

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 991 282**

51 Int. Cl.:

F16D 66/02	(2006.01)
B60T 8/17	(2006.01)
B60T 8/88	(2006.01)
B60T 13/74	(2006.01)
B60T 17/18	(2006.01)
B60T 17/22	(2006.01)
B64C 25/44	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.02.2021 PCT/US2021/017761**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **19.08.2021 WO21163409**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.02.2021 E 21753612 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2024 EP 4103860**

54 Título: **Optimización de desgaste de frenos de aviones**

30 Prioridad:

13.02.2020 US 202062975824 P

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

03.12.2024

73 Titular/es:

**MEGGITT AIRCRAFT BRAKING SYSTEMS CORPORATION (100.0%)
1204 Massillon Road Akron
Ohio 44306, US**

72 Inventor/es:

**BURKHALTER, KURT;
HILL, JAMES L.;
MALONE, JR., JAMES M. y
EVERHARD, KENNETH D.**

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 991 282 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

Optimización de desgaste de frenos de aviones

5 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

10 [0001] Los frenos de disco de carbono se utilizan habitualmente en aplicaciones aeronáuticas para facilitar el control de la aeronave durante el rodaje antes del despegue y después del aterrizaje. Dado que las pilas térmicas fabricadas con discos de carbono son ligeras y bastante eficaces a la hora de proporcionar las funciones de frenado deseadas, resultan muy atractivas para su uso en la industria aeronáutica. Sin embargo, los discos de carbono son bastante caros y, en consecuencia, su índice de desgaste debe controlarse para garantizar la rentabilidad sin reducir la eficacia de frenado.

15 [0002] Se ha comprobado que el desgaste de los discos de carbono es algo independiente de la cantidad de par de frenado experimentado. En efecto, los discos de carbono experimentan un desgaste similar durante el rodaje que en el evento de alto par inmediatamente posterior al aterrizaje. Se ha sabido en el pasado emplear selectivamente sólo ciertos frenos durante los eventos de rodaje y alternar los frenos así empleados con el fin de reducir la cantidad de desgaste experimentado por el freno, sin sacrificar el frenado y la maniobrabilidad. Estos esfuerzos han tratado de mejorar la vida útil de los frenos reduciendo el número de rodajes/frenazos a los que se somete cada freno.

20 [0003] Los sistemas actuales se basan en la velocidad de las ruedas, la posición del pedal del piloto/copiloto y, en algunas aplicaciones propuestas, las temperaturas reales de los frenos procedentes del sistema de control de la temperatura de los frenos (BTMS) de la aeronave. Esta información es utilizada por el sistema de control de frenos (BCS) para activar/desactivar selectivamente partes de los frenos del sistema con el fin de reducir el desgaste de los discos de carbono. Sin embargo, los datos del BTMS son a menudo incoherentes en toda la aeronave, o tienen un retraso significativo, lo que puede distorsionar la verdadera temperatura de los frenos y hacer que las determinaciones basadas en la temperatura sean potencialmente imprecisas.

30 [0004] Se sabe que, aunque el desgaste de los frenos de carbono no depende en gran medida del par de frenado, sí está muy influido por la temperatura. De hecho, los resultados de las pruebas dinámicas muestran que el desgaste de los frenos de carbono aumenta a temperaturas más bajas. La figura 1 es un ejemplo de evaluación del desgaste del dinamómetro para una aeronave y muestra que la lectura óptima del BTMS (eje horizontal) para minimizar el desgaste de los discos de freno se consigue maximizando la lectura del BTMS a niveles elevados sin dejar de ser adecuada para permitir el despegue de la aeronave, a menudo en el rango de 200-250 °C. Sin embargo, temperaturas tan elevadas son generalmente difíciles de alcanzar en la práctica para un operador.

