

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 291**

51 Int. Cl.:

B60T 8/17

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07873685 .7**

96 Fecha de presentación: **20.12.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2167356**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **31.03.2010**

54 Título: **SISTEMA Y MÉTODO PARA UNA FUNCIÓN DE FRENO AUTOMÁTICO PARA UN SISTEMA DE FRENO ELÉCTRICO DE UN AVIÓN.**

30 Prioridad:
22.12.2006 US 871744 P
27.04.2007 US 741712

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.12.2011

73 Titular/es:
The Boeing Company
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-2016, US

72 Inventor/es:
GRIFFITH, T. Todd;
UTA, Andreea D. y
GOWAN, John

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 371 291 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema y método para una función de freno automático para un sistema de freno eléctrico de un avión.

5 **CAMPO TÉCNICO**

Las realizaciones del presente invento se refieren en general a un sistema de freno eléctrico para un avión. Más particularmente, las realizaciones del presente invento se refieren a una función de freno automático para un sistema de freno eléctrico de un avión.

10 **ANTECEDENTES**

Muchos aviones utilizan sistemas de frenos que tienen mecanismos de freno que son controlados por arquitecturas de control por cable directo o de control hidráulico. Los modernos aviones están comenzando a reemplazar los sistemas de freno convencionales de aviones accionados por cable o accionados hidráulicamente con sistemas de frenos accionados eléctricamente y controlados eléctricamente.

15 Los aeroplanos avanzados usan una función de freno automático para aplicar los frenos de manera automática. El freno automático libera al piloto para realizar otras tareas durante el despegue o aterrizaje en momentos en los que el sistema de freno puede ser manipulado por un sistema automatizado. Un sistema de freno automático debería estar diseñado con características de seguridad. Particularmente, un sistema de freno para aviones debería incluir un tratamiento independiente y redundante suficiente para proporcionar un control de freno y una robustez fiables. Con el control, basado en un canal independiente, de un sistema de frenos eléctrico para aviones, una orden de freno automático idéntica emitida desde todos los canales independientes es deseable para asegurar la aplicación sincronizada de los frenos.

20 Una función de freno automático del tipo convencional está descrita por el documento US 6.513.885 B.

25 **BREVE SUMARIO**

Se han descrito un sistema y método para una función de freno automático eléctrico adecuada para usar con un avión. En una realización, la funcionalidad de control de freno automático será solamente habilitada en uno de una pluralidad de canales de control del sistema de frenos para asegurar la aplicación simétrica de los frenos. El sistema incluye un canal maestro de freno automático configurado para generar una orden maestra de freno automático y una pluralidad de canales de freno automático esclavos configurados para recibir la orden maestra de freno automático. El canal maestro recibe los datos de actuación de la orden de freno automático, calcula la orden maestra de freno automático basado en los datos de actuación de la orden de freno automático, y sincroniza la aplicación del freno generando una orden maestra de freno automático común para todos los accionadores de frenos para aplicar los frenos a todas las ruedas del avión al mismo tiempo.

Los anteriores y otros aspectos pueden ser llevados a la práctica en una realización por un método para una función de freno automático para un sistema eléctrico de frenos. El método incluye recibir los datos de actuación de la orden de freno automático, calcular una orden maestra de freno automático basada en los datos de actuación de la orden de freno automático, enviar la orden maestra de freno automático a los canales esclavos de freno automático, generar una señal esclava de control de freno automático para cada uno de los canales de freno automático esclavos en respuesta a la orden maestra de freno automático; y controlar la actuación de cada uno de los accionadores de frenos del canal esclavo de freno automático con la señal esclava de control de freno automático.

45 Los anteriores y otros aspectos del invento puede ser llevados a la práctica en otra realización por otro método para una función de freno automático para un sistema eléctrico de frenos. El método incluye recibir datos de actuación de la orden de freno automático, calcular una orden maestra de freno automático basada en los datos de actuación de la orden de freno automático, y sincronizar la aplicación de frenos en respuesta a la orden maestra de freno automático.

50 Las siguientes exposiciones A-F son reivindicaciones anteriores que fueron presentadas originalmente en esta solicitud, pero que ahora han sido canceladas de la reivindicaciones y presentadas a continuación a fin de preservar el objeto de las mismas. Por consiguiente, las exposiciones siguientes de forma independiente deberían ser consideradas como que definen otros aspectos del invento, y las exposiciones siguientes en forma dependiente deberían ser consideradas como que definen características opcionales de realizaciones del invento.

55 A. Un método para una función de freno automático de un sistema eléctrico de frenos de un avión, comprendiendo el método:

60 recibir datos de actuación de la orden de freno automático;
calcular una orden maestra de freno automático basada en los datos de actuación de la orden de freno automático; y sincronizar la aplicación de freno en respuesta a la orden maestra de freno automático.

B. Un método de acuerdo con la explicación A en la que la operación de sincronización comprende además:

(a) retrasar la orden maestra de freno automático para obtener una aplicación de freno automático retardada en un canal de freno automático maestro; y

(b) transmitir la orden maestra de freno automático sobre un canal maestro de freno automático a los controles de accionador eléctrico de freno (EBAC) después de un retardo predefinido.

(c) controlar la actuación de los accionadores de freno del canal de freno automático maestro con una señal de control del canal de freno automático maestro; y al mismo tiempo que (a), (b) y (c):

(d) publicar la orden maestra de freno automático sobre una pluralidad de canales esclavos de freno automático, en los que cada canal esclavo de freno automático está en control de una pluralidad de accionadores de freno.

(e) generar una señal de control de freno automático esclavo para cada uno de los canales de freno automático esclavos en respuesta a la orden maestra de freno automático; y

(f) controlar la actuación de los accionadores de freno del canal esclavo de freno automático con una señal de control de freno automático esclava.

C. Un método de acuerdo con la exposición B en el que la operación de retardo comprende además seleccionar un retardo de tiempo de tal modo que cada uno de los accionadores de freno del canal de freno automático esclavo y los accionadores de freno del canal maestro de freno automático aplican de modo síncrono los frenos a la ruedas del avión.

D. Una reivindicación según la exposición A, en que los canales esclavos de freno automático envían su estado de salud al canal maestro de freno automático.

E. un método según la exposición A, que comprende además cada uno de una pluralidad de canales de freno automático esclavos que mandan una aplicación de freno en respuesta a la orden maestra de freno automático.

F. Un método de acuerdo con la exposición E, en el que cada uno de los canales esclavos de freno automático ordena la aplicación de freno basada en la orden maestra de freno automático sin ningún otro tratamiento, con la excepción del ajuste antideslizamiento o antiderrape.

