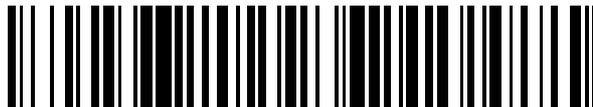


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 650 613**

51 Int. Cl.:

B60T 8/17 (2006.01)

B60T 8/88 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2007 PCT/US2007/088464**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2008 WO08115306**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2007 E 07874418 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.09.2017 EP 2097300**

54 Título: **Sistema de frenado eléctrico para una aeronave**

30 Prioridad:

21.12.2006 US 614951

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

19.01.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**GORANSON, PETE T.;
ADKINSON, DANIEL W. y
ANACKER, GREGORY T.**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 650 613 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de frenado eléctrico para una aeronave

Campo técnico

- 5 Las realizaciones de la presente divulgación se refieren en general a un sistema de frenado eléctrico para una aeronave. Más particularmente, las realizaciones de la presente divulgación se refieren a una característica de sobremultiplicación del accionador de frenado eléctrico dentro del sistema de frenado eléctrico de una aeronave.

Antecedentes

- 10 Muchas aeronaves utilizan sistemas de frenado que tienen mecanismos de frenado controlados por cable directo o por arquitecturas de control hidráulico. Las aeronaves modernas están comenzando a reemplazar los sistemas convencionales de frenado de aeronaves controlados por cable y accionados hidráulicamente con sistemas de freno controlados electrónicamente y accionados eléctricamente. El sistema de frenado de una aeronave puede diseñarse con características de seguridad que conservan el rendimiento de frenado si uno o más accionadores del freno fallan o se desactivan. Además, el sistema de frenado de una aeronave debería incluir sistemas operacionales, con redundancia de procesamiento suficiente para proporcionar un control y robustez de frenado confiables.

- 15 El documento WO 01/15948 describe un sistema de frenado accionado eléctricamente en el que se inhibe un accionador electromecánico averiado y se compensa con otros accionadores electromecánicos.

El documento EP 1 198 384 describe un sistema de frenado en el que dos controladores de accionador están dispuestos para proporcionar redundancia en respuesta a una señal de comando de fuerza de pinza de freno.

Sumario breve

- 20 Un sistema de frenado eléctrico adecuado para su uso con una aeronave puede incluir un sistema de sobremultiplicación de accionamiento de freno eléctrico que preserva el rendimiento de frenado en el caso de que uno o más accionadores de freno eléctrico (EBA por sus siglas en inglés, electric brake actuator) fallen o se desactiven. El sistema de sobremultiplicación de freno eléctrico puede ser parte integral del controlador del accionador de freno eléctrico (EBAC por sus siglas en inglés electric brake actuator controller) que controla y
25 monitoriza el rendimiento de los accionadores de freno eléctrico, EBA. Los EBA gobernantes a su vez proporcionan la fuerza de apriete necesaria para lograr el frenado de las ruedas.

- 30 En una realización, el EBAC monitoriza los parámetros de los EBA (por ejemplo, señales de carga, de corriente y/o de posición del motor) para el incidente de una condición de fallo, detecta un EBA averiado basándose en los parámetros de los EBA, deshabilita el EBA afectado y sobremultiplica proporcionalmente los EBA funcionales restantes en una cantidad total o parcialmente equivalente a la fuerza de apriete perdida del EBA averiado en cualquier freno de rueda.

- 35 Este resumen se proporciona para presentar de una forma simplificada una selección de conceptos que se describen con más detalle a continuación en la descripción detallada. Este resumen no pretende identificar las características clave o las características esenciales de la materia reivindicada, ni está concebido para utilizarse como una ayuda para determinar el alcance de la materia reivindicada.

Breve descripción de los dibujos

Puede obtenerse una comprensión más completa de las realizaciones de la presente descripción haciendo referencia a la descripción detallada y a las reivindicaciones cuando se consideran junto con las siguientes figuras, en las que los números de referencia similares se refieren a elementos similares en todas las figuras.

- 40 La figura 1 es una representación esquemática de un sistema de frenado eléctrico de una aeronave;

la figura 2 es un diagrama que ilustra una parte de un sistema de frenado eléctrico; y

la figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de iniciación de sobremultiplicación de accionamiento de freno eléctrico para un sistema de frenado eléctrico de una aeronave.

Descripción detallada

- 45 La siguiente descripción detallada es meramente ilustrativa por naturaleza y no pretende limitar las realizaciones de

la divulgación ni la aplicación y usos de tales realizaciones. Además, no hay intención de estar sujeto a ninguna teoría explícita o implícita presentada en el campo técnico anterior, antecedentes, sumario breve o la siguiente descripción detallada.

5 Las realizaciones de la divulgación pueden describirse en el presente documento en términos de componentes de bloque funcionales y/o lógicos y diversas etapas de procesamiento. Debería apreciarse que tales componentes de bloque pueden realizarse por cualquier cantidad de componentes de hardware, software y/o firmware configurados para realizar las funciones especificadas. Por ejemplo, una realización de la divulgación puede emplear diversos componentes de circuitos integrados, por ejemplo, elementos de memoria, elementos de procesamiento de señales digitales, elementos lógicos, tablas de consulta, o similares, que pueden llevar a cabo una variedad de funciones bajo el control de uno o más microprocesadores u otros dispositivos de control. Además, los expertos en la materia apreciarán que las realizaciones de la presente divulgación pueden practicarse junto con una variedad de sistemas de frenado de aeronaves y de configuraciones de aeronaves diferentes, y que el sistema descrito en el presente documento es simplemente una realización de ejemplo de la divulgación.

