

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 642 580**

51 Int. Cl.:

**B60T 8/17**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.01.2015 PCT/US2015/010903**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.07.2015 WO15106160**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.01.2015 E 15701088 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.08.2017 EP 3092159**

54 Título: **Sistema y método de cálculo de frenado de un avión para reducir la carga estructural**

30 Prioridad:

**10.01.2014 US 201414152457**

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

**16.11.2017**

73 Titular/es:

**HYDRO-AIRE, INC. (100.0%)  
3000 Winona Avenue  
Burbank, CA 91510, US**

72 Inventor/es:

**DEVLIEG, GARRETT H. y  
GOWAN, JOHN**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 642 580 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 de cálculo de frenado de un avión para reducir la carga estructural

**5 Antecedentes de la invención**

Esta invención se refiere a un método y sistema para incrementar la precisión de la fuerza de apriete de frenos eléctricos de un avión, y más particularmente se refiere a un método y sistema para incrementar la precisión de la fuerza de apriete de frenos de carbono eléctricos de un avión proporcionando mayor precisión para órdenes de fuerza de apriete de frenos baja dedicando una porción de una pluralidad de accionadores de frenos eléctricos de cada freno para órdenes de fuerza de apriete de frenos baja, sin afectar al frenado normal. La presente invención también se refiere a un sistema y método de cálculo de frenado de un avión para reducir la carga estructural, y más particularmente, se refiere a un sistema y método de cálculo de frenado de un avión para reducir la carga estructural de un avión retrasando un comienzo de frenado completo durante un período de tiempo predeterminado, como en cualquier avión con sistema de control de frenos por cable en el que una función de cálculo de frenado se puede modificar.

Los aviones comerciales tienen normalmente un tren de aterrizaje con frenos accionados eléctricamente para ruedas montadas en las alas y en el cuerpo del avión. Los frenos accionados eléctricamente son normalmente frenos de carbono que incluyen una placa de par motor y un bloque disipador térmico de carbono, que contiene las superficies de fricción que se aprietan entre sí a través de cuatro accionadores de freno eléctricos con una fuerza de freno de apriete para provocar que una rueda reduzca su velocidad de rotación. En dicho sistema de frenos de carbono de avión convencional, cuando se da la orden de frenado, bien a través del accionamiento de un pedal de freno por un piloto o bien por frenado automático, se provoca que las superficies de fricción de los frenos de carbono hagan contacto, creando par motor para disminuir la velocidad rotacional de la rueda, y por contacto con el suelo, la velocidad de rodaje del avión.

Como se describe en el documento de patente U.S. 7.441.844, es posible reducir el desgaste de los frenos de frenos de carbono eléctricamente accionados de un avión, si el frenado se ha comenzado, manteniendo una fuerza de frenado de apriete residual ligera mínima cuando ya no se ordena el frenado, como cuando un piloto deja de presionar sobre un pedal de freno, o durante una liberación ordenada de frenado durante frenado automático. Durante el rodaje de aviones comerciales, particularmente a velocidades bajas, la dirección del avión se controla normalmente por frenado, y una distribución desigual de energía de frenos debido a un cálculo no preciso de fuerza de apriete de frenos puede interferir en algunos casos en la estabilidad direccional del avión, particularmente cuando se mantiene una fuerza de frenado de apriete residual ligera mínima durante el rodaje cuando el frenado ya no se acciona. Una distribución desigual de energía de frenos debido a un cálculo no preciso de fuerza de apriete de frenos puede también perjudicar a las ruedas y frenos por la exposición a temperaturas excesivamente altas. También se ha hallado que con sistemas de frenado eléctricos actuales no es posible alcanzar una precisión de fuerza de apriete de frenos requerida por estándares actuales para el Boeing 787, y prevenir una distribución desigual de energía de frenado.

Las aplicaciones de frenado rápido repetidas a baja velocidad también pueden provocar cargas de fatiga en componentes estructurales de aviones. Esto se puede apreciar mejor cuando el avión está rodando a baja velocidad y un piloto ordena un frenado completo rápido al presionar rápidamente los pedales de freno. En algunos aviones, esta condición provocará que el tren delantero del avión (que normalmente no tiene frenos) rebote en la pista, por que se presentan cargas de frenado repentinas como un par motor en el fuselaje y reaccionan como una fuerza de disminución en el tren delantero del avión. Durante la vida de un avión, el diseño del avión debe tener en cuenta estas cargas estructurales de manera que la estructura del avión no falle prematuramente.

En métodos previos conocidos para reducir la carga estructural del avión durante frenado rápido a baja velocidad normalmente se ha incluido la aplicación retrasada de algunos, pero no todos, los frenos disponibles para reducir las cargas y fatigas estructurales del avión. Dichas aplicaciones retrasadas selectivas de algunos frenos de avión disponibles, como la aplicación de solo algunos de los frenos disponibles mientras que el resto de los frenos disponibles no se aplican durante una aplicación de los frenos inicial durante condiciones de rodaje, puede reducir cargas estructurales de aviones.

Se conoce que un sistema de frenado eléctrico convencional de un avión emplea un proceso de control de frenos para reducir la carga estructural dinámica alta del tren de aterrizaje del avión y las sacudidas del avión que pueden provocar las maniobras de frenado. El sistema obtiene la velocidad actual del avión para determinar que el avión está en modo rodaje, la posición de desviación del pedal de freno actual, y el índice de desviación para determinar si retrasar el comienzo de una condición de frenado deseada.

Se desearía proporcionar un sistema y método para reducir las cargas estructurales de un avión durante el frenado que no requiera una condición lógica para determinar primero que el avión está en modo rodaje, y que no requiera liberación y después volver a aplicar algunos, pero no todos, los frenos durante un frenado a baja velocidad. Se desearía proporcionar un sistema y método de cálculo de frenos de avión para reducir las cargas estructurales de un

avión que no dependa de la aplicación retrasada de los frenos, sino que dependa de un comienzo completo de frenado durante un período de tiempo predeterminado, para reducir la carga estructural de un avión, como en cualquier avión con sistema de control de frenos por cable en el que una función de cálculo de freno se puede modificar. La presente invención satisface esta y otras necesidades.

5

**Sumario de la invención**

Brevemente, y en términos generales, en una primera realización preferida, la presente invención proporciona un método y sistema para incrementar la precisión de la fuerza de apriete de frenos de carbono de aviones eléctricos, una vez que el frenado ha comenzado, proporcionando una primera porción de accionadores de frenos eléctricos de cada freno con un intervalo de fuerza de apriete de frenos baja sensible a órdenes de fuerza de apriete de frenos baja, y una segunda porción de accionadores de frenos eléctricos de cada freno con un intervalo de fuerza de apriete de frenos alta sensible a órdenes de fuerza de apriete de frenos alta, y accionando la primera porción de accionadores de freno eléctricos con un intervalo de fuerza de apriete de frenos baja cuando la fuerza de frenado ordenada se encuentre en el intervalo de fuerza de apriete de frenos baja, y accionando la segunda porción de accionadores de freno eléctricos con un intervalo de fuerza de apriete de frenos alta cuando la fuerza de frenado ordenada se encuentre en el intervalo alto de fuerza de apriete de frenos. El método y sistema para la primera realización de acuerdo con la invención proporciona accionamiento de frenos eléctricos con mayor precisión y sensibilidad a órdenes de frenado, particularmente a velocidades de rodaje bajas que requieren niveles de fuerza de apriete de frenos baja, sin afectar al frenado normal.