Este resumen es proporcionado para introducir una selección de conceptos en una forma simplificada que son además descritos a continuación en la descripción detallada. Este resumen no está destinado a identificar características clave o características esenciales del objeto reivindicado, ni pretende ser usado como ayuda en la determinación del marco del objeto reivindicado.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Una comprensión más completa del presente invento puede ser derivada haciendo referencia a la descripción detallada y a las reivindicaciones cuando son consideradas en conjunto con las figuras siguientes, en las que los números de referencia similares se refieren a elementos similares a lo largo de todas las figuras.

La figura 1 es una representación esquemática de un sistema de freno eléctrico para aviones;

La figura 2 es una representación esquemática de un sistema para una función de freno automático eléctrico para un sistema eléctrico de freno para aviones; y

La figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso para una función de freno automático para un sistema eléctrico de freno de un avión.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La siguiente descripción detallada es simplemente de naturaleza ilustrativa y no está destinada a limitar las realizaciones del invento o la aplicación y usos de tales realizaciones. Además, no hay intención para que sea limitada por ninguna teoría expresada o implicada presentada en el campo técnico, antecedentes, breve resumen precedentes o en la siguiente descripción detallada.

Realizaciones del invento pueden ser descritas aquí en términos de componentes de bloqueo funcional y/o lógico y distintas operaciones de tratamiento. Debería apreciarse que tales componentes de bloque pueden ser realizados por cualquiera número de componentes de hardware, software y soporte lógico inalterable o "firmware" configurados para realizar las funciones especificadas. Por ejemplo, una realización del invento puede emplear distintos componentes de circuito integrado, por ejemplo, elementos de memoria, elementos de tratamiento de señal digital, elementos lógicos, tablas de búsqueda, o similares, que puedan realizar una variedad de funciones bajo el control de uno o más microprocesadores u otros dispositivos de control. Además los expertos en la técnica apreciarán que realizaciones del presente invento pueden ser puestas en práctica en unión con una variedad de diferentes sistemas de freno para aviones y configuraciones de aviones, y que el sistema descrito aquí es simplemente una realización ejemplar del invento.

Con propósito de brevedad, las técnicas y componentes convencionales relacionados con el tratamiento de señales, sistemas de freno de aviones, controles de sistemas de freno, y otros aspectos funcionales de los sistemas (y los componentes operativos individuales de los sistemas) pueden no estar aquí descritos en detalle. Además, las líneas de conexión mostradas en las distintas figuras contenidas aquí están destinadas a representar relaciones funcionales ejemplares y/o acoplamientos físicos entre los distintos elementos. Debería observarse que muchas relaciones funcionales alternativas o adicionales o conexiones físicas pueden estar presentes en una realización del invento.

La siguiente descripción se refiere elementos o nodos o características que están “conectados” o “acoplados” juntos. Como se ha usado aquí, a menos que se haya establecido expresamente de otro modo, “conectado” significa que un elemento/nodo/característica está directamente unido a (o comunica directamente con) otro elemento/nodo/característica, y no necesariamente de forma mecánica. De modo similar, a menos que se haya establecido expresamente de otro modo, “acoplado” significa que un elemento/nodo/característica está directa o indirectamente unido a (o comunica directa o indirectamente con) otro elemento/nodo/característica, y no necesariamente de forma mecánica. Así, aunque las figuras 1-2 representan disposiciones ejemplares de elementos, pueden estar presentes elementos, dispositivos, características, o componentes adicionales que intervienen en una realización del invento.

Un avión como se ha descrito aquí emplea un sistema eléctrico de freno automático, que puede ser accionado por cualquier alimentación de corriente adecuada, tal como una batería principal del avión, o una alimentación de corriente activa del avión que es operativa cuando el motor o motores del avión están funcionando. Un freno automático es un tipo de sistema de freno automático para aeroplanos. El freno automático libera al piloto para realizar otras tareas durante el despegue o aterrizaje en momentos en los que el sistema de frenos del avión puede ser manejado por sistemas automatizados. Cuando se aterriza, el freno automático permite que el piloto vigile otros sistemas y controle el aeroplano mientras el freno está siendo manejado automáticamente. El avión aplica automáticamente el freno a las ruedas al tocar en la pista. Una ventaja adicional de aplicar el freno automático en vez de apretar los pedales de freno es la deceleración uniforme hecha posible por el mecanismo de control de freno automático. El grado de frenado puede ser seleccionado, y el avión decelera automáticamente al nivel seleccionado independientemente de otros factores de deceleración tales como el arrastre del avión, los inversores de empuje o de propulsión, o los deflectores. Cuando se despegue, el freno automático del avión puede ser ajustado para un modo de despegue rechazado (RTO). Cuando está en el ajuste de RTO, el avión vigila ciertos indicadores de estado y aplica el frenado de RTO dependiendo de esos indicadores. Por ejemplo, si se activa la inversión de empuje, o si el piloto devuelve el acelerador o regulador a la posición “en vacío”. El sistema de freno automático eléctrico incluye una función de freno automático que calcula una orden maestra de freno automático sobre un único canal maestro. La característica de la función de freno automático está configurada de modo adecuado para publicar la orden maestra de freno automático sobre canales esclavos de freno automático. Así, la característica de función de freno automático genera una orden maestra de freno automático común para todos los accionadores de freno de modo que los frenos son aplicados uniformemente a todas las ruedas del avión al mismo tiempo.

La figura 1 es una representación esquemática de una realización ejemplar de un sistema 100 de freno eléctrico para un avión. En la realización ejemplar mostrada en la figura 1, el avión emplea una arquitectura 102 de subsistema de freno eléctrico izquierda y una arquitectura 104 de subsistema de freno eléctrico derecha, que están similarmente configuradas. El término “izquierdo” y “derecho” se refiere a babor y estribor del avión, respectivamente. En la práctica, la dos arquitecturas 102/104 de subsistema pueden ser controladas independientemente de la manera descrita a continuación. Por simplicidad, solamente se ha descrito en detalle a continuación la arquitectura 102 de subsistema de freno eléctrico izquierda. Debería apreciarse que la siguiente descripción se aplica también a la arquitectura 104 de subsistema de freno eléctrico derecha.

Para este despliegue ejemplar, la arquitectura 102 de subsistema de freno eléctrico izquierda incluye generalmente: una palanca 106 de acelerador; una unidad de control del sistema de frenos (BSCU) 110; un control de accionador de freno eléctrico (EBAC) exterior 112 acoplado a la BSCU 110; un EBAC 114 interno acoplado a la BSCU 110; un grupo de ruedas exterior que incluye una rueda delantera 116 y una rueda trasera 118; un grupo de ruedas interior que incluye una rueda delantera 121 rueda trasera 122; mecanismos de freno eléctricos (no mostrados en la figura 1) acoplado a los EBAC; y concentradores remotos (números de referencia 132, 134, 136 y 138). Cada mecanismo de freno eléctrico incluye al menos un accionador de freno eléctrico (números de referencia 124, 126, 128 y 130) que es controlado por el EBAC respectivo. Los mecanismos de freno eléctricos y los concentradores de datos remotos corresponden a cada rueda de la arquitectura 102 de subsistema de frenos eléctrico izquierda. Aunque no se ha mostrado en la figura 1, una realización puede tener más de un mecanismo de freno eléctrico y más de un concentrador de datos remoto por rueda.