15 En aras de la brevedad, las técnicas y componentes convencionales relacionados con el procesamiento de señales, con los sistemas de frenado de aeronaves, con los controles del sistema de frenado y con otros aspectos funcionales de los sistemas (y con los componentes operativos individuales de los sistemas) pueden no describirse en detalle en el presente documento. Además, las líneas de conexión mostradas en las diversas figuras contenidas en el presente documento pretenden representar relaciones funcionales de ejemplo y/o acoplamientos físicos entre los diversos elementos. Debe observarse que pueden estar presentes muchas relaciones funcionales alternativas o adicionales o conexiones físicas en una realización de la divulgación.

20 La siguiente descripción se refiere a elementos o nodos o características que están "conectados" o "acoplados" juntas. Como se usa en el presente documento, a menos que se indique expresamente lo contrario, "conectado" significa que un elemento/nodo/característica está unido directamente (o se comunica directamente con) otro elemento/nodo/característica, y no necesariamente mecánicamente. Del mismo modo, a menos que se indique expresamente lo contrario, "acoplado" significa que un elemento/nodo/característica está unido directa o indirectamente a (o se comunica directa o indirectamente con) otro elemento/nodo/característica, y no necesariamente mecánicamente. Por lo tanto, aunque las figuras 1-2 representan disposiciones de elementos de ejemplo, elementos, dispositivos, características o componentes intermedios adicionales pueden estar presentes en una realización de la divulgación.

30 Una aeronave como se describe en el presente documento emplea un sistema de frenado eléctrico, que puede estar alimentado por cualquier fuente de alimentación adecuada, tal como una fuente de alimentación activa de la aeronave que está operativa cuando el(los) motor(es) de la aeronave está(n) en funcionamiento o una batería principal de la aeronave. El sistema de control de frenado eléctrico puede incluir una característica de sistema de sobremultiplicación de accionamiento de frenado eléctrico. La característica del sistema de sobremultiplicación de accionamiento de frenado eléctrico está configurada adecuadamente para preservar el rendimiento de frenado en caso de que uno o más accionadores de freno fallen o se desactiven, sobremultiplicando proporcionalmente los EBA operativos restantes en una cantidad equivalente a la fuerza de apriete perdida de los EBA averiados. Por lo tanto, incluso si uno o más accionadores se desactivan, el avión puede enviarse sin restricciones operacionales.

40 La figura 1 es una representación esquemática de una realización a modo de ejemplo de un sistema de frenado eléctrico 100 para una aeronave. En la realización de ejemplo mostrada en la figura 1, la aeronave emplea una arquitectura de subsistema de frenado eléctrico izquierdo 102 y una arquitectura de subsistema de frenado eléctrico derecho 104, que están configuradas de forma similar. Los términos "izquierdo" y "derecho" se refieren a babor y a estribor de la aeronave, respectivamente. En la práctica, las dos arquitecturas de subsistema 102/104 pueden controlarse independientemente de la manera que se describe a continuación. Por simplicidad, a continuación solo se describe en detalle la arquitectura del subsistema de frenado eléctrico izquierdo 102. Debe apreciarse que la siguiente descripción también se aplica a la arquitectura del subsistema de frenado eléctrico derecho 104.

45 Para este despliegue de ejemplo, la arquitectura del subsistema de frenado eléctrico izquierdo 102 incluye generalmente: un pedal de freno 106; otras entradas de accionamiento de freno (por ejemplo, sistema de frenado automático o freno de estacionamiento) 108; una unidad de control del sistema de freno (BSCU por sus siglas en inglés brake system control unit) 110 acoplada al pedal de freno 106 y a otras entradas de accionamiento del freno 108; un controlador de accionador de freno eléctrico externo (EBAC) 112 acoplado a la BSCU 110; un EBAC interno 114 acoplado a la BSCU 110; un grupo de freno de rueda externo que incluye un freno de rueda delantero 116 y un freno de rueda de popa 118; un grupo de freno de rueda interno que incluye un freno de rueda delantero 120 y un freno de rueda de popa 122; mecanismos de freno eléctrico (no mostrados en la figura 1) que incluyen accionadores de freno eléctrico (EBA) 124/126/128/130 que están acoplados a los EBAC, y concentradores de datos remotos 132/134/136//138 situados en las proximidades de las ruedas o de los frenos de las ruedas. Cada freno de rueda eléctrico incluye al menos un accionador de freno eléctrico (EBA) que está controlado por el EBAC respectivo. Los EBA 124/126/128/130 corresponden a cada freno de rueda de la arquitectura del subsistema de frenado eléctrico izquierdo 102. Aunque no se muestra en la figura 1, una realización puede tener más de un mecanismo accionador

de freno eléctrico y más de un concentrador de datos remoto por freno de rueda.

El sistema de frenado eléctrico 100 puede aplicarse a cualquier número de configuraciones de frenado eléctrico para una aeronave, y el sistema de frenado eléctrico 100 se representa de una manera simplificada para facilitar la descripción. Una realización del sistema de frenado eléctrico 100 implementado puede incluir cualquier número de BSCU, cualquier número de EBAC acoplados a y controlados por cada BSCU, y cualquier número de mecanismos de freno eléctrico y cualquier número de EBA para cada freno de rueda (o para cada grupo de frenos de ruedas). En funcionamiento, el sistema de frenado eléctrico 100 puede generar y aplicar independientemente señales de control del accionador de freno para cada freno de rueda de la aeronave o al mismo tiempo para cualquier grupo de frenos de rueda.