En una segunda realización preferida, la presente invención proporciona un sistema y método de cálculo de frenos de aviones para aviones con frenos de carbono de aviones eléctricos, para reducir la carga estructural de un avión, retrasando un comienzo completo de frenado durante un período de tiempo predeterminado, como en cualquier avión con sistema de control de frenos por cable en el que una función de cálculo de frenado se puede modificar una vez que se ha comenzado el frenado, sin requerir condicionalmente una determinación de que el avión está viajando a una velocidad concreta, tal como una velocidad baja de rodaje. En consecuencia, en un aspecto preferido actualmente, la presente invención proporciona un sistema de cálculo de frenos de aviones para reducir la carga estructural de un avión limitando una aplicación inicial de fuerza de frenado y retrasando un comienzo completo de frenado durante un período de tiempo predeterminado. El avión incluye normalmente trenes de aterrizaje izquierdo y derecho, con una pluralidad de ruedas, y una pluralidad de frenos de rueda correspondiente configurada para ser accionada a través de iniciación ordenada de frenado por órdenes de fuerza de apriete de frenos. El sistema incluye preferiblemente uno o más accionadores de frenos eléctricos para cada uno de la pluralidad de frenos de rueda teniendo un intervalo de fuerza de apriete de frenos sensible a órdenes de fuerza de apriete de frenos, y un controlador de accionador de frenos configurado de manera que dirige una iniciación ordenada de frenado de la pluralidad de frenos de rueda del avión, para limitar un esfuerzo de frenado inicial de uno o más accionadores de frenos eléctricos de cada uno de la pluralidad de frenos de rueda a una fracción predeterminada de un esfuerzo de frenado máximo posible de los uno o más accionadores de frenos eléctricos durante un período de tiempo predeterminado, y para permitir un esfuerzo de frenado de los uno o más accionadores de frenos eléctricos de cada uno de la pluralidad de frenos de rueda hasta el esfuerzo de frenado máximo posible después del período de tiempo predeterminado después de que se haya ordenado la iniciación de frenado de la pluralidad de frenos de rueda del avión.

En un aspecto preferido actualmente, el sistema incluye una pluralidad de accionadores de frenos eléctricos para cada uno de la pluralidad de frenos de rueda teniendo un intervalo de fuerza de apriete de frenos sensible a órdenes de fuerza de apriete de frenos. En otro aspecto presente preferido, la fracción predeterminada es aproximadamente un 50 % del esfuerzo de frenado máximo posible de los uno o más accionadores de frenos eléctricos, aunque en otro aspecto preferido actualmente, la fracción predeterminada es ajustable. En otro aspecto preferido actualmente, el período de tiempo predeterminado es aproximadamente un segundo, aunque en otro aspecto preferido actualmente, el período de tiempo predeterminado es ajustable.

La presente invención también proporciona un método de cálculo de frenos de avión para reducir la carga estructural de un avión retrasando un comienzo completo de frenado durante un periodo de tiempo predeterminado, teniendo el avión trenes de frenado derecho e izquierdo con una pluralidad de ruedas, y una pluralidad de frenos de rueda correspondiente configurada para ser accionada a través de iniciación ordenada de frenado por órdenes de fuerza de apriete de frenos. El método incluye las etapas de proporcionar uno o más accionadores de frenos eléctricos de cada uno de la pluralidad de frenos de rueda teniendo un intervalo de fuerza de apriete de frenos sensible a órdenes de fuerza de apriete de frenos, supervisando una iniciación ordenada de frenado de la pluralidad de frenos de rueda del avión, limitando la aplicación de un esfuerzo de frenado inicial de los uno o más accionadores de frenos eléctricos de cada uno de la pluralidad de frenos de rueda a una fracción predeterminada de un esfuerzo de frenado máximo posible de los uno o más accionadores de frenos eléctricos durante un período de tiempo predeterminado en respuesta a la iniciación ordenada de frenado de la pluralidad de frenos de rueda, y permitiendo esfuerzo de frenado de los uno o más accionadores de frenos eléctricos de cada uno de la pluralidad de frenos de rueda hasta el esfuerzo de frenado máximo posible después del período de tiempo predeterminado después de que la iniciación de frenado de la pluralidad de frenos de rueda del avión se haya ordenado.

En un presente aspecto preferido, una pluralidad de accionadores de frenos eléctricos se proporcionan teniendo un intervalo de fuerza de apriete de frenos sensible a órdenes de fuerza de apriete de frenos. En otro aspecto preferido actualmente, la fracción predeterminada es aproximadamente un 50 % del esfuerzo de frenado máximo posible de los uno o más accionadores de frenos eléctricos, aunque en otro aspecto preferido actualmente, la fracción predeterminada es ajustable. En otro aspecto preferido actualmente, el período de tiempo predeterminado es aproximadamente un segundo, aunque en otro aspecto preferido actualmente, el período de tiempo predeterminado es ajustable.

En otro aspecto preferido actualmente, la iniciación de frenado de la pluralidad de frenos de rueda del avión es ordenada por medio de la presión de pedales de freno del avión por un piloto, y se permite incrementar el esfuerzo de frenado de los uno o más accionadores de frenos eléctricos de cada uno de la pluralidad de frenos de rueda hasta el esfuerzo de frenado máximo posible después del período de tiempo predeterminado después de que el piloto haya presionado los pedales de freno.

Otros aspectos y ventajas de la presente invención serán visibles en la descripción detallada a continuación de las realizaciones preferidas en conjunto con los dibujos que las acompañan, que ilustran, a modo de ejemplo, la operación de la invención.

### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema para controlar frenos eléctricos en un avión, de acuerdo con una primera realización de la presente invención.

La figura 2 es un gráfico que ilustra la aplicación de fuerza de apriete de frenos frente a aplicación de frenos ordenada de acuerdo con la primera realización de la presente invención.

La figura 3 es un diagrama esquemático de un sistema para controlar un primer y un segundo par de accionadores de frenos eléctricos de la figura 1, de acuerdo con la primera realización de la presente invención.

La figura 4 es un diagrama esquemático del sistema para incrementar la precisión de la fuerza de apriete de frenos de acuerdo con la primera realización de la presente invención.

La figura 5 es un gráfico que ilustra una curva de comienzo de frenado de una técnica anterior mostrando esfuerzo de frenado frente a tiempo.

La figura 6 es un gráfico ilustrador que muestra una curva de comienzo de frenado que muestra esfuerzo de frenado frente a tiempo, de acuerdo con un sistema y método de la segunda realización de la presente invención.

### Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Mientras que es posible reducir el desgaste de los frenos de frenos de carbono de aviones operados eléctricamente, una vez que el frenado se ha comenzado, manteniendo una fuerza de frenado de apriete residual ligera mínima cuando el frenado ya no se ordena durante el rodaje de un avión comercial, particularmente a bajas velocidades, una distribución desigual de energía de frenado debido a la poca precisión de fuerza de apriete de frenado puede interferir en la estabilidad direccional del avión, y puede dañar ruedas y frenos por la exposición a temperaturas excesivamente altas.

Con referencia a los dibujos, que se proporcionan con fines ilustrativos y a modo de ejemplo, la presente invención proporciona por tanto un método y sistema para controlar los frenos de avión accionados eléctricamente de un avión que tiene una pluralidad de ruedas y una correspondiente pluralidad de frenos de rueda para la pluralidad de ruedas para incrementar la precisión de fuerza de apriete de frenos de avión eléctricos proporcionando mayor precisión para órdenes de fuerza de apriete de frenos baja dedicando una porción de una pluralidad de accionadores de frenos eléctricos de cada freno para órdenes de fuerza de apriete de frenos baja, evitando una distribución desigual de fuerza de apriete de frenos sin afectar al frenado normal, como cuando el avión está rodando.

Como se ilustra en la figura 1, de acuerdo con una primera realización de acuerdo con la primera realización de acuerdo con la invención, la iniciación ordenada de frenado de cualquiera de la pluralidad de frenos de rueda 10 de un avión, tal como por accionamiento de un pedal de freno 12 por un piloto, un sistema de frenado automático 14, o un sistema de frenado de engranaje 16, por ejemplo, se dirige por un controlador de accionamiento de frenos 18, y una fuerza de apriete de frenos residual se determina a una fuerza de apriete residual mínima predeterminada a través del controlador de accionamiento de frenos para mantener los frenos accionados y proporcionar una resistencia ligera para la pluralidad de frenos de rueda tras la iniciación ordenada de frenado. La fuerza de apriete de los frenos residual mínima predeterminada se ajusta normalmente a aproximadamente el 1-0 % de la fuerza de apriete de frenos máxima de los frenos y, en un aspecto preferido actualmente, se ajusta a aproximadamente el 2-5 % de la fuerza de apriete de frenos máxima de los frenos.

