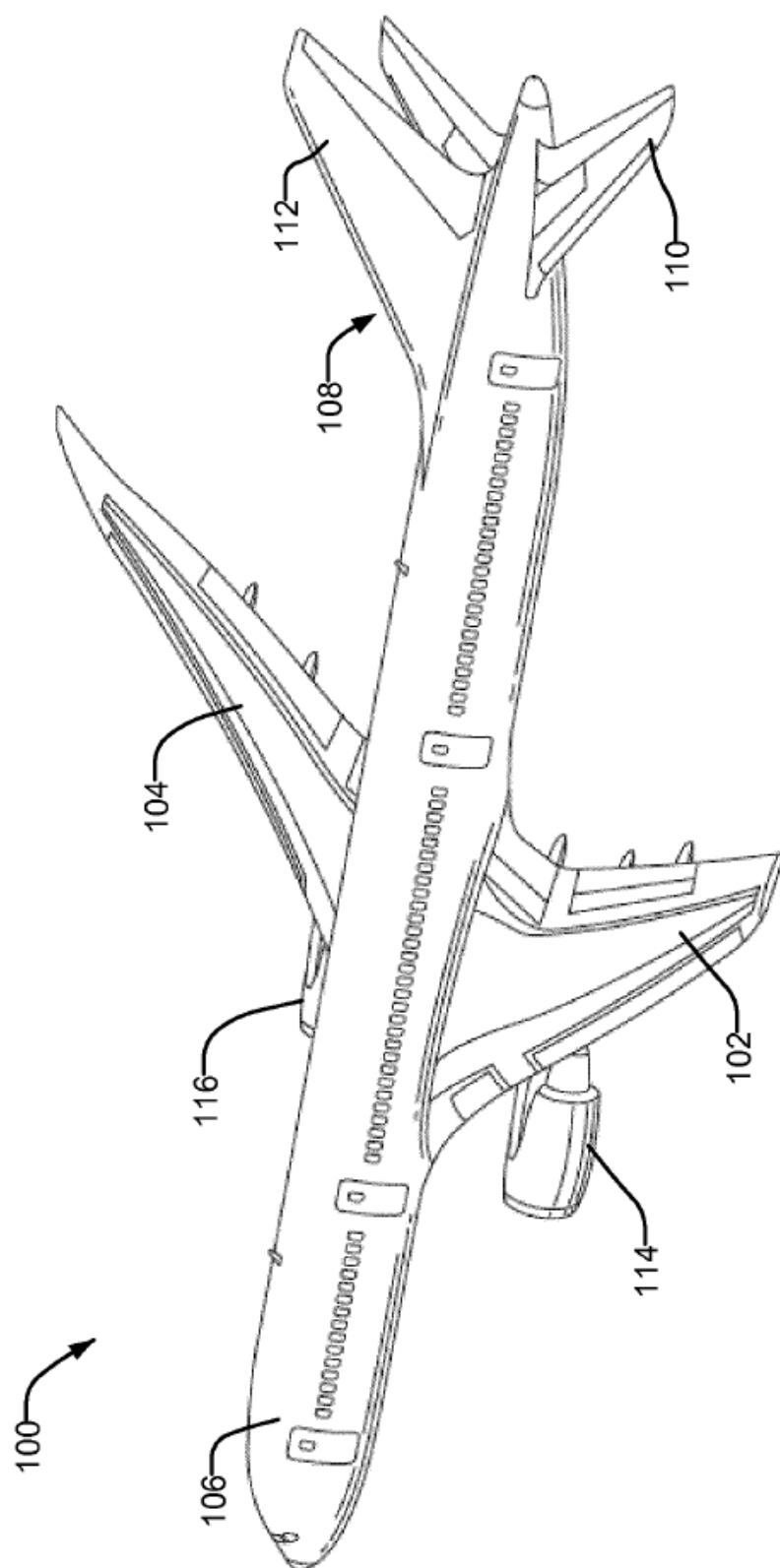