Los elementos en la arquitectura del subsistema de frenado eléctrico izquierdo 102 pueden acoplarse entre sí utilizando un bus de comunicación de datos o cualquier disposición o arquitectura de interconexión adecuada. Por ejemplo, puede configurarse un bus o buses de comunicación de datos digitales para comunicar señales de control de EBAC de la BSCU 110 a los EBAC, para comunicar señales de control del mecanismo de freno (por ejemplo, señales de control del accionador) de los EBAC a los EBA, etc. Brevemente, la BSCU 110 reacciona a la manipulación del pedal de freno 106 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 accionador del freno que son recibidas por los EBA 124/126/128/130. A su vez, los EBA 124/126/128/130 aplican fuerza de apriete al freno de rueda 116/118/120/122 para impedir o evitar el giro de las ruedas respectivas. Estas características y componentes se describen con más detalle a continuación.

El pedal de freno 106 está configurado para proporcionar una entrada piloto al sistema de frenado eléctrico 100. El piloto manipula físicamente el pedal de freno 106, dando como resultado la desviación o el movimiento (es decir, alguna forma de entrada física) del pedal de freno 106. Esta desviación física se mide desde su posición natural mediante un servo de hardware, uno o más sensores de pedal de freno o cualquier componente equivalente. Esta medida de desviación física se convierte en una señal de control de comando piloto de BSCU mediante un transductor o un componente equivalente, y se envía a la BSCU 110. La señal de control de comando piloto de BSCU puede transportar datos del sensor de pedal de freno que pueden incluir o indicar la posición de desviación del pedal de freno 106, la tasa de desviación del pedal de freno 106, una condición de frenado deseada para los EBA 124/126/128/130 o similares.

Otras entradas de accionamiento de freno 108 pueden incluir la entrada de uno o más de los siguientes, sin limitación: un sistema de frenado automático, una palanca de empuje del motor para la aeronave y cualquier sensor y lógica de procesamiento asociados; una palanca de freno de estacionamiento para la aeronave y cualquier sensor y lógica de procesamiento asociados; una palanca de subida/bajada del tren de aterrizaje para la aeronave y cualquier sensor y lógica de procesamiento asociados; y cualquier otro dispositivo, componente o subsistema de la aeronave que pueda tener un impacto en el funcionamiento de los mecanismos de freno de la aeronave. Otras entradas de accionamiento de freno 108 pueden controlar la aplicación de frenos incluso en ausencia de manipulación de piloto del pedal de freno 106. Por ejemplo, el sistema de frenado eléctrico 100 (y la BSCU 110 en particular) puede configurarse para evitar la aplicación de frenos si la palanca de empuje no está en ralentí. Como otro ejemplo, el sistema de frenado eléctrico 100 (y la BSCU 110 en particular) puede configurarse para habilitar los mecanismos de freno siempre que la palanca del freno de estacionamiento esté acoplada. Como otro ejemplo más, el sistema de frenado eléctrico 100 (y la BSCU 110 en particular) puede configurarse para desactivar los mecanismos de freno cuando la palanca del tren de aterrizaje está en un estado "subida" (es decir, el tren de aterrizaje de la aeronave está retraído). En la práctica, una característica de frenado de retracción de tren puede permitir que el sistema de frenado eléctrico 100 aplique los frenos mientras el tren de aterrizaje se retrae y/o durante un corto tiempo después de que el tren de aterrizaje se haya retraído.

Una realización del sistema de frenado eléctrico 100 puede usar cualquier número de BSCU 110 izquierdas. Para facilitar la descripción, este ejemplo incluye solo una BSCU izquierda 110. Una BSCU 110 es una unidad de control electrónico que tiene un software integrado que calcula digitalmente las señales de control EBAC que representan los comandos de frenado. La implementación eléctrica y de software permite una mayor optimización y personalización del rendimiento y de la sensación de frenado si es necesario para la implementación de la aeronave dada.

La BSCU 110 puede implementarse o ejecutarse con un procesador de propósito general, una memoria de contenido direccionable, un procesador de señal digital, un circuito integrado de aplicación específica, una matriz de puertas programable in situ, cualquier dispositivo lógico programable adecuado, puerta discreta o lógica de transistores, componentes discretos de hardware, o cualquier combinación de los mismos, diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador puede realizarse como un microprocesador, un controlador, un microcontrolador o una máquina de estado. También puede implementarse un procesador 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 junto con un núcleo de procesador de señal digital, o cualquier otra configuración de este tipo. En una realización, la BSCU 110 se

implementa con un procesador de computadora (tal como un PowerPC 555) que aloja software y proporciona interfaces externas para el software.

5 La BSCU 110 monitoriza varias entradas de aeronave para proporcionar funciones de control tales como, sin limitación: frenado de pedal; aplicación de freno de estacionamiento; frenado automático; y frenado de retracción de tren. Además, la BSCU 110 combina comandos antideslizantes (que podrían generarse interna o externamente con respecto a la BSCU 110) para proporcionar un mejor control del frenado. La BSCU 110 obtiene señales de control de comando piloto del pedal de freno 106, junto con señales de control de comando adicionales de otras entradas de accionamiento de freno 108. La BSCU 110 también puede recibir datos de rueda (por ejemplo, velocidad de rueda, dirección de giro, presión de neumático, etc.) de los concentradores de datos remotos 132/134/136/138. La BSCU 110 procesa sus señales de entrada y genera una o más señales de control de EBAC que se reciben por los EBAC 112/114. En la práctica, la BSCU 110 transmite las señales de control de EBAC a los EBAC 112/114 a través de un bus de datos digitales. En una arquitectura generalizada (no mostrada), cada BSCU puede generar señales de salida independientes para su uso con cualquier número de EBAC bajo su control.