Una vez que la fuerza de apriete de frenos residual mínima se acciona, se mantiene para la pluralidad de frenos de

rueda a pesar de una liberación controlada de los frenos, tal como por accionamiento de un pedal de freno por un piloto o un sistema de frenado automático, por ejemplo, de cualquiera de la pluralidad de frenos de rueda. La aplicación de la fuerza de apriete de frenos residual mínima predeterminada continúa hasta que se den una o más condiciones lógicas de control, en respuesta a lo que la aplicación de la fuerza de apriete de frenos residual mínima predeterminada se interrumpe. En un aspecto preferido, la fuerza de apriete de frenos residual mínima predeterminada se interrumpe estableciendo la fuerza de apriete de frenos residual en un “descarga completa” o fuerza de apriete sustancialmente cero, de modo que la fuerza de apriete de frenos residual continúa siendo una fuerza de apriete de “descarga completa” o fuerza de apriete sustancialmente cero hasta que los frenos se vuelven a aplicar en la siguiente iniciación ordenada de frenado. Como se ilustra en la figura 2, la aplicación de fuerza de apriete de frenos residual mínima predeterminada se mantiene después de una liberación ordenada de frenado, que resulta en una resistencia de frenos ligera durante el rodaje de un avión.

Con respecto a la Figura 1, un sistema de control de la velocidad de las ruedas 20 para las ruedas del avión proporcionan la velocidad de las ruedas del tren de aterrizaje al controlador del accionamiento de los frenos, lo que determina la velocidad media de las ruedas y compara la velocidad media de las ruedas con un umbral de velocidad de las ruedas. Una condición lógica de control principal en la que se interrumpe la aplicación de la fuerza de apriete de los frenos residual mínima predeterminada se da cuando la velocidad media de las ruedas está por debajo del umbral de velocidad de las ruedas predeterminado, que en un aspecto actualmente preferido es una velocidad de las ruedas en un intervalo de aproximadamente 2 nudos (3,70 km/h) a aproximadamente 10 nudos (18,52 km/h), por ejemplo, para asegurar una liberación completa de los frenos durante el remolque o retroceso.

Normalmente, cuando un avión tiene un tren de aterrizaje izquierdo 11a y un tren de aterrizaje derecho 11b, la velocidad media de las ruedas del tren de aterrizaje tanto izquierdo como derecho puede determinarse opcionalmente de forma independiente. Las velocidades medias de las ruedas de los trenes de aterrizaje izquierdo y derecho se compararán, y la menor de las dos velocidades medias de las ruedas se usará para compararla con el umbral de velocidad de las ruedas predeterminado. La velocidad media de las ruedas para cada tren de aterrizaje puede calcularse de forma independiente de esta forma, de tal modo que cuando el avión está virando y la velocidad de las ruedas del tren de aterrizaje del fuselaje está por debajo del umbral de velocidad de las ruedas, se interrumpirá la fuerza de apriete de los frenos residual mínima predeterminada.

En esta condición lógica de control, cuando un avión tiene trenes de aterrizaje izquierdo y derecho, la fuerza de apriete de los frenos residual mínima predeterminada se interrumpirá si la menor de las dos velocidades medias de las ruedas está por debajo del umbral de velocidad de las ruedas. La velocidad media de las ruedas para cada tren de aterrizaje se calcula de forma independiente, de tal modo que cuando el avión está virando y la velocidad de las ruedas del tren de aterrizaje del fuselaje está por debajo del umbral de velocidad de las ruedas, se interrumpirá la fuerza de apriete de los frenos residual mínima predeterminada. La desactivación de la fuerza de resistencia de los frenos por debajo de un umbral también garantizará que la característica no interferirá con las operaciones de remolque del avión, que normalmente suceden a baja velocidad. Los frenos también se liberarán completamente cuando el avión esté completamente parado. Esto garantizará que la resistencia de los frenos no interferirá con el funcionamiento del freno de estacionamiento, cuando el personal de mantenimiento debe reemplazar las ruedas o frenos, durante la refrigeración de los frenos liberados en el suelo o durante las pruebas de puesta a punto del sistema. Por último, la desactivación de la fuerza de resistencia de los frenos por debajo de un umbral de velocidad garantizará que los frenos se liberan cuando están alojados en la cavidad para las ruedas y antes de la toma de contacto con el suelo o del aumento de la velocidad de rotación de las ruedas.

Puede incorporarse una histéresis en la lógica de la velocidad de las ruedas, de tal modo que una vez que se ha cumplido la condición lógica de control de la velocidad de las ruedas y se ha interrumpido la fuerza de apriete de los frenos residual mínima predeterminada, la fuerza de apriete de los frenos residual mínima predeterminada no se aplicará tras el siguiente inicio de frenado ordenado a menos que el avión alcance primero una mayor velocidad respecto a tierra, tal como de 15 nudos (27,78 km/h), por ejemplo, pero el avión interrumpirá de nuevo la fuerza de apriete de los frenos residual mínima predeterminada cuando la velocidad media de las ruedas del avión esté por debajo de una velocidad inferior, tal como de 2 nudos (3,70 km/h), por ejemplo.

La posición de la palanca de empuje del motor puede controlarse opcionalmente para determinar la intención del piloto de acelerar el avión para el despegue o para comenzar a rodar. Un sistema de control de la posición de la palanca de empuje del motor 22 detecta cuándo cualquier palanca de empuje del motor está en una posición “adelantada”. Si se ha aplicado la fuerza de apriete de los frenos residual mínima predeterminada, la fuerza de apriete de los frenos residual mínima predeterminada se interrumpirá si se detecta que una palanca de empuje del motor está en una posición “adelantada”. Una vez que las palancas de empuje no están en un estado “adelantado”, se habilitará la resistencia de los frenos residual después de que el piloto haya presionado posteriormente el pedal de freno.

Cuando las palancas de empuje se aplican para el despegue, la aceleración de la velocidad de las ruedas es bastante significativa y puede detectarse fácilmente para inhibir positivamente cualquier resistencia de los frenos durante el despegue. Por lo tanto, opcionalmente, puede proporcionarse un sistema de control de la aceleración de la velocidad de las ruedas 24 para detectar la aceleración del avión para el despegue o el rodaje y como una

alternativa al control de la posición de la palanca de empuje del motor. El controlador del accionamiento de los frenos puede comparar la aceleración de la velocidad de las ruedas con un umbral de aceleración predeterminado y la aplicación de la fuerza de apriete de los frenos residual mínima predeterminada puede interrumpirse si la aceleración de la velocidad de las ruedas está por encima del umbral de aceleración predeterminado.

5 También puede usarse el sistema de control de la temperatura de los frenos 26 para proporcionar lecturas de la temperatura de los frenos al controlador del accionamiento de los frenos, para compararla con un umbral de temperatura predeterminado, de tal modo que la aplicación de la fuerza de apriete de los frenos residual mínima predeterminada puede interrumpirse opcionalmente si la temperatura de los frenos aumenta por encima del umbral de temperatura. De este modo, la fuerza de los frenos residual no provocará que la temperatura de los frenos se eleve demasiado. Una vez que la temperatura de los frenos está por encima del umbral de temperatura, ya está reducido el desgaste de los frenos de carbono por que se sabe que los índices de desgaste de los frenos de carbono son menores a una temperatura elevada.