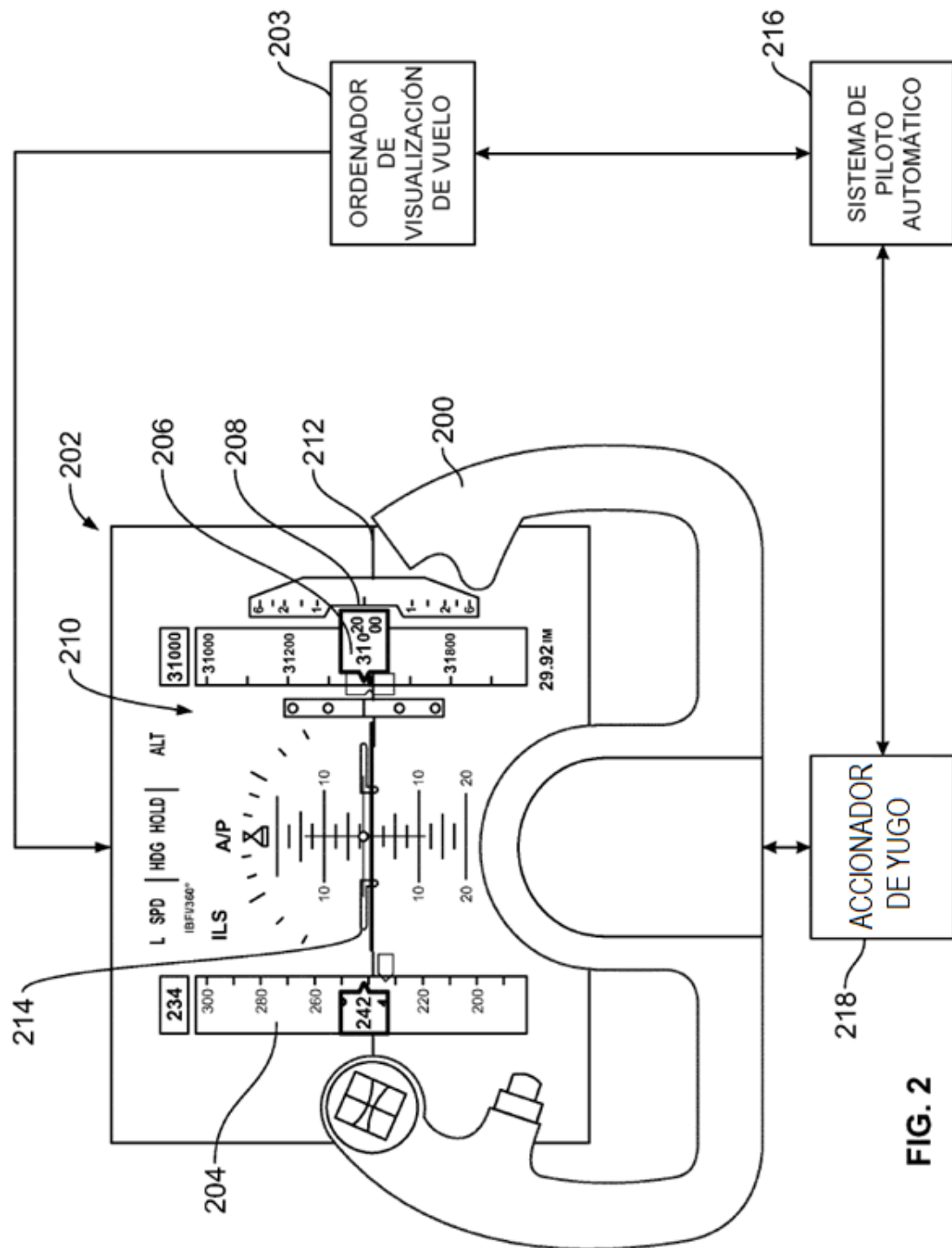
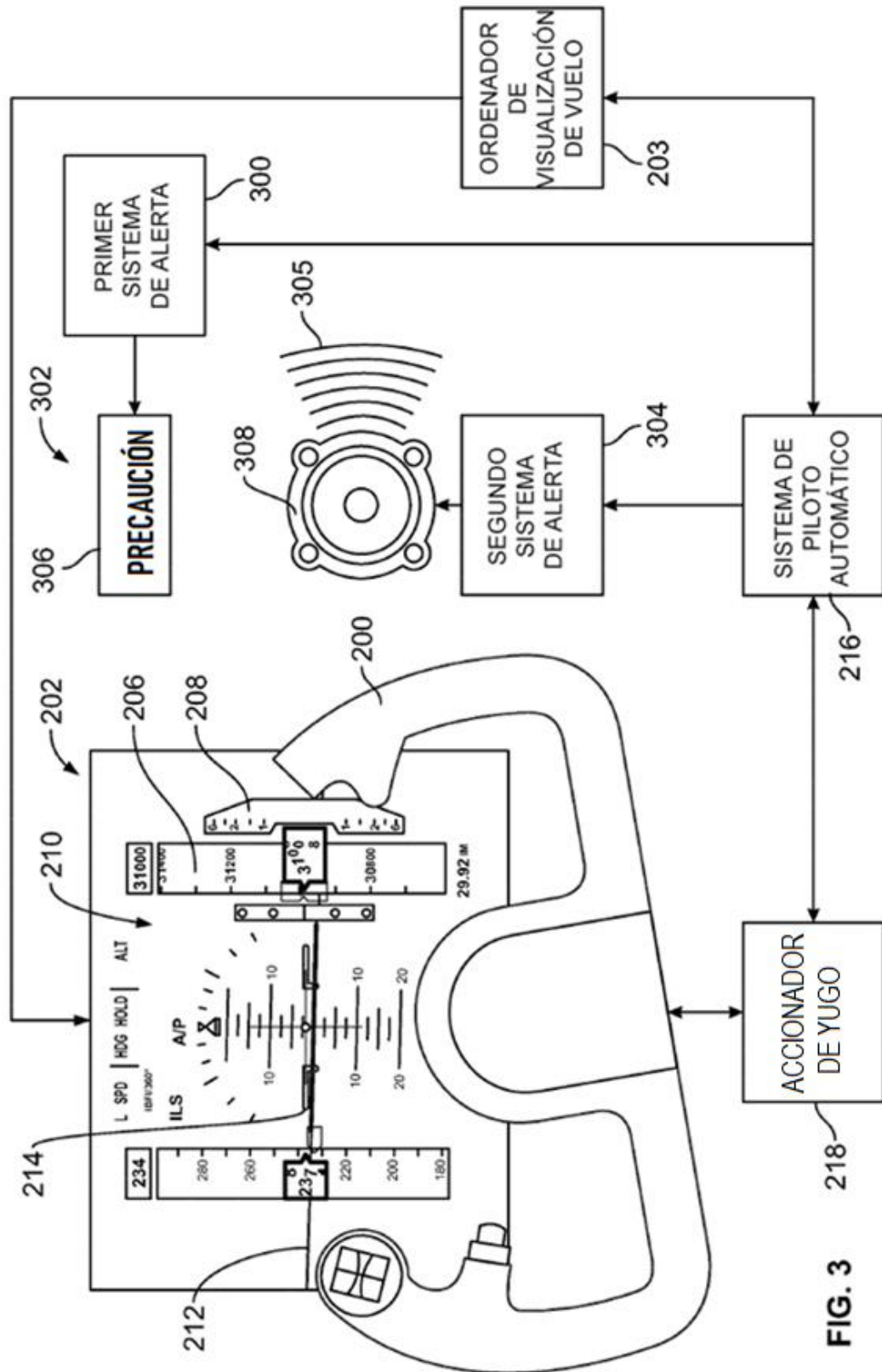