15 En este ejemplo, la BSCU 110 está acoplada a los EBAC 112/114. Cada EBAC 112/114 puede implementarse, representarse o realizarse de la manera descrita anteriormente para la BSCU 110. En una realización, cada EBAC 112/114 se realiza con un procesador de computadora (como un PowerPC 555) que aloja software, proporciona interfaces externas para el software e incluye una lógica de procesamiento adecuada que está configurada para llevar a cabo las diversas operaciones de EBAC que se describen en el presente documento. Cada EBAC 112/114 obtiene señales de control de EBAC de la BSCU 110, procesa las señales de control de EBAC y genera las señales de control para sus EBA asociados.

20 Notablemente, la funcionalidad de la BSCU 110 y de los EBAC 112/114 puede combinarse en una única característica o componente basado en procesador. A este respecto, la BSCU 110, el EBAC 112, el EBAC 114 o cualquier combinación de los mismos puede considerarse una arquitectura de control de frenado para el sistema de frenado eléctrico 100. Dicha arquitectura de control de frenado incluye lógica, funcionalidad y características de procesamiento configuradas de manera adecuada, que soportan las operaciones de control de frenado descritas en el presente documento.

30 Cada rueda puede acoplarse a un conjunto de freno eléctrico asociado, y cada conjunto de freno puede incluir uno o más accionadores de freno eléctrico. En consecuencia, el frenado y la aplicación del freno de estacionamiento para cada freno de rueda pueden controlarse de forma independiente e individual mediante el sistema de frenado eléctrico 100. Cada EBA está configurado adecuadamente para recibir señales de control del accionador desde su respectivo EBAC, en el que las señales de control del accionador influyen en el ajuste del EBA. En esta realización, cada EBA en el sistema de frenado eléctrico 100 está acoplado y controlado por un EBAC. De esta manera, los EBAC 112/114 controlan los EBA para aplicar, liberar, modular y de otro modo afectar la aplicación de los frenos de las ruedas. A este respecto, los EBAC 112/114 generan las señales de control de EBA en respuesta a las señales de entrada de EBAC respectivas generadas por la BSCU 110. Las señales de control de EBA están formateadas y dispuestas de forma adecuada para la compatibilidad con los mecanismos de freno particulares utilizados por la aeronave. Los expertos en la materia están familiarizados con los mecanismos de freno de las aeronaves y con la manera general en la que se controlan, y tales aspectos conocidos no se describirán aquí en detalle.

40 La arquitectura del subsistema de frenado eléctrico izquierdo 102 puede incluir o cooperar con un control de potencia 140 configurado de manera adecuada. El control de potencia 140 puede acoplarse a la BSCU 110, a los EBAC 112/114 (y/o a otros componentes del sistema de frenado eléctrico 100). En esta realización, el control de potencia 140 está configurado de forma adecuada para proporcionar, aplicar, eliminar, conmutar o regular de otro modo la potencia operativa para los EBAC y/o los EBA según sea necesario.

45 La arquitectura 104 del freno eléctrico derecho tiene una estructura que es similar a la arquitectura del subsistema de frenado eléctrico izquierdo 102 (las características, funciones y elementos comunes no se describirán aquí de forma redundante). Para esta implementación de ejemplo, como se muestra en la figura 1, la arquitectura del subsistema de frenado eléctrico derecho 104 incluye: un pedal de freno 142 que está separado y es distinto del pedal de freno 106; otras entradas de accionamiento de freno 144; una BSCU 146; un EBAC interno 148; un EBAC 150 externo; y un control de potencia 152 que está separado y es distinto del control de potencia 140. En la práctica, una o más de las otras entradas de accionamiento de freno 144 pueden ser las mismas que una o más de las otras entradas de accionamiento de freno 108 en la arquitectura del subsistema de frenado eléctrico izquierdo 102. Alternativamente, los dos lados del sistema de frenado eléctrico 100 pueden utilizar componentes separados y distintos para las otras entradas de accionamiento de freno 108/144. Estos diversos componentes de la arquitectura del subsistema de frenado eléctrico derecho 104 están acoplados entre sí para funcionar como se ha descrito anteriormente para la arquitectura de subsistema de frenado eléctrico izquierdo 102, sin embargo, el procesamiento del lado derecho es preferentemente independiente del procesamiento del lado izquierdo.

De acuerdo con una realización de un sistema de frenado eléctrico para una aeronave, se proporciona una característica de sobremultiplicación del accionador de freno para preservar el rendimiento de frenado con un

accionador de freno averiado o desactivado. Puede diseñarse una disposición o arquitectura de control en el sistema de frenado eléctrico para implementar dicha característica de sobremultiplicación de accionamiento de freno. Por ejemplo, el sistema de frenado eléctrico 100 puede estar configurado para soportar la característica de sobremultiplicación de accionamiento del freno como se explica a continuación en el contexto de la figura 2.

5 La figura 2 es un diagrama que ilustra una parte de un sistema de frenado eléctrico 100 configurado de acuerdo con una realización de esta divulgación. La característica de sobremultiplicación 200 puede implementarse en un sistema de frenado eléctrico 100 tal como el que se ha descrito anteriormente en el contexto de la figura 1. En consecuencia, ciertas características, componentes y funciones dentro del sistema 200 que se comparten con el sistema de frenado eléctrico 100 no se describirán aquí de forma redundante.