El sistema 100 de freno eléctrico puede ser aplicado a cualquier número de configuraciones de frenos eléctricas para un avión, y el sistema 100 de freno eléctrico está representado de una manera simplificada para facilidad de descripción. Una realización del sistema 100 de freno eléctrico como se ha desplegado puede incluir cualquier número de BSCU, cualquier número de EBAC acoplados y controlados por cada BSCU, y cualquier número de mecanismos de freno para cada rueda (o para cada grupo de ruedas). En funcionamiento, el sistema 100 de freno eléctrico puede generar independientemente y aplicar señales de control del accionador de freno para cada rueda del avión o de modo concurrente para cualquier grupo

de ruedas.

Los elementos en la arquitectura 102 de subsistema de frenos eléctrico izquierda pueden ser acoplados juntos utilizando un bus de comunicación de datos o cualquier disposición o arquitectura de interconexión adecuada. Por ejemplo, un bus o buses de comunicación de datos digitales pueden estar configurados para comunicar señales de control del EBAC desde la BSCU 110 a los EBAC, para comunicar señales de control del mecanismo de freno (por ejemplo señales de control del accionador) desde los EBAC a los accionadores de freno eléctrico (124/126/128/130, etc.. Brevemente, la BSCU 110 reacciona a la manipulación de las palancas del acelerador 106/142 y genera señales de control que son recibidas por los EBAC 112/114. A su vez, los EBAC 112/114 generan señales de control del mecanismo de freno que son recibidas por mecanismos de freno eléctrico y en particular por los accionadores 124/126/128/130. A su vez, los accionadores de freno eléctrico 124/126/128/130 se aplican para impedir o prevenir la rotación de la ruedas respectivas. Estas características y componentes están descritos en más detalle a continuación.

Las palancas de acelerador 106 y 142 están configuradas para proporcionar entradas al sistema 100 de freno eléctrico. Un piloto puede manipular físicamente la palanca o palancas de acelerador 106 y/o 142, dando como resultado la rotación o movimiento (es decir alguna forma de entrada física) de la palanca o palancas de acelerador 106 y/o 142. El sistema 100 de freno eléctrico (y la BSCU 110 en particular) puede ser configurado para impedir la aplicación de freno automáticos si las palancas de empuje o propulsión no están en punto muerto como se ha explicado en detalle en el contexto de la figura 4 siguiente. Esta rotación física o ángulo de resolución del acelerador (TRA) es medida desde su posición natural por uno o más sensores de acelerador, el concentrador de datos remoto del sistema de núcleo común (CCS-RDC), o un componente equivalente. Los datos del sensor son tratados por los Controladores de Motor Electrónicos (EEC) y a continuación enviados sobre el bus de datos digital del aeroplano. El concentrador de datos remoto del sistema de núcleo común (CCS-RDC) envía estos datos a la BSCU 110. La señal de control de la BSCU puede transportar un estado de frenado automático deseado para accionadores de freno 124/126/128/130, o puede deshabilitar los accionadores de freno 124/126/128/130 como se ha explicado en detalle en el contexto de la figura 4 a continuación.

Una realización del sistema 100 de freno eléctrico puede usar cualquier número de BSCU 110. Para facilidad de descripción, este ejemplo incluye solamente una BSCU 110. La BSCU 110 es una unidad de control electrónico que tiene software embebido que calcula digitalmente las señales de control del EBAC que representan órdenes de frenado. La puesta en práctica eléctrica y de software permite además la optimización y personalización del rendimiento del freno y la sensación de si es necesario para el despliegue del avión dado.

La BSCU 110 puede ser puesta en práctica o realizadas con un procesador de propósito general, una memoria de contenido accesible, un procesador de señal digital, un circuito integrado específico de aplicación, una disposición de puerta programable de campo, cualquier dispositivo lógico programable adecuado, una lógica de puerta o transistor discreta, componentes de hardware discretos, o cualquier combinación de los mismos, diseñados para realizar las funciones descritas aquí. Un procesador puede ser realizado como un microprocesador, un controlador, un microcontrolador, o una máquina de estado. Un procesador puede también ser puesto en práctica como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un procesador de señal digital y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores en unión con un núcleo de procesador de señal digital, o cualquier otra de tales configuraciones. En una realización, la BSCU 110 es puesta en práctica con un procesador de ordenador (tal como un PowerPC 555) que aloja software y proporciona interfaces externas para el software.

La BSCU 110 vigila distintas entradas del avión para proporcionar funciones de control tales como, sin limitación: freno de pedal, freno de aparcamiento; freno automático, y freno al retraer el tren de aterrizaje. Además, la BSCU 110 mezcla órdenes antideslizamiento (que podrían ser generadas interna y externamente con relación a la BSCU 110) para proporcionar un control de frenado mejorado. La BSCU 110 obtiene señales de control de órdenes del piloto desde los pedales de freno (no mostrados en la figura 1), junto con señales de control de órdenes adicionales tales como la entrada desde tanto las palancas del acelerador 106/142, indicación de aire/tierra, velocidad respecto al suelo como de posición de freno de velocidad. La BSCU 110 puede también recibir datos de las ruedas (por ejemplo velocidad de la rueda, dirección rotacional, presión del neumático, etc.) desde concentradores de datos 132/134/136/138. La BSCU 110 procesa sus señales de entrada y genera una o más señales de control de EBAC que son recibidas por los EBAC 112/114. En la práctica, la BSCU 110 transmite las señales de control del EBAC a los EBAC 112/114 mediante un bus de datos digital. En una arquitectura generalizada (no mostrada), cada BSCU puede generar señales de salida independientes para usar con cualquier número de EBAC bajo su control.

La BSCU 110 está acoplada a los EBAC 12/114 en este ejemplo. Cada EBAC 112/114 puede ser puesto en práctica, o realizado de la manera descrita anteriormente para la BSCU 110. En una realización, cada EBAC 112/114 es realizado con un procesador de ordenador (tal como un PowerPC 555) que aloja software, proporciona interfaces externas para el software, e incluye una lógica de tratamiento adecuado que está configurada para realizar las distintas operaciones descritas aquí. Cada EBAC 112/114 obtiene señales de control de EBAC desde la BSCU 110, procesa las señales de control de EBAC, y genera señales de control del mecanismo de freno (señales de accionador de freno) para sus

mecanismos de freno eléctrico asociados.