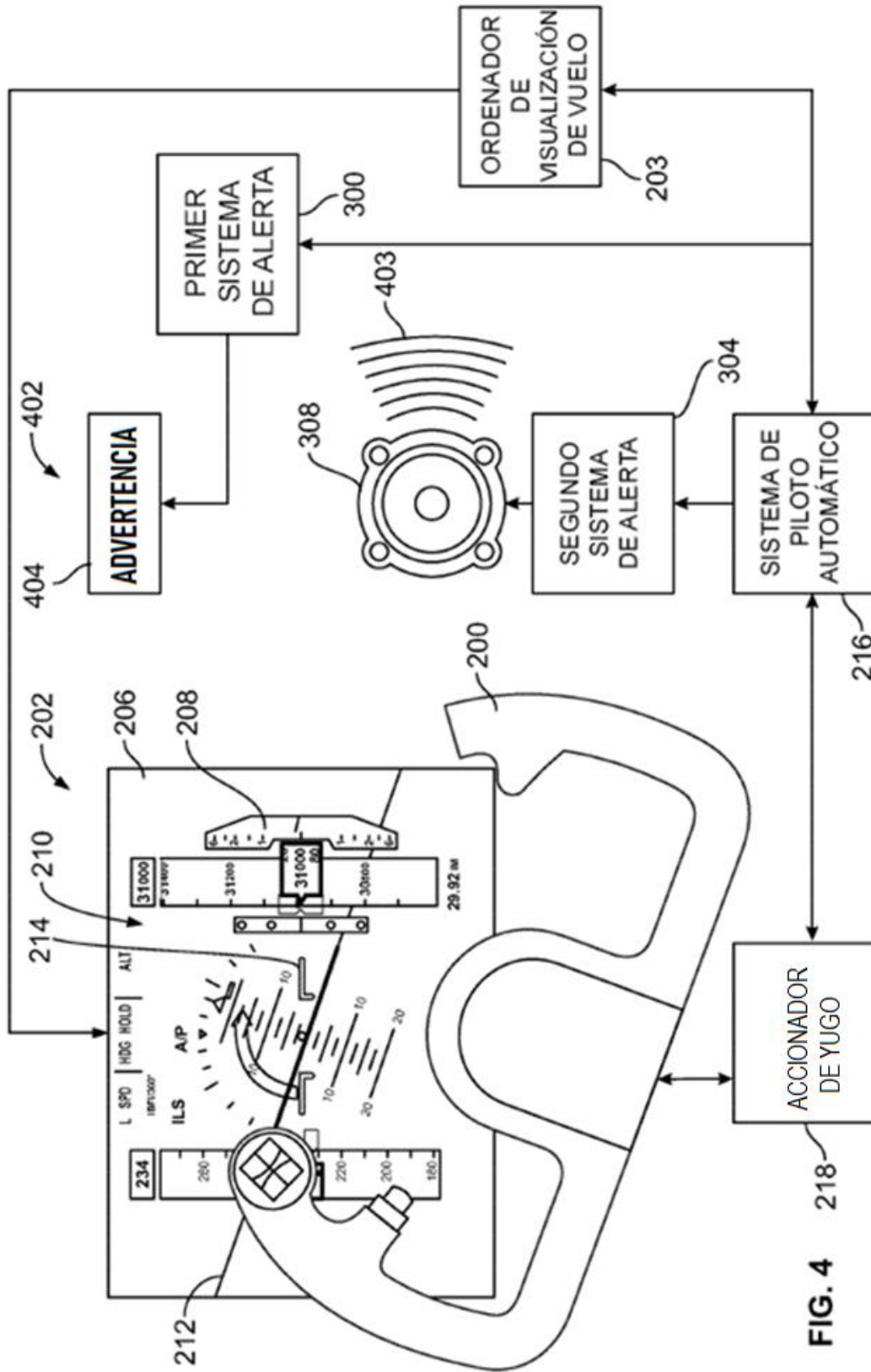