15 Otra condición lógica de control opcional bajo la cual puede interrumpirse la aplicación de la fuerza de apriete de los frenos residual mínima predeterminada puede darse si la distancia que ha rodado el avión con una resistencia de los frenos residual mínima predeterminada aplicada ha superado un umbral de distancia. La distancia de rodaje recorrida puede determinarse por el controlador del accionamiento de los frenos mediante el uso de los datos del sistema de control de la velocidad de las ruedas y el seguimiento del tiempo desde la última orden de aplicación de freno. Una vez que la distancia de rodaje ha aumentado por encima de un umbral establecido, tal como de dos millas (3,22 km), por ejemplo, la fuerza de apriete de los frenos residual mínima predeterminada se interrumpirá para evitar que los frenos se calienten más.

25 Los ejemplos de circunstancias en las que idealmente serían aplicables una o más de las condiciones lógicas de control para interrumpir la aplicación de la fuerza de apriete de aplicación de freno residual mínima predeterminada incluyen: durante el remolque y el retroceso, de tal modo que el tractor de remolque no tiene que hacer frente a la resistencia de los frenos; durante la toma de contacto con el suelo o el aumento de la velocidad de rotación de las ruedas; durante el ciclo antiderrape, cuando se ordenan descargas completas; en el tren de aterrizaje de fuera del fuselaje durante los virajes cerrados, ya que puede ser deseable la liberación de la resistencia residual, de tal modo que los frenos no dificulten el viraje; con el tren de aterrizaje guardado, lo que puede ser deseable para la refrigeración del tren de aterrizaje en la cavidad para las ruedas; y cuando esté estacionado con el freno de estacionamiento liberado, lo que también puede ser deseable para la refrigeración de los frenos. Normalmente, para tales circunstancias como la toma de contacto con el suelo, la aceleración de la velocidad de rotación de las ruedas y durante el ciclo antiderrape, un sistema antiderrape ya contrarresta la presión de frenado medida. Aunque para virajes cerrados también puede ser deseable aplicar opcionalmente una condición lógica de control de la dirección mediante el control de la dirección o de la posición del timón, normalmente esto no será necesario, ya que normalmente la liberación de la fuerza de apriete de los frenos residual mínima predeterminada ya tendrá lugar cuando pueda producirse cualquiera de dichos virajes cerrados, debido al control de la velocidad de las ruedas como una condición lógica de control. Durante los virajes, la velocidad de las ruedas en el lado del viraje del fuselaje se moverá más lentamente que las del lado de fuera del fuselaje y el diferencial se hará mayor a medida que el viraje se haga más cerrado. El efecto de la lógica de la velocidad de las ruedas será suprimir la "resistencia ligera" prácticamente en cualquier momento en el que el avión realice un viraje cerrado, reduciendo de este modo el empuje diferencial que se requiere para realizar el viraje.

45 Aunque también es posible controlar opcionalmente la retracción del tren de aterrizaje y el estacionamiento, debido al control de la velocidad de las ruedas, la liberación de la fuerza de apriete de los frenos residual mínima predeterminada tendrá lugar normalmente cuando el tren de aterrizaje está guardado o el avión está estacionado, debido a la lógica de control, que libera los frenos por debajo de un umbral de velocidad de las ruedas. También debe señalarse que las órdenes de liberación de los frenos de un sistema de control antiderrape siempre contrarrestan cualquier orden de aplicación de freno, es decir, una liberación completa del sistema de control antiderrape siempre dará como resultado una liberación completa de la fuerza de apriete de aplicación de freno.

El resultado para diversas fases de funcionamiento es el siguiente:

55 Estacionado en la rampa: los frenos se liberarán completamente (velocidad de las ruedas por debajo de 2-10 nudos (3,70-18,52 km/h)).

Retroceso: los frenos se liberarán completamente (velocidad de las ruedas por debajo de 2-10 nudos (3,70-18,52 km/h)).

60 Rodaje muy lento (por debajo de 2-10 nudos (3,70-18,52 km/h)): los frenos se liberarán completamente (velocidad de las ruedas por debajo de 2-10 nudos (3,70-18,52 km/h)).

65 Rodaje normal (a aproximadamente 2-10 nudos (3,70-18,52 km/h)): los frenos se liberarán completamente hasta la primera frenada del freno y después los frenos se "moverán" suavemente.

## ES 2 642 580 T3

Virajes cerrados: los frenos se liberarán completamente (los virajes cerrados requieren una velocidad lenta, una velocidad de las ruedas del tren de aterrizaje del fuselaje por debajo de 2-10 nudos (3,70-18,52 km/h)).

Rodaje para despegue:

- 5
- Funcionamiento normal: los frenos se liberarán completamente (palancas de empuje adelantadas).
  - Funcionamiento anormal: para RTO (despegue abortado) con frenado suficiente para inducir una acción antiderrape, los frenos se liberarán completamente hasta la primera aplicación de freno. Después, los frenos se liberarán completamente siempre que lo ordene el antiderrape. Si el antiderrape no ordena una liberación completa, entonces los frenos se “moverán” suavemente.
- 10

Despegue: los frenos se liberarán completamente (palancas de empuje adelantadas).

- 15
- Retracción del tren de aterrizaje: los frenos se aplicarán debido al frenado en la retracción del tren, después se liberarán completamente cuando se suprima la orden de frenado en la retracción del tren (velocidad de las ruedas por debajo de 2-10 nudos (3,70-18,52 km/h)).

- 20
- Alojamiento en la cavidad para las ruedas: los frenos se liberarán completamente (velocidad de las ruedas por debajo de 2-10 nudos (3,70-18,52 km/h)).

Extensión del tren de aterrizaje antes de la toma de contacto con el suelo: los frenos se liberarán completamente (velocidad de las ruedas por debajo de 2-10 nudos (3,70-18,52 km/h)).

- 25
- Toma de contacto con el suelo/aceleración de la velocidad de rotación (pedales no aplicados).

Funcionamiento normal: los frenos se liberarán completamente (no se vuelven a aplicar los frenos puesto que la velocidad de las ruedas está por debajo de 2-10 nudos (3,70-18,52 km/h)).

- 30
- Funcionamiento anormal: toma de contacto con el suelo o aceleración de la velocidad de rotación con los pedales aplicados, los frenos se liberarán completamente (toma de contacto con el suelo/protección del hidroavión que ya reside en el antiderrape).

Rodaje de aterrizaje, frenado manual o automático (sin acción antiderrape).

- 35
- Funcionamiento normal: los frenos se liberarán completamente hasta la primera aplicación de freno. Después, los frenos se “moverán” suavemente.

- 40
- Funcionamiento anormal: rodaje de aterrizaje con suficiente frenado para inducir una acción antiderrape, los frenos se liberarán completamente hasta la primera aplicación de freno. Después, los frenos se liberarán completamente siempre que lo ordene el antiderrape. Si el antiderrape no ordena una liberación completa, entonces los frenos se “moverán” suavemente.

- 45
- Rodaje sobre el suelo (a aproximadamente 2-10 nudos (3,70-18,52 km/h)): los frenos se liberarán completamente hasta la primera frenada del freno. Después, los frenos se “moverán” suavemente.

Maniobra final y atraque (por debajo de 2-10 nudos (3,70-18,52 km/h)): los frenos se liberarán completamente (velocidad de las ruedas por debajo de 2-10 nudos (3,70-18,52 km/h)).

- 50
- Ajuste del freno de estacionamiento, después liberación: los frenos se liberarán completamente (velocidad de las ruedas por debajo de 2-10 nudos (3,70-18,52 km/h)).

Funcionamiento con frenos calientes: los frenos siempre se liberarán completamente (frenos calientes por el sistema de control de la temperatura de los frenos).