10 El sistema 200 para una sobremultiplicación de accionamiento de freno eléctrico puede incluir; un EBAC externo izquierdo 202, accionadores de freno eléctrico externos izquierdos (EBA) 206, un freno de rueda delantero externo izquierdo 208 y los sensores de EBA externos izquierdos 210. Los elementos del sistema de accionamiento de frenado eléctrico 200 pueden acoplarse entre sí, utilizando un bus de comunicación de datos o cualquier disposición o arquitectura de interconexión adecuada. Por ejemplo, puede configurarse un bus o buses de comunicación de datos digitales 212 para comunicar las señales de control del accionador del freno eléctrico externo izquierdo desde el EBAC 202 externo izquierdo a los EBA externos izquierdos 206, para comunicar las señales de comando del freno eléctrico externo izquierdo de los accionadores eléctricos externos izquierdos 206 a los sensores de EBA externos izquierdos 210, y similares.

20 El EBAC externo izquierdo 202 tiene una arquitectura similar al EBAC externo izquierdo 112 y puede incluir un controlador de motor de accionador de freno eléctrico externo izquierdo 204. El controlador de motor de EBA externo izquierdo (hardware y software) 204 está acoplado a los EBA externos izquierdos 206 y está configurado para sobremultiplicar proporcionalmente los EBA externos izquierdos 206 de acuerdo con una realización de ejemplo de esta divulgación como se explica en detalle a continuación en el contexto de la figura 3. En la realización de ejemplo mostrada en la figura 2, el controlador de motor de EBA externo izquierdo 204 controla los accionadores de freno eléctrico externos izquierdos 206 para aplicar, liberar, modular y afectar de otro modo la aplicación de los frenos de rueda. A este respecto, el controlador de motor de EBA externo izquierdo 204 genera las señales de control de freno en respuesta a señales de control generadas por la BSCU izquierda. En la práctica, las señales de control de freno influyen en el accionamiento de los EBA 206 en los mecanismos de freno como se explica a continuación en el contexto de la figura 3.

30 Los EBA externos izquierdos 206 están acoplados al controlador de motor de EBA externo izquierdo 204 y están configurados para proporcionar fuerza de apriete en el freno de la rueda delantera externa izquierda 208. Cada EBA externo izquierdo 206 está configurado de forma adecuada para recibir señales de control del accionador desde el controlador de motor de EBA externo izquierdo 204, en el que las señales de control del accionador influyen en el ajuste del accionador de freno eléctrico EBA externo izquierdo. En esta realización, cada EBA 206 del sistema 200 está acoplado a y controlado por el controlador de motor de EBA externo izquierdo 204.

El freno de la rueda delantera externa izquierda 208 está configurado para producir un par de frenado en respuesta a una fuerza de apriete proporcionada por los accionadores de freno eléctrico externos 206. Los expertos en la materia están familiarizados con la forma y construcción del freno de la rueda, y tales aspectos conocidos no se describirán aquí en detalle.

40 Los sensores de EBA externos izquierdos 210 están acoplados a los EBA 206 y están configurados para detectar parámetros de los EBA. Los parámetros de los EBA monitorizados pueden ser, sin limitación, una corriente eléctrica y/o tensión de EBA, una posición de EBA, una fuerza de EBA y similares. El sensor de EBA externo 210 alimenta de nuevo los parámetros de los EBA al controlador de motor de EBA 204 a través del bus de comunicación 212. El controlador de motor de EBA monitoriza entonces el estado de los accionadores de freno eléctrico externos izquierdos 206 basándose en los parámetros de los EBA como se explica a continuación en el contexto de la figura 3.

50 La figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de iniciación de sobremultiplicación de accionamiento de freno eléctrico 300 adecuado para uso en conexión con un sistema de frenado eléctrico de una aeronave. Las diversas tareas realizadas en conexión con el proceso 300 pueden realizarse mediante software, hardware, firmware o cualquier combinación de los mismos. Con fines ilustrativos, la siguiente descripción del proceso 300 puede referirse a los elementos mencionados anteriormente en relación con las figuras 1-2. En realizaciones de la divulgación, pueden realizarse partes del proceso 300 por diferentes elementos del sistema descrito, por ejemplo, una BSCU, un EBAC o similar. Debería apreciarse que el proceso 300 puede incluir cualquier cantidad de tareas adicionales o alternativas, las tareas mostradas en la figura 3 no precisan realizarse en el orden ilustrado, y el proceso 300 puede incorporarse en un procedimiento, software o proceso más completo que tenga funcionalidad adicional no descrita en detalle en el presente documento.

En relación con el proceso 300, el sistema de sobremultiplicación de accionamiento de freno eléctrico monitoriza

(número de referencia 302) los parámetros de los EBA recibiendo señales de parámetros de los EBA (tarea 304) de los sensores de accionador, y escanea las señales de parámetros de los EBA (tarea 306) de forma continua o de muestra rápida para el incidente de una condición de fallo. Las señales de parámetros de los EBA monitorizadas pueden ser, sin limitación, una señal de corriente eléctrica de EBA, una señal de tensión de EBA, una señal de posición EBA, una señal de carga de EBA y similares. La condición de fallo puede ser un fallo parcial (por ejemplo, pérdida de alguna fuerza de apriete) o un fallo pendiente. Los fallos parciales o pendientes pueden detectarse mediante el examen de la retroalimentación de la resolución del motor (sin respuesta o respuesta lenta a los comandos de entrada); por retroalimentación de la célula de carga (señal de carga nula o inadecuada en respuesta a los comandos de entrada); y/o por nivel de corriente de motor medido (por ejemplo, corriente alta puede ser indicativo de fallo de motor y/o de tren de engranajes). Si el proceso 300 no detecta un EBA averiado (tarea de consulta 308), el controlador del motor del accionador de freno eléctrico vuelve a la tarea 302 para continuar monitorizando los parámetros de los EBA. Sin embargo, si el proceso 300 detecta un EBA averiado (tarea de consulta 308), entonces el EBAC deshabilita el EBA averiado (tarea 310) y sobremultiplica proporcionalmente los EBA funcionales restantes en una cantidad total o parcialmente equivalente a la fuerza de apriete perdida del EBA averiado (tarea 312) en el mismo o en otros frenos de rueda (es decir, frenos montados directamente a proa o a popa del EBA averiado). En la práctica, la desactivación del EBA averiado puede lograrse inhibiendo la corriente del motor al EBA afectado a través del control del software.