Notablemente, la funcionalidad de la BSCU 110 y de los EBAC 112/114 puede ser combinada en una única característica o componente basado en un procesador. A este respecto, la BSCU 110, el EBAC 112, el EBAC 114, o cualquier combinación de ellos pueden ser considerados como una arquitectura de control de freno automático para el sistema 100 de freno eléctrico. Tal arquitectura de control de freno automático incluye lógica de tratamiento, funcionalidad y características configuradas adecuadamente que soportan las operaciones de control de freno automático descritas aquí.

Cada rueda puede incluir un mecanismo de freno eléctrico asociado, y cada mecanismo de freno puede incluir uno o más accionadores de freno eléctrico. Consiguientemente, el frenado automático para cada rueda puede ser independiente e individualmente controlado por el sistema 100 de freno eléctrico. Cada accionador de freno eléctrico está configurado de manera adecuada para recibir señales de control del accionador desde su EBAC respectivo, en el que las señales de control del accionador influyen en el ajuste del accionador de freno eléctrico. En esta realización, cada accionador de freno eléctrico en el sistema 100 de freno eléctrico está acoplado y controlado por un EBAC. De esta manera, los EBAC 112/114 controlan los accionadores de freno eléctrico para aplicar, liberar, modular, y controlar de otro modo la aplicación de los frenos de rueda. A este respecto, los EBAC 112/114 generan las señales de control para los accionadores de freno en respuesta a las señales de mando respectivas generadas por la BSCU 110. Las señales de control de freno automático son formateadas y dispuestas de manera adecuada para compatibilidad con el sistema de freno particular utilizado por el avión. Los expertos en la técnica están familiarizados con mecanismos de freno de avión y con la manera general en la que los controles de función de freno automático frenan y tales aspectos conocidos no serán descritos aquí con más detalle.

La arquitectura 102 de subsistema de freno eléctrico izquierda puede incluir o cooperar con un subsistema 140 de control de potencia configurado de manera adecuada. El subsistema 140 de control de potencia puede ser acoplado a la BSCU 110, a los EBAC 112/114 (y/o a otros componentes del sistema 100 de freno eléctrico). En esta realización, el subsistema 140 de control de potencia está configurado de manera adecuada para proporcionar, aplicar, retirar, cambiar o regular de otro modo la potencia operativa para los mecanismos de freno eléctrico y/o los accionadores de freno eléctrico cuando sea necesario. Por ejemplo, el subsistema 140 de control de potencia puede retirar potencia de los EBAC 112/114 y/o otros componentes de la arquitectura 102 de subsistema de freno eléctrico izquierda cuando se necesite para proporcionar una característica de interbloqueo para el sistema 100 de freno eléctrico. Como se ha descrito con más detalle continuación, el subsistema 140 de control de potencia puede ser puesto en práctica con una unidad de alimentación de corriente exterior izquierda y una unidad de alimentación de corriente interior izquierda que funcionan de una manera independiente para regular la potencia operativa para los componentes de freno eléctrico exterior izquierdo e interior izquierdo.

La arquitectura 104 del subsistema de freno eléctrico derecha tiene una estructura que es similar a la arquitectura 102 del subsistema de freno eléctrico izquierda (características, funciones y elementos comunes no serán descritos aquí de manera redundante). Para este despliegue ejemplar, como se ha mostrado en la figura 1, la arquitectura 104 del subsistema de freno eléctrico derecha incluye: una palanca de acelerador 142 derecha que está separada y es distinta de la palanca de acelerador 106; una BCSU 146; un EBAC interior 148; un EBAC exterior 150; y un subsistema 152 de control de potencia que está separado y es distinto del subsistema 140 de control de potencia. Los dos lados del sistema 100 de freno eléctrico recibe datos de accionamiento de freno del freno automático procedentes de ambas palancas de acelerador 106/142. Alternativamente, los dos lados del sistema 100 de freno eléctrico pueden utilizar otros mecanismos de actuación de freno automático separados y distintos (no mostrados en la figura 1). Estos distintos componentes de arquitectura 104 del subsistema de freno eléctrico derecha están acoplados juntos para funcionar como se ha descrito antes para la arquitectura 102 izquierda de subsistema de frenos eléctrico izquierda, sin embargo, el tratamiento del lado derecho es preferiblemente independiente del tratamiento del lado izquierdo.

Un mecanismo de control o arquitectura en el sistema de freno eléctrico puede estar diseñado para poner en práctica la característica de función de freno automático de acuerdo con una realización ejemplar. Por ejemplo, el sistema 100 de freno eléctrico puede estar configurado para soportar la puesta en práctica de la función de freno automático en un único canal maestro como se ha mostrado en el contexto de la figura 2 a continuación.

La figura 2 es una representación esquemática de un sistema 200 para una función de freno automático eléctrico para un sistema de freno eléctrico para avión configurado de acuerdo con una realización del invento. El sistema de freno eléctrico puede también estar configurado como se ha descrito antes en el contexto de la figura 1. Por consiguiente, ciertas características, componentes y funciones del sistema 200 no serán descritas de manera redundante aquí.

El sistema 200 para una función de freno automático eléctrico puede incluir un canal 242 freno automático maestro configurado para realizar un algoritmo de control de freno automático de bucle cerrado, en el que el algoritmo de control genera una orden de freno automático maestra, y una pluralidad de canales de freno automático esclavos 244 configurados para recibir la orden maestra de freno automático a través del bus 224 de la red del avión.

5 El canal 242 de freno automático maestro puede incluir una unidad de control de sistema de freno (BSCU) 211 exterior izquierda del canal de freno automático maestro, un control de accionador de freno eléctrico (EBAC) 218 exterior izquierdo de canal de freno automático maestro, al menos un accionador 220 de freno exterior izquierdo de canal de freno automático maestro y un concentrador de datos remoto (RDC) 222 exterior izquierdo de canal de freno automático maestro. El sistema 200 está configurado de manera adecuada para recibir o procesar señales 202 de entrada de control de freno automático.

10 La unidad de control de sistema de freno (BSCU) 211 exterior izquierda del canal de freno automático maestro tiene una arquitectura similar a la BSCU 110 y puede incluir un módulo 208 de cálculo de orden de freno automático maestro exterior izquierdo. En este ejemplo, las señales 202 de entrada de control de freno automático son recibidas por el módulo 208 de cálculo de orden de freno automático maestro exterior izquierdo. Por ejemplo, tanto los módulos de datos digitales del sensor de TRA izquierdo como derecho (no mostrado en la figura 2) proporcionan datos de posición de la palanca de empuje al módulo 208 de cálculo de orden de freno automático maestro exterior.