- 55
- Como se ilustra en la Figura 3, la energía de los frenos global para el frenado normal con múltiples frenadas del freno es sustancialmente equivalente para controlar la aplicación de frenos de carbono de un avión de acuerdo con la primera realización de acuerdo con la invención, pero el número de aplicaciones de freno de rodaje se reduce de cinco aplicaciones de freno usando un frenado normal, a una aplicación de freno por el método de la primera realización de acuerdo con la invención. Por lo tanto, será evidente que el número de aplicaciones de freno de rodaje puede reducirse sustancialmente por el método de la primera realización de acuerdo con la invención, dando como resultado un desgaste significativamente reducido de los frenos de carbono de un avión.
- 60

- 65
- Como se ilustra en la figura 4, en el método y sistema de la primera realización de acuerdo con la invención, cada freno individual 10 está provisto de una pluralidad de accionadores de frenos eléctricos 30, que consiste en una primera porción de accionadores de frenos eléctricos, tales como un primer par de accionadores de frenos eléctricos

32a, 32b, teniendo un primer intervalo de fuerza de apriete de frenos baja sensible a órdenes de fuerza de apriete de frenos baja, tales como un segundo par de accionadores de frenos eléctricos 34a, 34b, teniendo un segundo intervalo de fuerza de apriete de frenos alta sensible a órdenes de fuerza de apriete de frenos alta. Los primeros y segundos pares de accionadores de frenos eléctricos están conectados al controlador de accionamiento de frenos 18, y en un aspecto preferido, los primeros y segundos pares de accionadores de frenos eléctricos están dispuestos en una configuración equilibrada en el freno, tal como con el primer par de accionadores de frenos eléctricos 32a, 32b ubicados en posiciones radialmente opuestas en el freno, y el segundo par de accionadores de frenos eléctricos 34a, 34b ubicados de manera similar en posiciones radialmente opuestas en el freno. En un aspecto preferido actualmente, el segundo par de accionadores de frenos eléctricos está ubicado entre el primer par de accionadores de frenos eléctricos, y el segundo par de accionadores de frenos eléctricos está ubicado normalmente simétricamente entre el primer par de accionadores de frenos eléctricos.

Una vez que la fuerza de apriete de frenos residual mínima se activa, se mantiene para la pluralidad de frenos de rueda a pesar de una liberación ordenada de frenado, tal como por accionamiento de un pedal de freno por un piloto, un sistema de frenado automático, o un sistema de frenado de engranaje, por ejemplo, de cualquiera de la pluralidad de frenos de rueda. En un aspecto preferido, el primer par de accionadores de frenos eléctricos 32a, 32b se acciona para mantener la fuerza de apriete de frenos residual mínima predeterminada hasta que ocurre una o más condiciones lógicas de control, en respuesta a lo que la aplicación de la fuerza de apriete de frenos residual mínima predeterminada se interrumpe, y el segundo par de accionadores de frenos eléctricos 34a, 34b se activa solo cuando la fuerza de frenado que se debe aplicar cae en el segundo intervalo de fuerza de apriete de frenos alta. Cuando la fuerza de frenado ordenada cae por debajo del segundo intervalo de fuerza de apriete de frenos alta, el segundo par de accionadores de frenos eléctricos se desactiva. El intervalo acumulativo de fuerza de apriete del primer y segundo par de accionadores de frenos eléctricos es equivalente al intervalo de accionadores de frenos eléctricos actual, pero ya que el intervalo completo se divide entre las primeras y segundas porciones de accionadores de frenos eléctricos, y la precisión de la primera porción de accionadores de frenos eléctricos de fuerza baja se aplica en un intervalo menor, la fuerza de frenos acumulativa de las primeras y segundas porciones de accionadores de frenos eléctricos se mejora significativamente, particularmente a bajas velocidades, cuando la dirección del avión se controla normalmente a través de frenado, y particularmente cuando una fuerza de frenado de apriete residual ligera mínima se mantiene durante el rodaje cuando el frenado ya no se ordena.

Con referencia a las figuras 1, 4, 5 y 6, en una segunda realización preferida, la invención proporciona un sistema y método de cálculo de frenado de un avión para reducir la carga estructural de un avión retrasando un comienzo completo de frenado durante un período de tiempo predeterminado, como en cualquier avión con sistema de control de frenos por cable en el que una función de cálculo de frenado se puede modificar.

Si un sistema de control de frenos convencional no incluye una característica de disminución de carga, la curva de comienzo de frenado aparecerá como se ilustra en la figura 5, que muestra normalmente la relación entre un intervalo de orden de salida de fuerza de frenos a los frenos, de fuerza de freno cero a fuerza de freno máxima, comenzando en un tiempo en el que la fuerza de freno se inicia, tal como cuando ocurre una orden de pedal de frenos por un piloto.

En contraste, como se ilustra en la figura 6, en el sistema y método de acuerdo con la segunda realización preferida de la invención, la aplicación inicial de fuerza de freno se limita durante un período de tiempo predeterminado y se introduce un comienzo retrasado de aplicación de fuerza de frenos completa para reducir la carga estructural del avión. También con referencia a las figuras 1 y 4, el sistema de acuerdo con la segunda realización preferida de la invención proporciona un cálculo de frenos de avión para reducir la carga estructural de un avión teniendo normalmente trenes de aterrizaje izquierdo y derecho con una pluralidad de ruedas, y una pluralidad correspondiente de frenos de rueda configurada para accionarse por iniciación ordenada de frenado a través de órdenes de fuerza de apriete de frenos, limitando la aplicación inicial de fuerza de frenado y retrasando un comienzo completo de frenado durante un período de tiempo predeterminado. El sistema incluye preferiblemente uno o más accionadores de frenos eléctricos de cada uno de la pluralidad de frenos de rueda teniendo un intervalo de fuerza de apriete de frenos sensible a órdenes de fuerza de apriete de frenos, una pluralidad de accionadores de frenos eléctricos para cada uno de la pluralidad de frenos de rueda teniendo un intervalo de fuerza de apriete de frenos sensible a órdenes de fuerza de apriete de frenos, y un controlador de accionador de frenos configurado de manera que dirige una iniciación ordenada de frenado de la pluralidad de frenos de rueda del avión, para limitar un esfuerzo de frenado inicial de los uno o más accionadores de frenos eléctricos de cada uno de la pluralidad de frenos de rueda a una fracción predeterminada de un esfuerzo de frenado máximo posible de los uno o más accionadores de frenos eléctricos durante un período de tiempo predeterminado, y para permitir un esfuerzo de frenado de los uno o más accionadores de frenos eléctricos de cada uno de la pluralidad de frenos de rueda hasta el esfuerzo de frenado máximo posible después del período de tiempo predeterminado después de que se haya ordenado la iniciación de frenado de la pluralidad de frenos de rueda del avión.

Como se ilustra en la figura 6, en otro aspecto preferido actualmente, la fracción predeterminada es aproximadamente un 50 % del esfuerzo de frenado máximo posible de los uno o más accionadores de frenos eléctricos, aunque en otro aspecto preferido actualmente, la fracción predeterminada es ajustable. En otro aspecto preferido actualmente, el período de tiempo es aproximadamente un segundo, aunque en otro aspecto preferido



actualmente, el período de tiempo es ajustable.

La presente invención también proporciona un método de cálculo de frenado de un avión para reducir la carga estructural de un avión retrasando un comienzo completo de frenado durante un período de tiempo predeterminado, teniendo el avión trenes de aterrizaje izquierdo y derecho con una pluralidad de ruedas, y una pluralidad correspondiente de frenos de rueda configurada para ser accionada por la iniciación ordenada de frenado por órdenes de fuerza de apriete de frenos. El método incluye las etapas de proporcionar uno o más accionadores de frenos eléctricos de cada uno de la pluralidad de frenos de rueda teniendo un intervalo de fuerza de apriete de frenos sensible a órdenes de fuerza de apriete de frenos, proporcionando una pluralidad de accionadores de frenos eléctricos para cada uno de la pluralidad de frenos de rueda teniendo un intervalo de fuerza de apriete de frenos sensible a órdenes de fuerza de apriete de frenos, dirigiendo la iniciación ordenada de frenado de la pluralidad de frenos de rueda del avión, limitando la aplicación de esfuerzo de frenado inicial de los uno o más accionadores de frenos eléctricos de cada uno de la pluralidad de frenos de rueda a una fracción predeterminada de un esfuerzo de frenado máximo posible de los uno o más accionadores de frenos eléctricos durante un período de tiempo predeterminado en respuesta a la iniciación ordenada de frenado de la pluralidad de frenos de rueda, y permitiendo esfuerzo de frenado de los uno o más accionadores de frenos eléctricos de cada uno de la pluralidad de frenos de rueda hasta el esfuerzo de frenado máximo posible después del período de tiempo predeterminado después de que la iniciación de frenado de la pluralidad de frenos de rueda del avión se haya ordenado.