FIG. 1







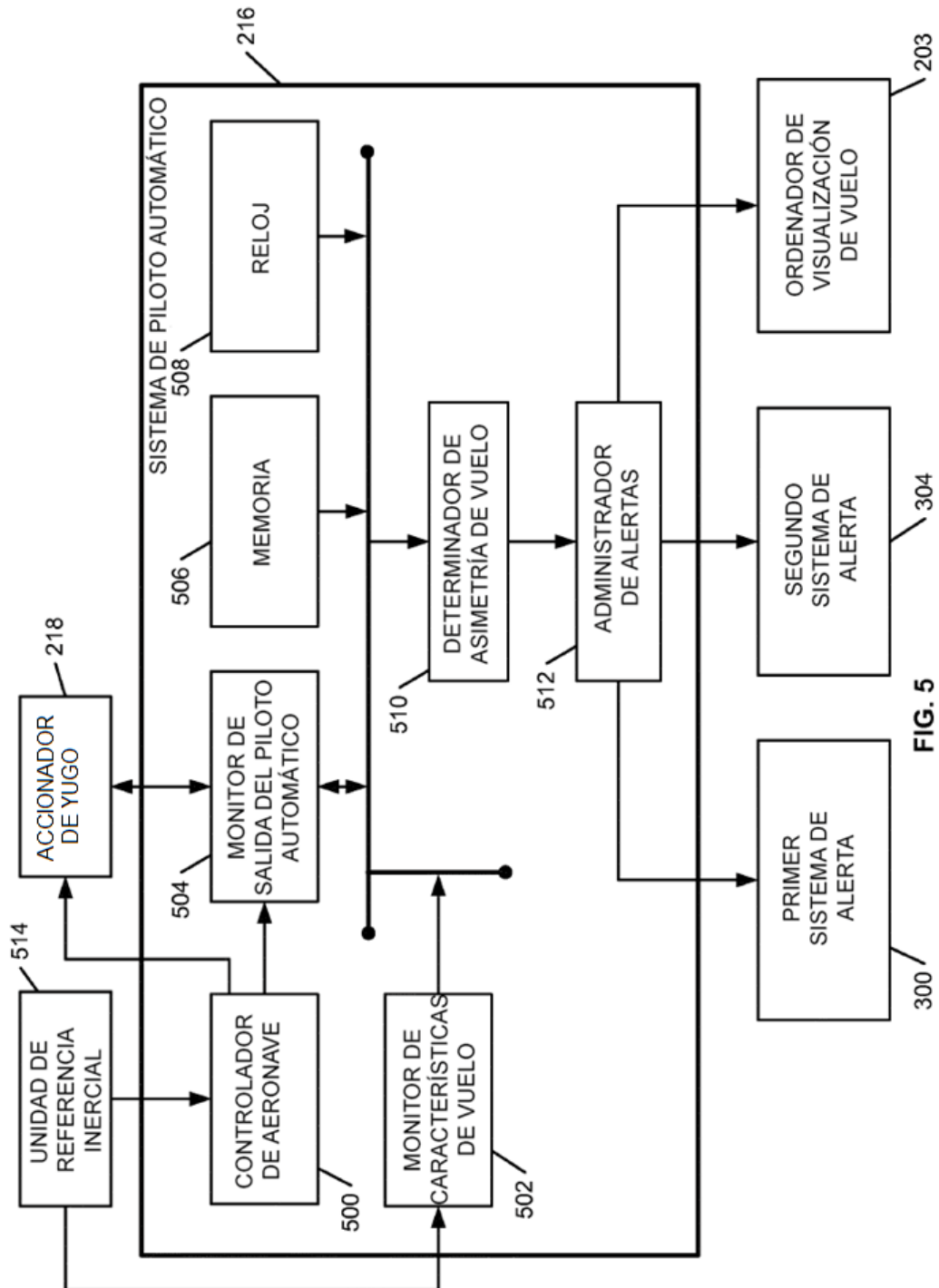