15 El módulo 208 de cálculo de orden de freno automático maestro exterior izquierdo está acoplado a la BSCU 211 exterior izquierda de canal de freno automático maestro y está configurado de modo adecuado para calcular/generar una orden maestra de freno automático en respuesta a los datos de actuación de freno automático. El módulo 208 de cálculo de orden de freno automático maestro exterior izquierdo está además configurado para retrasar la aplicación de los freno automáticos sobre el canal de freno automático maestro, retrasando la transmisión de la orden maestra de freno automático a los EBAC a fin de asegurar la aplicación de freno sincronizada a través de todos los frenos de ruedas del avión como se explicado en el contexto de la figura 3 a continuación.

25 El EBAC 218 exterior izquierdo tiene una arquitectura similar al EBAC 112. El EBAC 218 exterior izquierdo está acoplado a la BSCU 211 exterior izquierda de canal de freno automático maestro y está configurado para recibir la orden maestra de freno automático retardada y para generar una señal de control en respuesta a la orden maestra de freno automático retardada. El EBAC de canal de freno automático maestro controla una parte de los EBAC que está configurada para recibir la orden maestra de freno automático retardada. La señal de control está configurada para controlar el accionamiento de los accionadores 220 de freno exteriores izquierdos. En la práctica, las señales de control de freno automático modulan la actuación de los accionadores de freno eléctrico (es decir el porcentaje de fuerza de sujeción completa impartida por los accionadores de freno eléctricos). Por ejemplo, una señal de control de freno automático puede ordenar que los accionadores de freno eléctricos liberen los frenos, puede ordenar que los accionadores de freno eléctricos apliquen la fuerza de sujeción completa, o puede ordenar que los accionadores de freno eléctrico apliquen alguna fuerza de sujeción intermedia.

35 El RDC 222 exterior izquierdo está acoplado a la BSCU 211 exterior izquierda de canal de freno automático maestro exterior izquierdo y esta configurado para recibir la orden maestra de freno automático. El RDC exterior izquierdo está además configurado para enviar la orden maestra de freno automático a los canales de freno automático esclavos a través de los RDC conectados a cada canal de freno automático esclavo. Como se ha mencionado antes, esta comunicación de datos puede ser realizada sobre el bus de red 224.

45 El sistema 200 puede incluir una pluralidad de canales 244 de freno automático esclavos configurados para recibir la orden maestra de freno automático a través del bus de red 224 del avión. Cada uno de los canales de freno automático esclavos ordena una aplicación de freno basada en la orden maestra de freno automático recibida sin ningún otro tratamiento, con una excepción de ajuste antideslizamiento. Los canales de freno automático esclavos están también configurados para enviar su estado de salud al canal de freno automático maestro a través del bus de red 224. A este respecto, si hay cualquier clase de error o fallo (por ejemplo, antideslizamiento que no funciona, capacidad de frenado reducida, fuerza de sujeción no ordenada, etc.) el canal de freno automático maestro desarmara el freno automático (es decir, transmisión discontinua de una orden de freno automático maestro a los canales de freno automático esclavos) a fin de asegurar la seguridad del avión. El frenado en este caso será controlado por el piloto mediante los pedales de freno. Cada canal de freno automático esclavo tiene una arquitectura similar al canal de freno automático maestro exterior izquierdo y cada uno puede también estar configurado como se ha descrito antes en el contexto de la figura 1. Por consiguiente, ciertas características, componentes y funciones del sistema 200 no serán descritos de manera redundante aquí.

55 El sistema 200 puede incluir un canal 246 esclavo de freno automático interior izquierdo, un canal 248 esclavo de freno automático exterior derecho, y un canal 250 esclavo de freno automático interior derecho. Cada canal esclavo de freno automático 246/248/250 incluye un procesador esclavo de canal de freno automático respectivo 210/214/216 acoplado a una de las BSCU 211/212 y configurado para recibir la orden maestra de freno automático a través de los RDC respectivos 224/230/236. Los procesadores esclavos de canal de freno automático 210/214/216, de modo diferente al módulo 208 de cálculo maestro de canal de freno automático maestro, no realizan ningún cálculo de orden de freno automático. Cada procesador esclavo de canal de freno automático 210/214/216 envía la orden maestra de freno

automático al EBAC respectivo 226/232/238. Cada EBAC 226/232/238 está configurado para generar una señal de control en respuesta a la orden maestra de freno automático para controlar la actuación de cada uno de los accionadores de freno respectivos 228/234/240. Aunque, en este ejemplo, el módulo de cálculo de canal maestro es puesto en práctica sobre el canal de la BSCU exterior izquierda, el módulo de cálculo de canal maestro puede alternativa o adicionalmente ser puesto en práctica en cualquiera de los otros canales de control del freno presentes (interior izquierdo, exterior derecho o interior derecho) en su lugar. El proceso de generar la orden de freno automático maestra de la función de freno automático está descrito a continuación.

La figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso 300 para una función de freno automático para un sistema de freno eléctrico de un avión configurado de acuerdo con una realización del invento. Las distintas tareas realizadas en conexión con el proceso 300 pueden ser realizadas por software, hardware, "firmware" o cualquier combinación de los mismos. Con propósitos ilustrativos, la siguiente descripción del proceso 300 puede referirse a elementos mencionados antes en conexión con las figuras 1-2. En las realizaciones del invento, partes del proceso 300 pueden ser realizadas por diferentes elementos del sistema descrito, por ejemplo, una BSCU, un EBAC, una EBPSU, o similar. Debería apreciarse que el proceso 300 puede incluir cualquier número de tareas adicionales o alternativas, las tareas mostradas en la figura 3 no necesitan ser realizadas en el orden ilustrado, y el proceso 300 puede ser incorporado a un procedimiento o proceso más comprensivo que tiene funcionalidad adicional no descrita en detalle aquí.