En otro aspecto presente preferido, la fracción predeterminada es aproximadamente un 50 % del esfuerzo de frenado máximo posible de los uno o más accionadores de frenos eléctricos, aunque en otro aspecto preferido actualmente, la fracción predeterminada es ajustable. En otro aspecto preferido actualmente, el período de tiempo predeterminado es aproximadamente un segundo, aunque en otro aspecto preferido actualmente, el período de tiempo predeterminado es ajustable.

También con referencia a las figuras 1, 4 y 6, en otro aspecto preferido actualmente, la iniciación de frenado de la pluralidad de frenos de rueda del avión es ordenada a través de la presión de los pedales de frenos del avión por un piloto, y se permite incrementar un esfuerzo de frenado de los uno o más accionadores de frenos eléctricos de cada uno de la pluralidad de frenos de rueda hasta el esfuerzo de frenado máximo posible después del período de tiempo predeterminado después de que el piloto haya empezado a presionar los pedales de freno.

Del mismo modo, se debe entender que el comienzo de frenado preferido se efectúa retrasando el esfuerzo de frenado completo a aproximadamente el 50 % del esfuerzo de frenado máximo posible durante aproximadamente un segundo después de que el piloto haya comenzado a presionar los pedales de freno, aunque esta fracción predeterminada de esfuerzo de frenado y el período de tiempo predeterminado son ajustables, como se desee. Esta característica no tiene como objetivo interferir con aplicaciones de freno de rodaje normal, que son normalmente mucho menores que el esfuerzo de frenado máximo posible y ocurren a un índice mucho menor que el índice máximo posible.

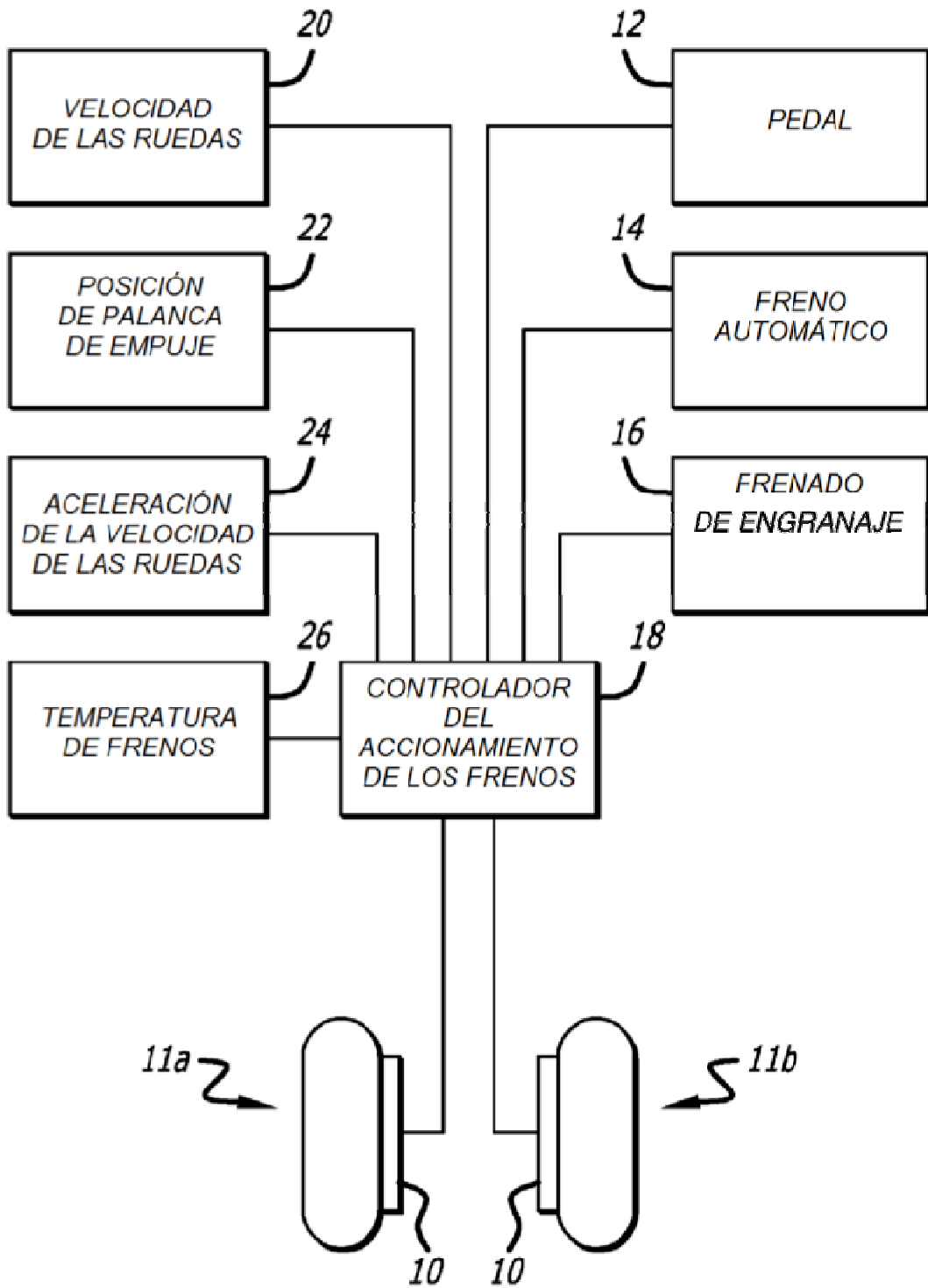
No es necesario determinar si el avión está en modo rodaje a velocidad baja, y la característica puede funcionar durante paradas de frenos de esfuerzo máximo durante aterrizajes o despegues rechazados en todas las velocidades respecto al suelo. De manera alternativa, la limitación inicial de una fracción predeterminada de fuerza de frenos máxima puede eliminarse si se determina que el avión está viajando a alta velocidad, como en el evento de un despegue rechazado o una situación de parada de aterrizaje de esfuerzo de frenado máximo, para no limitar el esfuerzo de frenado en dicha situación de emergencia, aunque la aplicación de una limitación inicial de una fracción predeterminada de fuerza de frenos máxima puede en realidad mejorar la función de parada de un avión en dichas situaciones de emergencia, ya que la gravedad de un primer derrape en frenos de avión se limitaría normalmente a través de un sistema de frenado antiderrape, permitiendo una función de parada de avión máxima cuando sea necesario.