FIG. 5

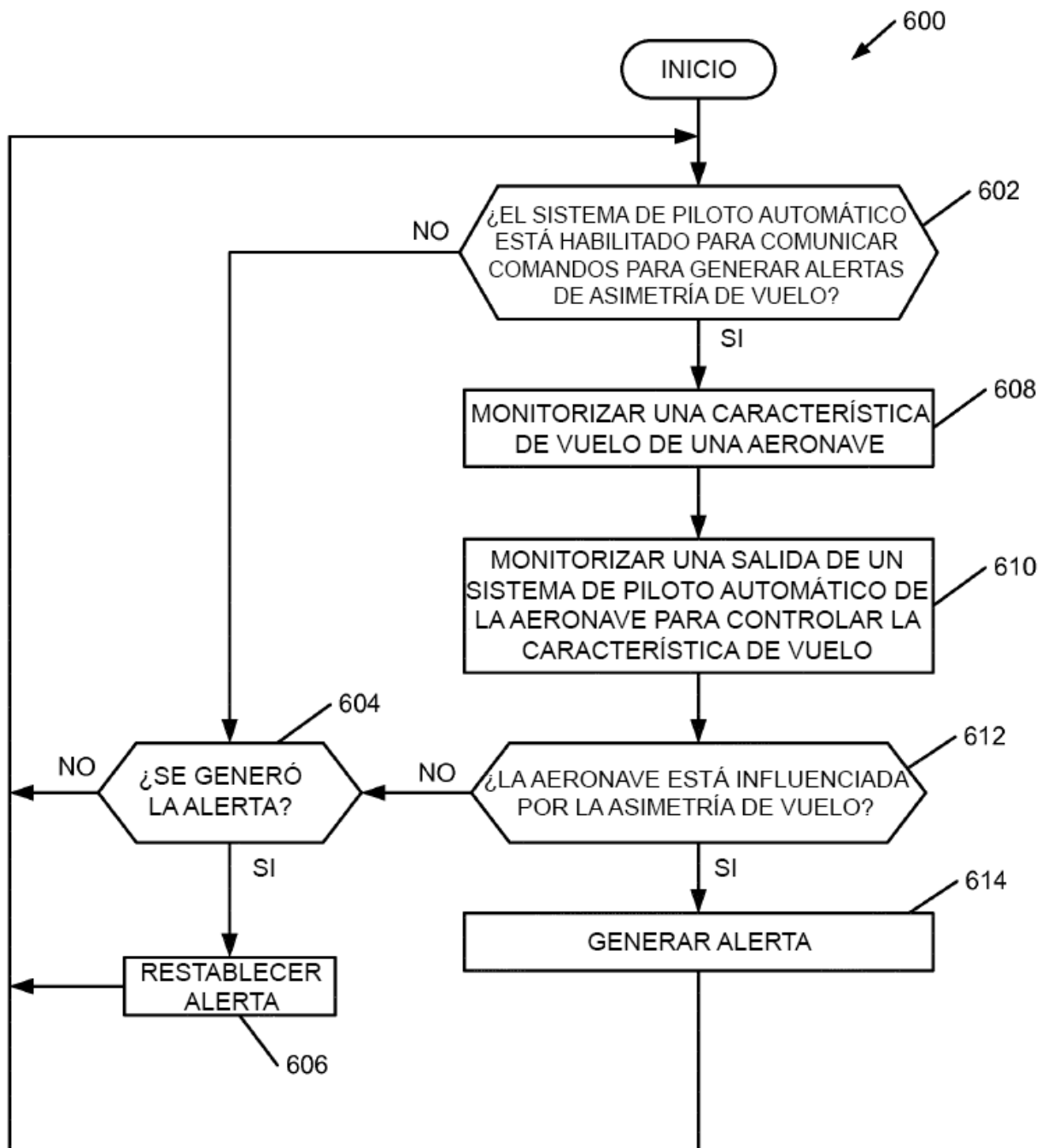