En conexión con el proceso 300 de función de freno automático, la figura 3 representa dos ramas de tratamiento durante el proceso 300 que están interconectadas mediante la rama 330 de tratamiento de la red del avión. Una rama 314 de tratamiento del canal de freno automático maestro está mostrada en el lado derecho de la figura 3, y una rama 316 de tratamiento del canal de freno automático esclavo está mostrada en el lado izquierdo de la figura 3. El canal de freno automático maestro del sistema de freno eléctrico recibe datos de actuación de la orden de freno automático (tarea 302) procedentes del bus de datos digital del avión en una manera continua o muestreada rápidamente y calcula una orden maestra de freno automático (tarea 304) basado en los datos de actuación de la orden de freno automático. Los datos de actuación de la orden de freno automático pueden incluir, sin limitación, la deceleración del avión, la velocidad respecto a tierra, los datos del deflector, el ángulo de resolución del acelerador y similar. Por ejemplo, el piloto selecciona la deceleración mediante un interruptor en la cabina, el módulo de cálculo de freno automático maestro calcula entonces una orden maestra de freno automático comparando la deceleración del avión real con la deceleración introducida por el piloto. El módulo de cálculo de freno automático maestro ordena entonces una fuerza de frenado de 0-100% con ajuste antideslizamiento para cada controlador de accionador de freno (EBAC). Por ejemplo, si la orden de freno automático maestra es del 62% del EBAC interior izquierdo y el ajuste antideslizamiento es el 2% para la rueda interior izquierda entonces el EBAC interior izquierdo produce una entrada de orden de freno maestra del 60%. La orden de freno automático maestra es publicada a continuación (referencia número 332) mediante la red del aeroplano. Para publicar la orden de freno automático maestra, el proceso 300 transmite la orden maestra de freno automático al RDC de canal de freno automático maestro (tarea 318), el RDC del canal de freno automático maestro transmite entonces la orden maestra de freno automático a los RDC del canal de freno automático esclavo (tarea 320) y transmite la orden maestra de freno automático desde cada uno de los RDC de canal de freno automático esclavo a cada procesador de canal de freno automático esclavo respectivo (tarea 322). La orden maestra de freno automático es una orden maestra de freno automático común para todos los accionadores de freno de modo que los frenos son aplicados de manera uniforme a todas las ruedas del avión al mismo tiempo. A este respecto, para asegurar la aplicación sincronizada de los frenos, la transmisión de la orden maestra de freno automático a su EBAC respectivo es retardada, al mismo tiempo que el proceso de publicación (referencia número 332) a los canales de BSCU esclavos, por el módulo de cálculo de canal de freno automático maestro (tarea 306). El retardo es seleccionado basado en el retardo de transporte de la red del avión y el tiempo que se requiere para que los accionador de freno alcancen el punto de par cero (en el borde de la aplicación de freno). El proceso 300 transmite entonces la orden maestra de freno automático sobre un canal de freno automático maestro a los controladores de accionador de freno eléctrico (EBAC) después de un retardo previamente definido (308) y controla la actuación de los accionadores de freno del canal de freno automático maestro con la señal de control del canal de freno automático maestro (tarea 312).

El procesador de canal de freno automático esclavo no realiza ningún cálculo sobre la orden maestra de freno automático. El canal de freno automático esclavo actúa como un "procesador de imitación" o pasarela de datos para generar una señal de control de freno automático que forma el eco de la orden maestra de freno automático (tarea 324) con ajuste antideslizamiento personalizado para cada rueda y controla la actuación de cada uno de su accionador o accionadores de freno correspondientes con la señal de control de freno automático esclava (tarea 328). Durante el proceso 300, los canales de freno automático esclavos envían su estado de salud al canal de freno automático maestro (tarea 340). A este respecto, y cualquier clase de error o fallo (por ejemplo el antideslizamiento no funciona, capacidad de frenado reducida, fuerza de sujeción no ordenada, etc.) el canal de freno automático maestro desarmará el freno automático (es decir transmisión discontinua de una orden de freno automático maestro a los canales de freno automático esclavos) a fin de garantizar la seguridad del avión como se ha explicado antes.

En resumen, una función de freno automático para un sistema de freno eléctrico de un avión, como se ha descrito aquí

utiliza un único canal de freno automático maestro configurado para generar una orden de freno automático maestro, y una pluralidad de canales de freno automático esclavos configurados para recibir la orden maestra de freno automático a través de la red del avión. Con esta aproximación, se ha conseguido una aplicación de frenos sincronizada de modo que el frenado es aplicado a todas las ruedas del avión de modo uniforme y simultáneamente.

5

Aunque al menos se ha presentado una realización ejemplar en la descripción detallada anterior, debería apreciarse que existe un amplio número de variaciones. Debería también apreciarse que la realización o realizaciones ejemplares descritas aquí no pretenden limitar el marco, la aplicabilidad, o la configuración del invento de ningún modo. En su lugar, la descripción detallada anterior proporcionará a los expertos en la técnica un plan de acción conveniente para poner en práctica la realización o realizaciones descritas. Debería comprenderse que pueden hacerse distintos cambios en la función y disposición de elementos sin salir del marco del invento, en que el marco del invento está definido por la reivindicaciones, que incluyen equivalentes conocidos y equivalentes previsibles en el momento de presentar esta solicitud de patente.

10

15

REIVINDICACIONES

1. Un sistema eléctrico de freno automático para un avión, cuyo sistema eléctrico de frenado automático comprende:
 - 5 un canal de freno automático maestro configurado para realizar un algoritmo de control de freno automático de bucle cerrado, en el que el algoritmo de control de freno automático de bucle cerrado genera una orden maestra de freno automático; y
 - una pluralidad de canales de freno automático esclavos, estando configurado cada uno para recibir la orden maestra de freno automático, en el que cada uno de los canales de freno automático esclavo ordena una
 - 10 aplicación de freno basada en la orden maestra de freno automático recibida sin ningún otro tratamiento, con una excepción de ajuste de antideslizamiento.
2. Un sistema según la reivindicación 1, en el que el freno automático maestro comprende además un módulo de cálculo maestro acoplado a una unidad de control de sistema de freno (BSCU) de canal de freno automático maestro y configurado para calcular la orden maestra de freno automático.
3. Un sistema según la reivindicación 2, en el que el módulo de cálculo maestro está además configurado para retardar la transmisión de la orden maestra de freno automático a los controles de accionador del freno eléctrico (EBAC).
4. Un sistema según la reivindicación 3, en el que el canal de freno automático maestro comprende además un control de accionador de freno eléctrico (EBAC) acoplado a la BSCU de canal de freno automático maestro y configurado para recibir la orden de freno automático retardada, en el que el canal de freno automático maestro controla una parte de los controles de accionador de frenar eléctrico (EBAC) que está configurada para recibir la orden maestra de freno automático retardada.
5. Un sistema según la reivindicación 2, que comprende además un concentrador de datos remoto (RDC) de canal de freno automático maestro acoplado a la BSCU del canal de freno automático maestro y configurado para recibir la orden maestra de freno automático.
6. Un sistema según la reivindicación 1, en el que cada uno de los canales de freno automático esclavos comprende además:
 - un procesador esclavo de canal de freno automático acoplado a una BSCU de freno automático esclavo y configurado para recibir la orden maestra de freno automático; y un control de accionador de freno eléctrico (EBAC) acoplado a la BSCU de canal de freno automático esclavo y configurado para generar una señal de actuación de freno en respuesta a la orden maestra de freno automático.
7. Un sistema según la reivindicación 6, en el que los canales de freno automático esclavos están configurados para la actuación de control independientemente de cada uno de los EBAC respectivos.
8. Un sistema según la reivindicación 1, en el que los canales de freno automático esclavos están configurados para enviar su estado de salud al canal de freno automático maestro.
9. Un método para una función de freno automático para un sistema de freno eléctrico de un avión, comprendiendo el método:
 - recibir datos de actuación de la orden de freno automático; calcular una orden maestra de freno automático en modo de control de bucle cerrado basado en los datos de actuación de la orden de freno automático;
 - enviar la orden maestra de freno automático a canales de freno automático esclavos, en el que cada canal de freno automático esclavo tiene uno o más accionadores de freno de canal de freno automático esclavo correspondientes que está controlando;
 - generar una señal de control de freno automático esclavo para cada uno de los canales de freno automático esclavo en respuesta a la orden maestra de freno automático; y controlar la actuación de los accionadores de freno del canal de freno automático esclavo con la señal de control de freno automático esclavo.
10. Un método según la reivindicación 9, que comprende además:
 - retardar la orden maestra de freno automático para obtener una orden maestra de freno automático retardada;
 - transmitir la orden maestra de freno automático retardada a los controles de accionador de freno eléctrico (EBAC);
 - transmitir una señal de control de canal de freno automático maestro en respuesta a la orden maestra de freno automático retardada; y
 - controlar la actuación de los accionadores de freno eléctricos con la señal de control del canal de freno automático