Será aparente, debido a lo anterior, que, mientras que unas formas particulares de la invención se han ilustrado y descrito, se pueden realizar varias modificaciones sin apartarse del alcance de la invención. Del mismo modo, no se pretende que la invención se limite, excepto por las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de medición de los frenos de un avión para reducir la carga estructural de un avión retrasando un comienzo completo de frenado durante un período de tiempo predeterminado, teniendo el avión trenes de aterrizaje izquierdo y derecho (11a, 11b) con una pluralidad de ruedas, y una pluralidad correspondiente de frenos de rueda (10) configurados para ser accionados mediante una iniciación ordenada de frenado a través de órdenes de fuerza de apriete de frenos, que comprende:
- al menos un accionador de freno eléctrico (30, 32a, 32b, 34a, 34b) para cada uno de la pluralidad de frenos de rueda (10) que tiene un intervalo de fuerza de apriete de frenos sensible a órdenes de fuerza de apriete de frenos; y  
un controlador de accionamiento de frenos (18) configurado para dirigir la iniciación ordenada de frenado de la pluralidad de frenos de rueda (10) del avión, **caracterizado por que:**
- dicho controlador de accionamiento de frenos (18) está configurado para limitar el esfuerzo de frenado inicial de dicho al menos un accionador de freno eléctrico (30, 32a, 32b, 34a, 34b) de cada uno de la pluralidad de frenos de rueda (10) a una fracción predeterminada de un esfuerzo de frenado máximo posible de dicho al menos un accionador de freno eléctrico (30, 32a, 32b, 34a, 34b) durante un período de tiempo prefijado y permitir el esfuerzo de frenado de dicho al menos un accionador de freno eléctrico (30, 32a, 32b, 34a, 34b) de cada uno de la pluralidad de frenos de rueda (10) hasta el esfuerzo de frenado máximo posible después de que se ha ordenado un período prefijado de tiempo después de una iniciación de frenado de la pluralidad de frenos de rueda (10) del avión.
2. El sistema de la reivindicación 1, en el que el dicho al menos un accionador de freno eléctrico (30, 32a, 32b, 34a, 34b) comprende una pluralidad de accionadores de frenos eléctricos (30, 32a, 32b, 34a, 34b) para cada uno de la pluralidad de frenos de rueda (10) con un intervalo de fuerza de apriete de frenos sensible a órdenes de fuerza de apriete de frenos.
3. El sistema de la reivindicación 1, en el que dicha fracción predeterminada es aproximadamente un 50 % del esfuerzo de frenado máximo posible de dicho al menos un accionador de freno eléctrico (30, 32a, 32b, 34a, 34b).
4. El sistema de la reivindicación 1, en el que dicha iniciación de frenado de la pluralidad de frenos de rueda (10) del avión es ordenada presionando los pedales de freno del avión por el piloto, y se permite incrementar un esfuerzo de frenado de dicho al menos un accionador de freno eléctrico (30, 32a, 32b, 34a, 34b) de cada uno de la pluralidad de frenos de rueda (10) hasta el esfuerzo de frenado máximo posible después de dicho período de tiempo predeterminado después de que el piloto haya comenzado a presionar los pedales de freno.
5. El sistema de la reivindicación 1 o la reivindicación 4, en el que dicho período de tiempo predeterminado es aproximadamente un segundo.
6. El sistema de la reivindicación 1 o la reivindicación 4, en el que dicho período de tiempo predeterminado es ajustable.
7. El sistema de la reivindicación 1 o la reivindicación 4, en el que dicha fracción predeterminada es ajustable.
8. Un método de medición de los frenos de un avión para reducir la carga estructural de un avión retrasando un comienzo completo de frenado durante un período de tiempo predeterminado, teniendo el avión trenes de aterrizaje izquierdo y derecho (11a, 11b) con una pluralidad de ruedas, y una pluralidad correspondiente de frenos de rueda (10) configurados para ser accionados mediante una iniciación ordenada de frenado a través de órdenes de fuerza de apriete de frenos, que comprende:
- proporcionar al menos un accionador de freno eléctrico (30, 32a, 32b, 34a, 34b) para cada uno de la pluralidad de frenos de rueda (10) teniendo un intervalo de fuerza de apriete de frenos sensible a órdenes de fuerza de apriete de frenos;  
dirigir la iniciación ordenada de frenado de la pluralidad de frenos de rueda (10) del avión, **caracterizado por:**
- limitar la aplicación de esfuerzo de frenada inicial de dicho al menos un accionador de freno eléctrico (30, 32a, 32b, 34a, 34b) de cada uno de la pluralidad de frenos de rueda (10) a una fracción predeterminada de un esfuerzo de frenado máximo posible de dicho al menos un accionador de freno eléctrico (30, 32a, 32b, 34a, 34b) durante un período de tiempo predeterminado en respuesta a dicha iniciación ordenada de frenado de la pluralidad de frenos de rueda (10); y  
permitir el esfuerzo de frenado de dicho al menos un accionador de freno eléctrico (30, 32a, 32b, 34a, 34b) de cada uno de la pluralidad de frenos de rueda (10) hasta el esfuerzo de frenado máximo posible después del período de tiempo predeterminado después de que se haya ordenado la iniciación de frenado de la pluralidad de frenos de rueda (10) del avión.

9. El método de la reivindicación 8, en el que dicha etapa de proporcionar al menos un accionador de freno eléctrico (30, 32a, 32b, 34a, 34b) comprende proporcionar una pluralidad de accionadores de frenos eléctricos (30, 32a, 32b, 34a, 34b) para cada uno de la pluralidad de frenos de rueda (10) que tiene un intervalo de fuerza de apriete de frenos sensible a órdenes de fuerza de apriete de frenos.
- 5
10. El método de la reivindicación 8, en el que dicha fracción predeterminada es aproximadamente un 50 % del esfuerzo de frenado máximo posible de dicho al menos un accionador de freno eléctrico (30, 32a, 32b, 34a, 34b).
- 10
11. El método de la reivindicación 9, en el que la iniciación de frenado de la pluralidad de frenos de rueda (10) del avión es ordenada presionando pedales de freno del avión por un piloto y se permite incrementar el esfuerzo de frenado de dicho al menos un accionador de freno eléctrico (30, 32a, 32b, 34a, 34b) de cada uno de la pluralidad de frenos de rueda (10) hasta el esfuerzo de frenado máximo posible después del dicho período de tiempo predeterminado después de que el piloto haya empezado a presionar los pedales de freno.
- 15
12. El método de la reivindicación 8 o la reivindicación 11, en el que dicho período de tiempo predeterminado es aproximadamente un segundo.
- 20
13. El método de la reivindicación 8 o la reivindicación 11, en el que dicho período de tiempo predeterminado es ajustable.
14. El método de la reivindicación 8 o la reivindicación 11, en el que dicha fracción predeterminada es ajustable.