FIG. 6

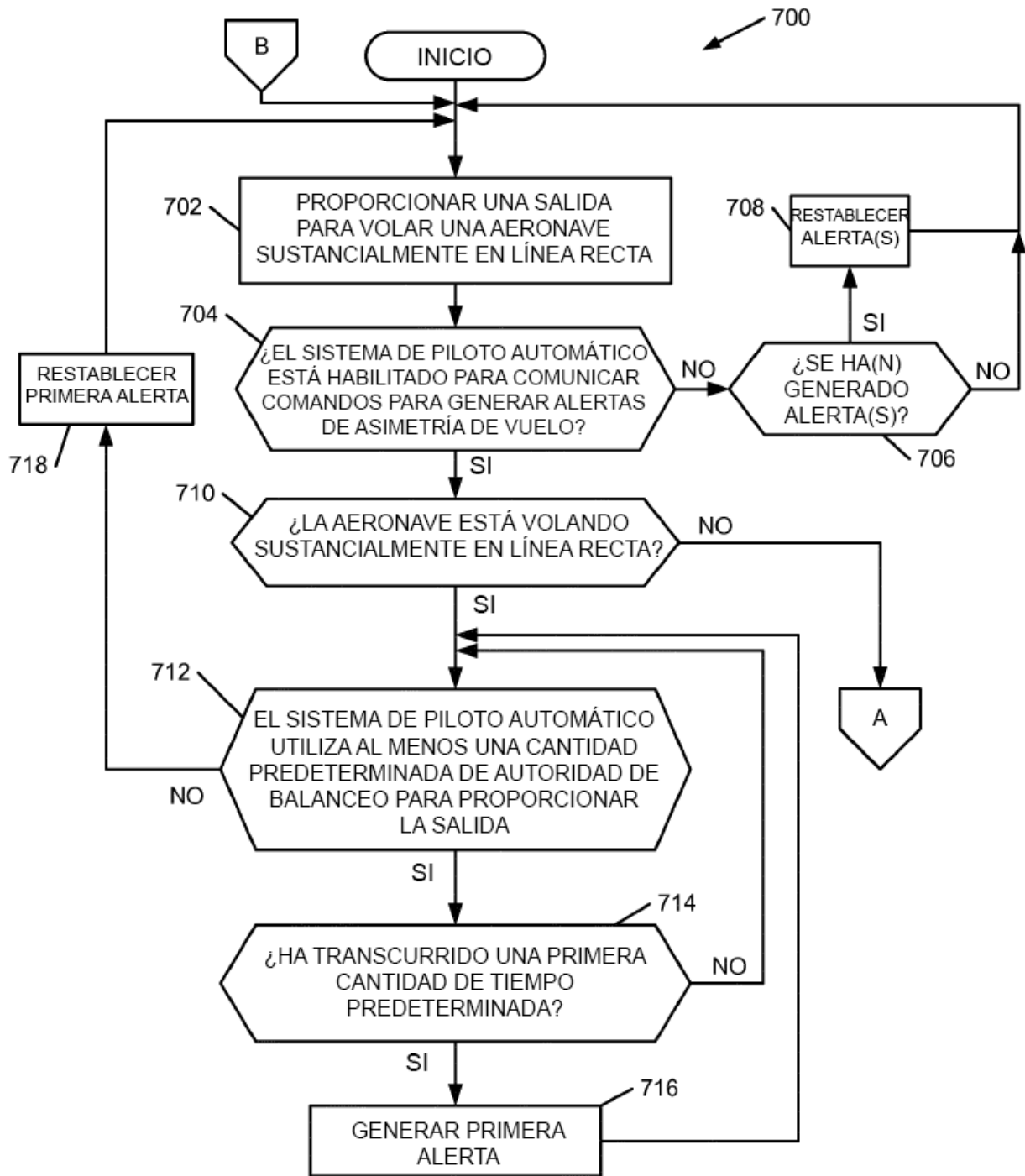