maestro.

- 5 11. Un método según la reivindicación 10, en el que la operación de retardar comprende además seleccionar un retardo de tiempo de tal modo que se obtenga una aplicación de freno sincronizada.
12. Un método según la reivindicación 9, en el que controlar la actuación de los accionadores de freno de canal de freno automático esclavo comprende controlar independientemente cada uno de los accionadores de freno eléctricos con la señal de control de freno automático esclavos.
- 10 13. Un método según la reivindicación 9, que comprende además generar el estado de salud de los canales de freno automático esclavos.
- 15 14. Un método según la reivindicación 9, en el que cada uno de los canales de freno automático esclavos ordena una aplicación de freno basada en la orden maestra de freno automático sin ningún otro tratamiento, con una excepción de un ajuste antideslizamiento.

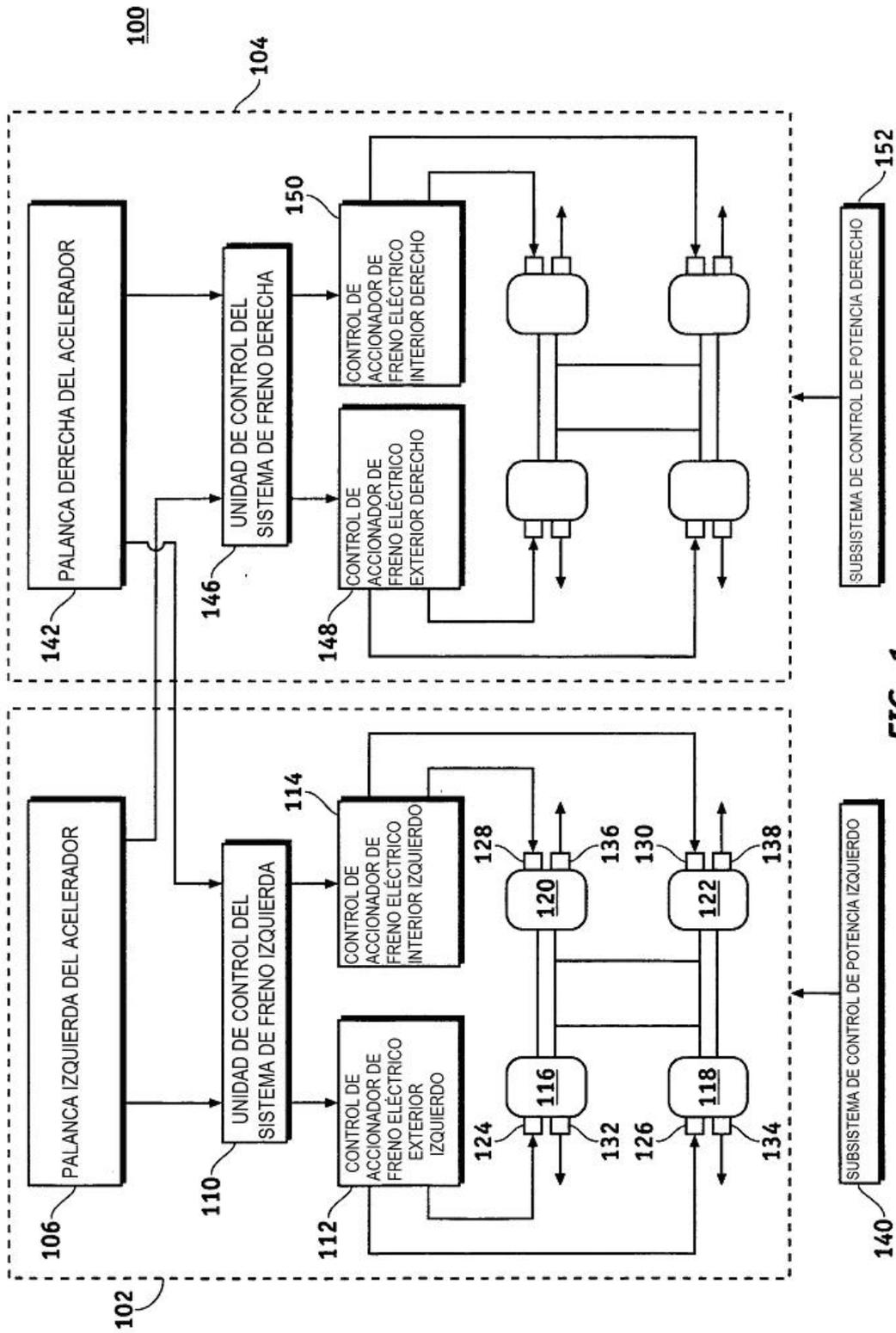


FIG. 1

FRENO

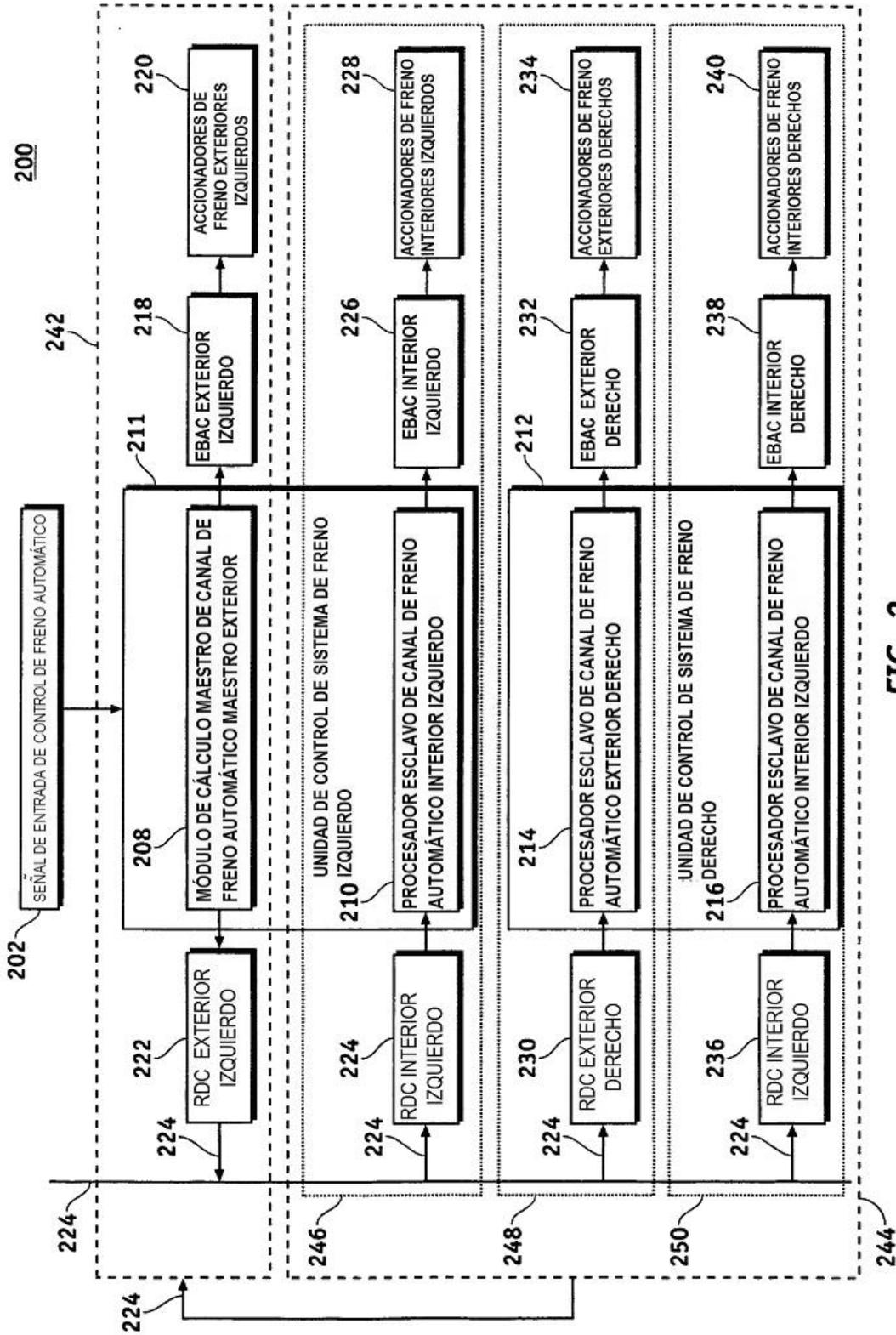


FIG. 2

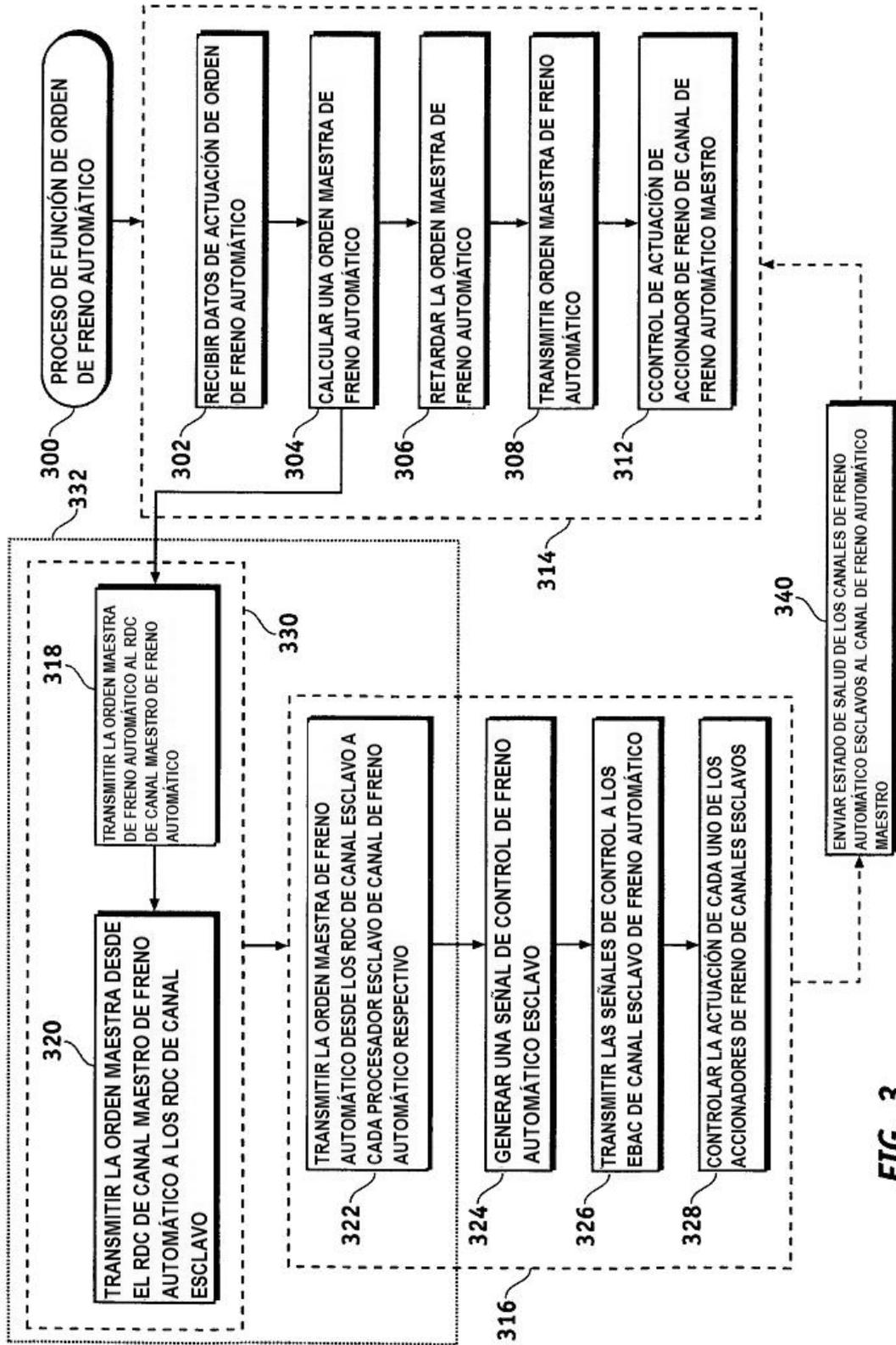


FIG. 3