En la práctica, los EBA funcionales restantes se sobremultiplican ajustando las señales de control del accionador de freno eléctrico en el freno afectado para tener en cuenta la pérdida de la fuerza de apriete debido al EBA averiado. Esto compensa completa o parcialmente de forma efectiva el EBA averiado o deshabilitado. Las señales de control de freno influyen en el accionamiento de los EBA en los mecanismos de freno (es decir, el porcentaje de fuerza de apriete completa impartida por los accionadores de freno eléctrico). Por ejemplo, una señal de control de freno puede ordenar a los EBA que liberen o no apliquen fuerza de apriete, puede ordenar a los EBA que apliquen la fuerza de apriete completa, puede ordenar a los EBA que apliquen alguna fuerza de apriete intermedia, o puede ordenar a los EBA que apliquen más fuerza que la fuerza de apriete "completa" ordinaria. Por lo tanto, de acuerdo con una realización a modo de ejemplo mostrada en la figura 3, si una arquitectura de freno eléctrico tiene cuatro EBA y un EBA falla, los tres EBA operativos se sobremultiplican en aproximadamente un 133 % del valor normalmente ordenado para generar una fuerza de apriete equivalente a cuatro EBA para restaurar completamente la fuerza de apriete en el mismo o en los otros frenos de rueda. La realización de ejemplo mostrada en la figura 3 también puede utilizarse para compensar parcialmente el EBA averiado (es decir, restablecer parcialmente la fuerza de apriete) en función del número de EBA y de la capacidad de sobremultiplicación diseñada para cada EBA. Con este enfoque, dado que el par de salida del freno de la rueda afectado se mantiene en niveles normales cuando los EBA funcionales se sobremultiplican, se mantiene el rendimiento de frenado certificado del avión. El proceso 300 vuelve entonces a la tarea 304.

En resumen, un sistema de frenado eléctrico como se describe en el presente documento incluye una característica de sistema de sobremultiplicación de accionamiento de freno eléctrico que preserva el rendimiento de frenado con uno o más EBA desactivados. Con este enfoque, el rendimiento de frenado del avión es equivalente a una condición de frenado normal incluso con al menos un EBA averiado o desactivado intencionadamente.

Aunque en la descripción detallada anterior se ha presentado al menos una realización de ejemplo, debe apreciarse que existe un gran número de variaciones. También debe apreciarse que la realización o realizaciones de ejemplo descritas en el presente documento no pretenden limitar el alcance, la aplicabilidad o la configuración de la materia de ninguna manera. Por el contrario, la descripción detallada anterior proporcionará a los expertos en la materia un mapa de ruta conveniente para implementar la realización o realizaciones descritas. Debe entenderse que pueden realizarse diversos cambios en la función y disposición de los elementos sin apartarse del alcance definido por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de frenado eléctrico (100) para una aeronave, el sistema de frenado eléctrico (100) que comprende:
- un freno de rueda (208) configurado para producir par de frenado en respuesta a una fuerza de apriete;
- 5 una pluralidad de accionadores de freno eléctrico, EBA (206), configurados para proporcionar la fuerza de apriete para el freno de rueda (208);
- una pluralidad de sensores (210) acoplados a los EBA (206) y configurados para detectar los parámetros de los EBA;
- un controlador de motor de EBA (204) acoplado a los EBA (206), en el que el controlador de motor de EBA (204) está configurado para:
- 10 monitorizar los parámetros de los EBA para el incidente de una condición de fallo (302), en el que los parámetros de los EBA comprenden una posición de EBA;
- detectar al menos un EBA averiado en función de la condición de fallo (308);
- desactivar el al menos un EBA averiado (310); y
- 15 sobremultiplicar proporcionalmente los EBA funcionales remanentes en una cantidad parcial o totalmente equivalente a una fuerza de apriete perdida del al menos un EBA averiado (tarea 312) en cualquier freno de rueda (208).
2. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los parámetros de los EBA comprenden una corriente eléctrica de EBA.
3. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los parámetros de los EBA comprenden una tensión de EBA.
- 20 4. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los parámetros de los EBA comprenden una carga de EBA.
5. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el controlador del motor de accionador (204) está configurado para monitorizar los parámetros de los EBA de la siguiente manera:
- 25 recibiendo señales de parámetros de los EBA (304); y
- escaneando las señales de parámetros de los EBA para el incidente de la condición de fallo (tarea 306).
6. Un método para proporcionar una sobremultiplicación de accionamiento de freno eléctrico para una aeronave, comprendiendo el método:
- 30 monitorizar los parámetros de los EBA del accionador de freno eléctrico para el incidente de una condición de fallo, en el que los parámetros de los EBA comprenden una posición de EBA;
- detectar al menos un EBA averiado en función de la condición de fallo;
- desactivar el al menos un EBA averiado; y
- sobremultiplicar proporcionalmente los EBA funcionales restantes en una cantidad parcial o totalmente equivalente a una fuerza de apriete perdida del al menos un EBA averiado.
- 35 7. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la etapa de monitorización comprende además:
- recibir señales de los parámetros de los EBA; y
- escanear las señales de los parámetros de LOS EBA para el incidente de la condición de fallo.
8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, en el que las señales de los parámetros EBA comprenden una

señal de corriente eléctrica de EBA y una señal de tensión de EBA.

9. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, en el que las señales de los parámetros de los EBA comprenden una señal de carga de EBA.

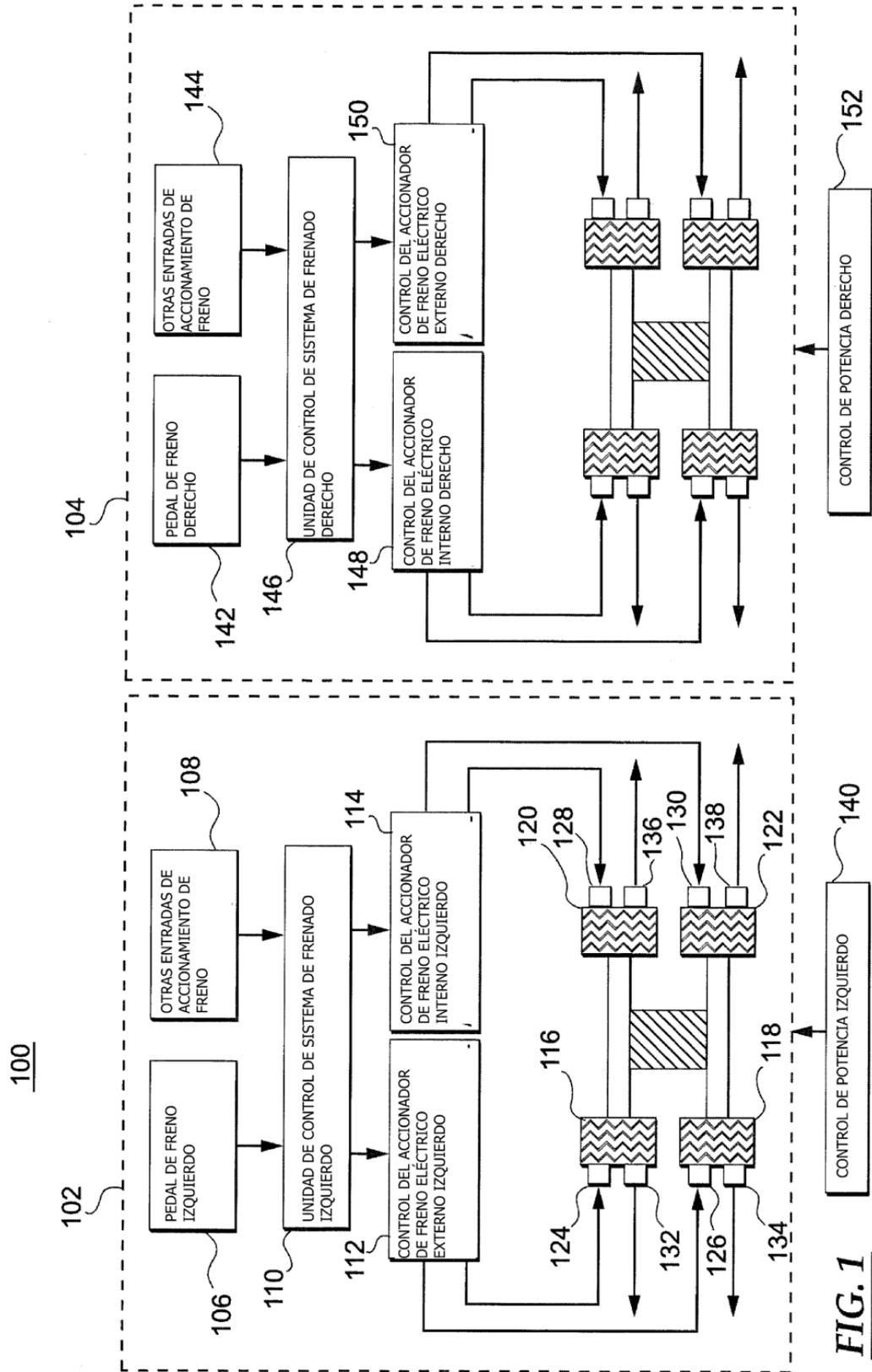


FIG. 1

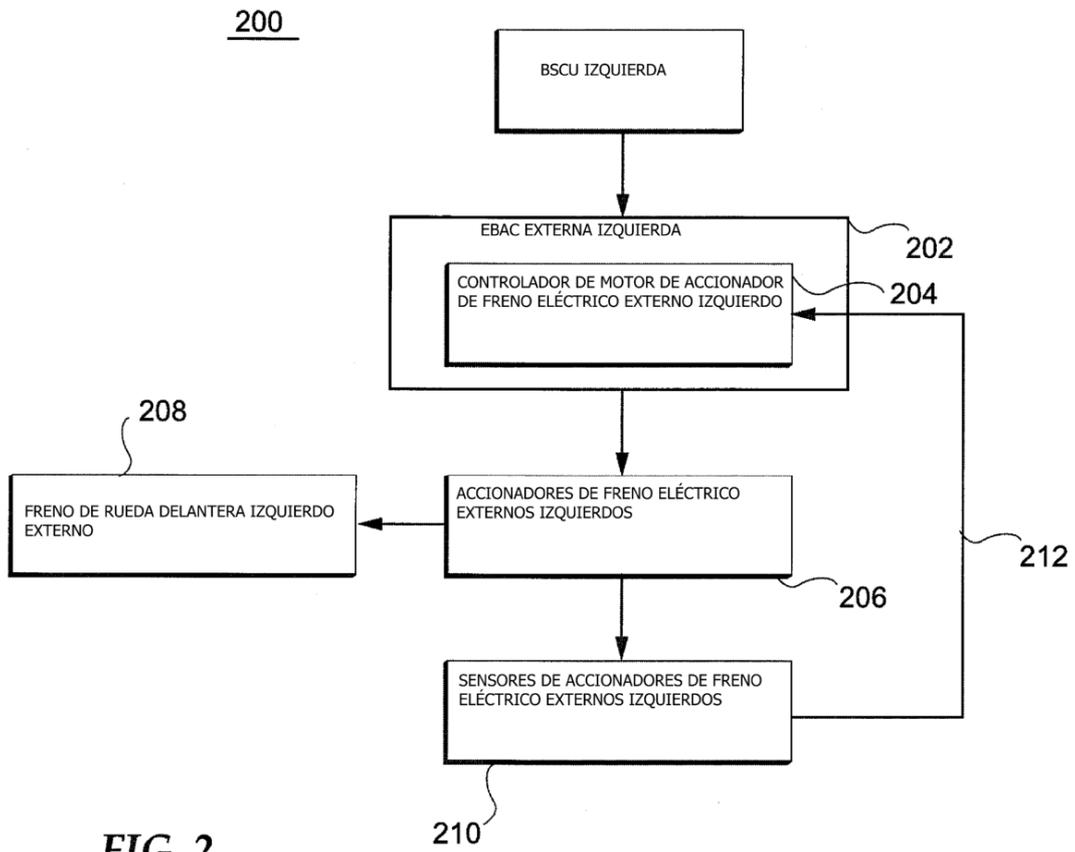


FIG. 2

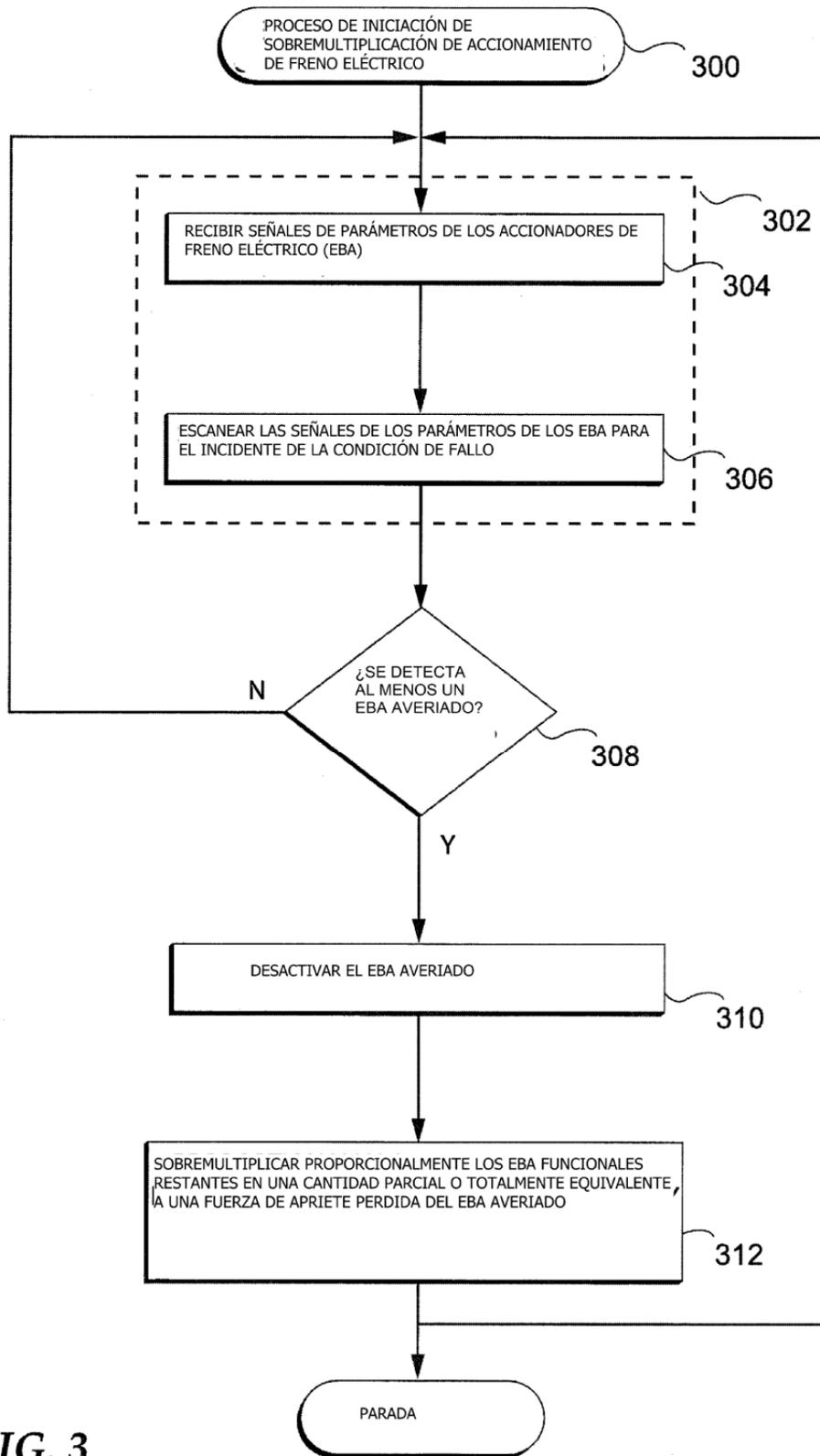


FIG. 3