FIG. 7

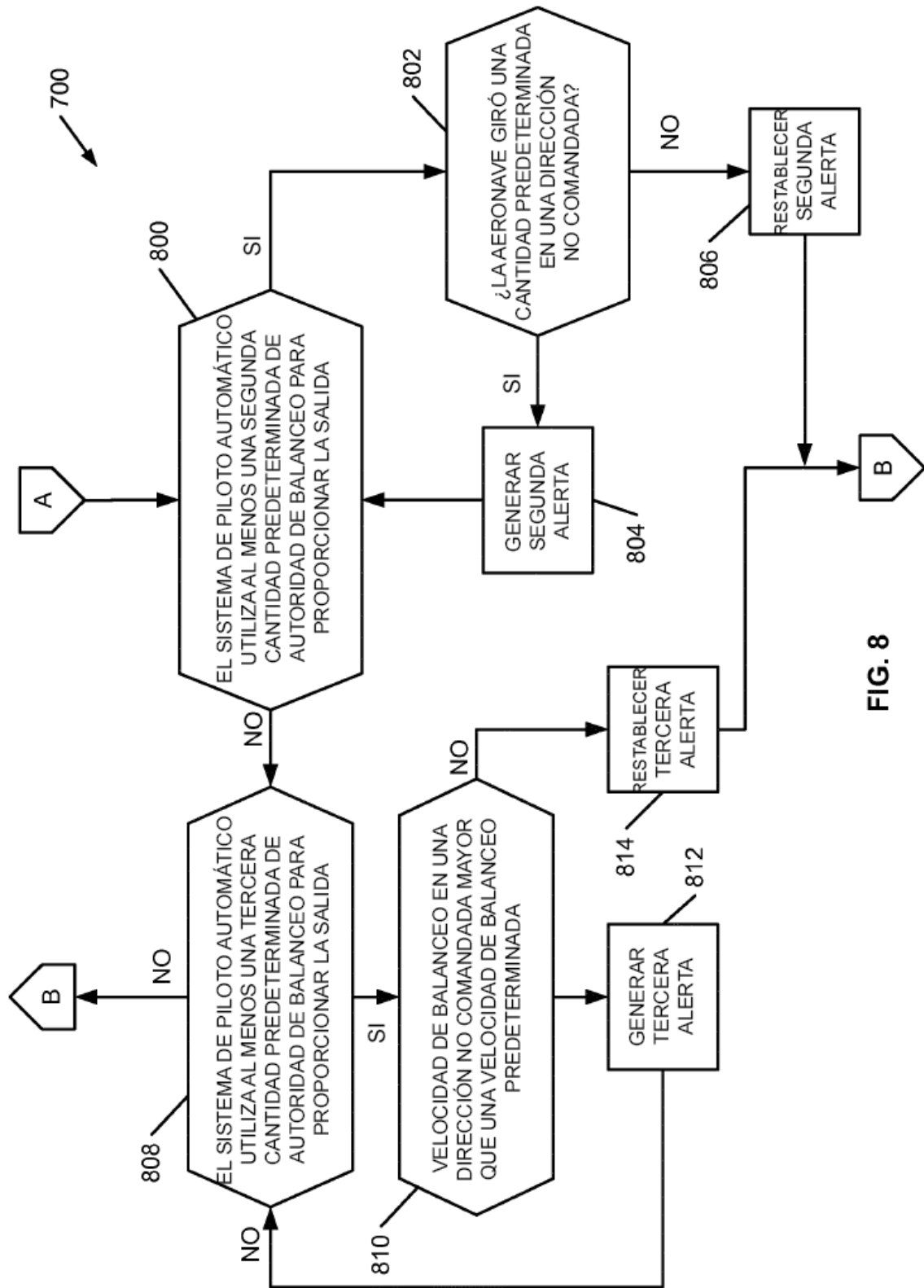