**FIG. 1**

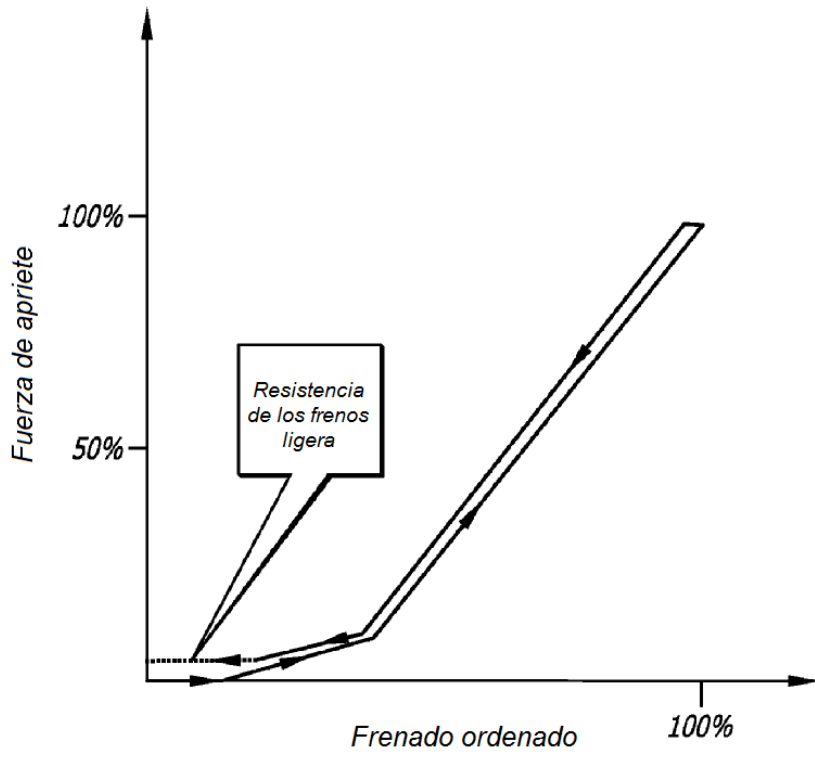


FIG. 2

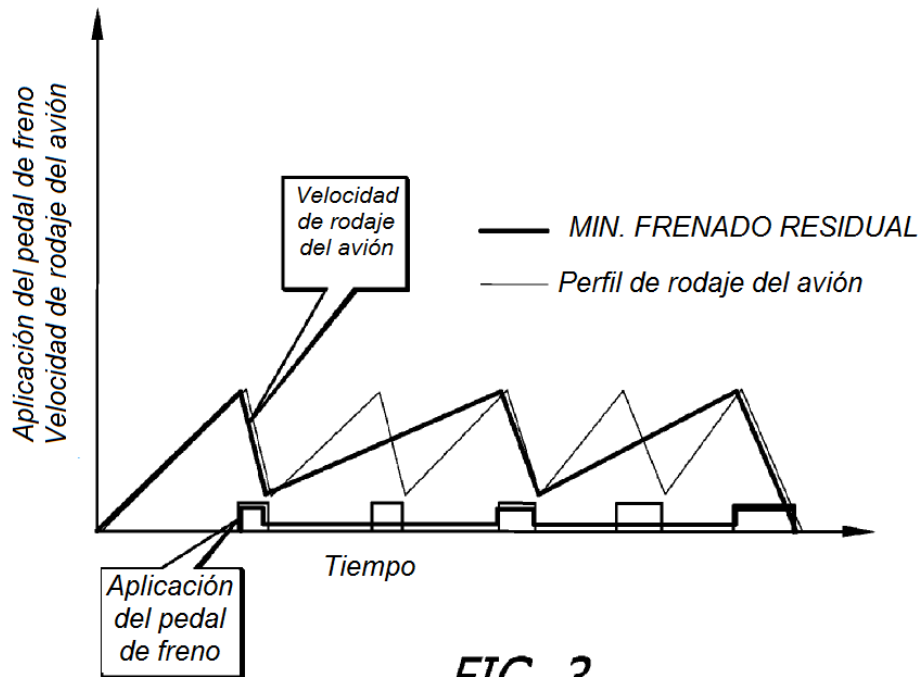
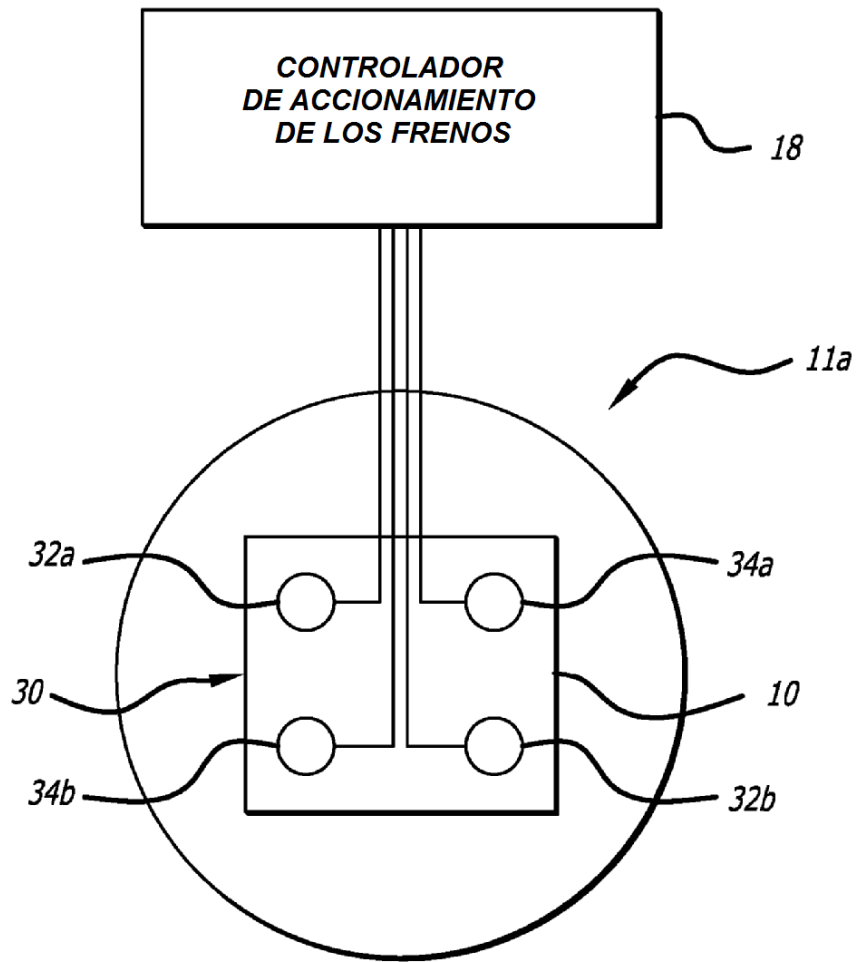
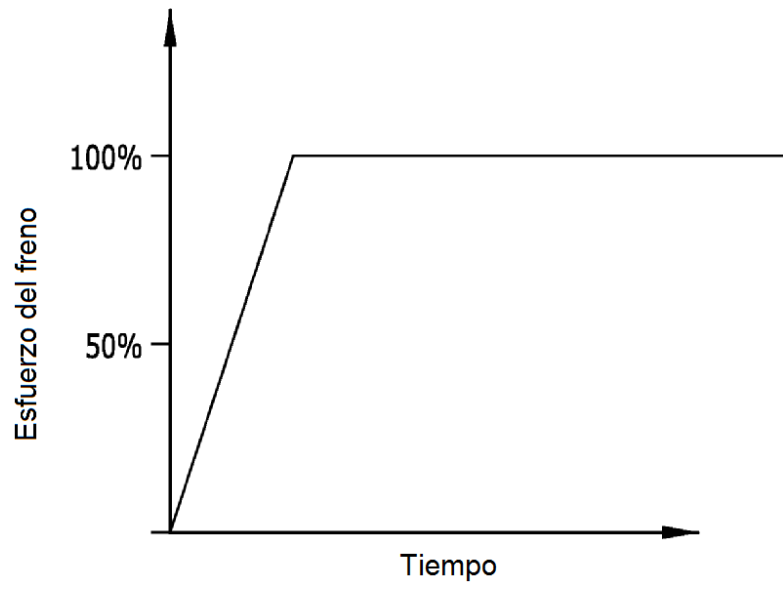


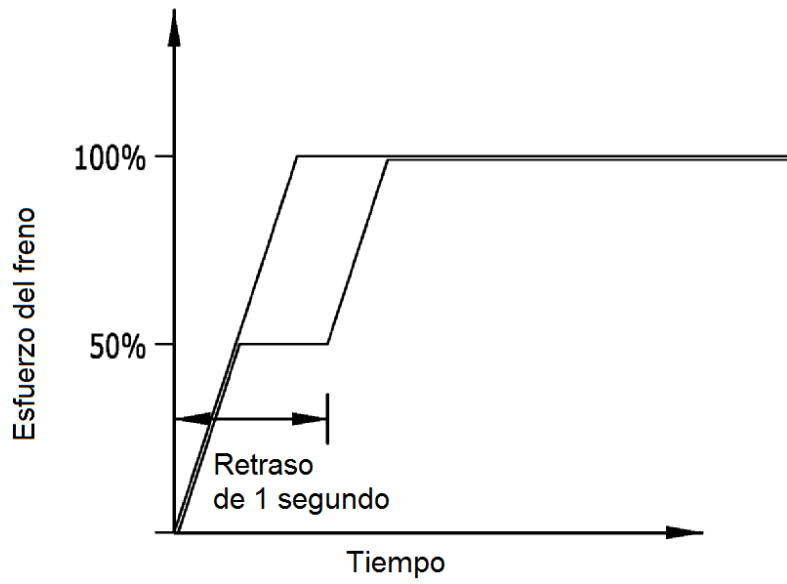
FIG. 3



**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG. 6**