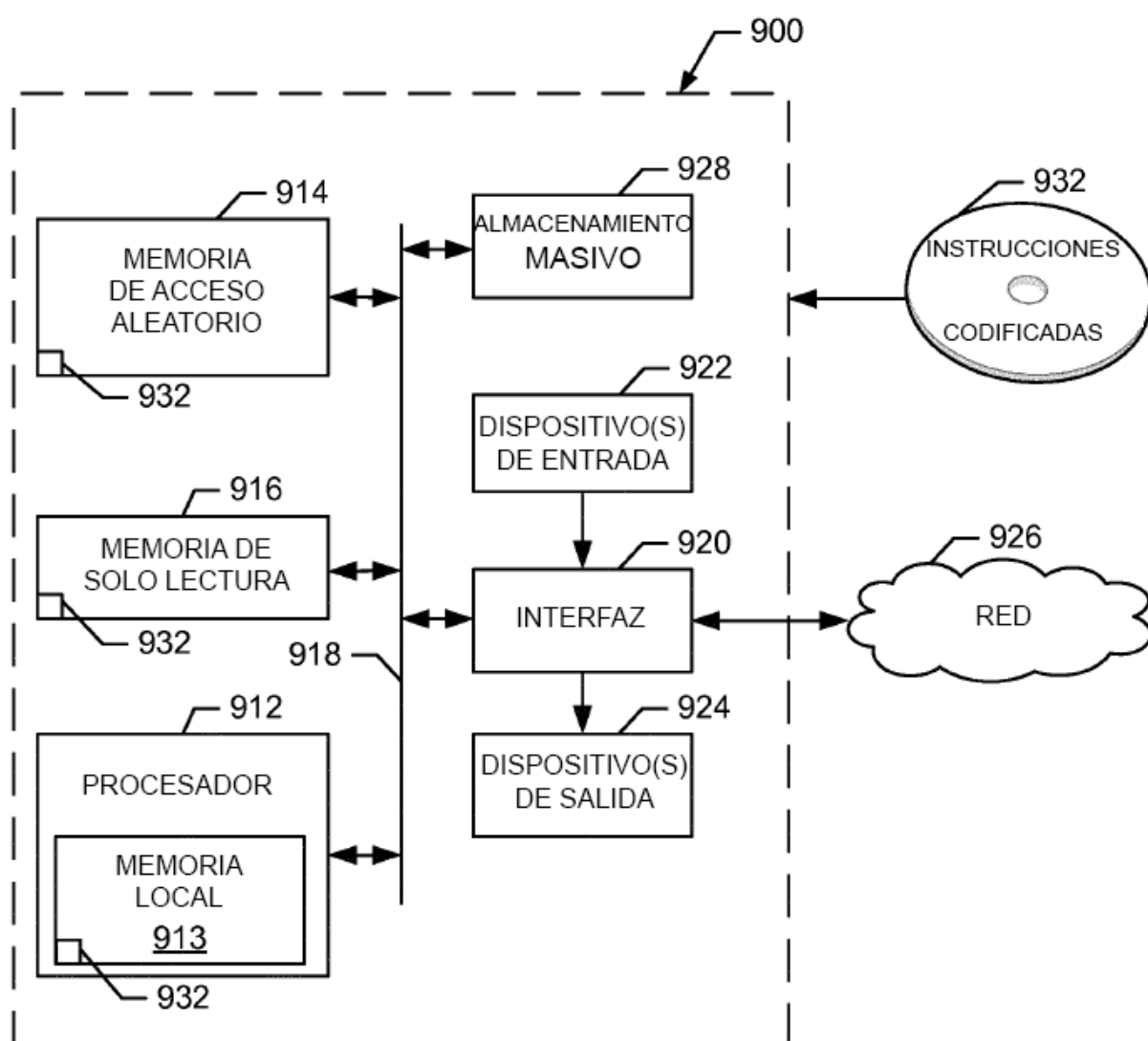


FIG. 8



**FIG. 9**