35 [0005] El gráfico de la figura 1 ilustra además la posibilidad de mejorar la vida útil de los frenos de la aeronave en cuestión, en particular a la temperatura más fría del BTMS, que se muestra en 0-0 en el gráfico de la lectura del BTMS saliendo de la puerta. Con una lectura de temperatura superior a 0-6 no se permite el despegue del avión porque la temperatura de los frenos está a un nivel tal que los frenos no podrían soportar un despegue rechazado (RTO) de la máxima energía posible. Con lecturas de 0-6 o menos, el despegue está permitido.

40 [0006] El gráfico 10 de la figura 1 muestra la correlación típica entre la lectura del BTMS saliendo de la compuerta y la vida de desgaste relativa de los discos de carbono en un sistema estándar, mientras que lo más deseado es que el gráfico sea el indicado por el numeral 12, el cual, como mínimo, demuestra un beneficio significativo para las operaciones de rodaje en frío y expectativas de vida de desgaste consistentemente más altas en el rango superior de temperaturas permitido.

45 [0007] El documento US 2019/291708 A1 divulga un aparato para reducir el desgaste de los frenos que tiene una función de no selección de freno para desactivar selectivamente al menos un freno en un vehículo, y un controlador, en el que el controlador está configurado para recibir información de par que se refiere al par reaccionado por un freno en el vehículo durante un evento de frenado e información de velocidad de rueda que se refiere a una velocidad de una rueda asociada con el freno durante el evento de frenado, calcular una entrada de energía en el freno durante el evento de frenado, basándose en la información de par recibida y la información de velocidad de la rueda recibida, determinar si la entrada de energía calculada cumple al menos un criterio de entrada de energía predefinido, y activar la función de no selección del freno si la entrada de energía calculada cumple al menos un criterio de entrada de energía predefinido.

50 **SUMARIO DE LA INVENCION**

60 [0008] A la luz de lo anterior, un primer aspecto de la invención consiste en proporcionar un método para optimizar el desgaste de los frenos de las aeronaves mediante el cual las operaciones de rodaje se realizan con menos de la dotación completa de frenos de la aeronave, con esos frenos funcionando a una temperatura elevada característica de bajos índices de desgaste.

65 [0009] Otro aspecto de la invención es la provisión de un método para la optimización del desgaste de los frenos de la aeronave que se centra realmente en la energía disipada por los frenos durante el rodaje, en lugar de basarse en las lecturas de temperatura del sistema de control de la temperatura de los frenos de la aeronave.

5 [0010] Otro aspecto de la invención es la provisión de un método para la optimización del desgaste de los frenos de aeronaves que inhibe y permite agrupaciones selectivas de frenos para operaciones de rodaje en un esfuerzo por obtener un desgaste uniforme de dichos frenos.

[0011] Sin embargo, otro aspecto de la invención es proporcionar un método para optimizar el desgaste de los frenos de aeronaves en el que los frenos pueden funcionar a temperaturas elevadas durante el rodaje, pero con tal funcionamiento dentro de un rango capaz de acomodar un despegue rechazado.

10 [0012] La presente invención proporciona un método para optimizar el desgaste de los frenos de disco de carbono de aeronaves según la reivindicación 1. Lo anterior y otros aspectos de la invención que se pondrán de manifiesto a medida que avance la descripción detallada se consiguen mediante un método para optimizar el desgaste de los frenos de disco de carbono de las aeronaves, que comprende: calcular la energía real absorbida por cada freno de disco de carbono durante las operaciones de rodaje; a partir de los cálculos de la energía absorbida, determinar una temperatura actual de los frenos de disco de carbono; e inhibir y habilitar selectivamente el accionamiento de dichos frenos de disco de carbono en función de la temperatura de los frenos de disco.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

20 [0013] Para una comprensión completa de los diversos aspectos, estructuras y procedimientos de la invención, debe hacerse referencia a la siguiente descripción detallada y a los dibujos que la acompañan, en los que:

25 La figura 1 es un gráfico en el que se comparan las características de desgaste de los frenos de una aeronave con y sin las mejoras de la invención y en función de la temperatura de la pila de frenos leída desde un sistema de control de la temperatura de los frenos;

La figura 2 es un diagrama funcional adaptado a diversas realizaciones de la invención; y

La figura 3 es un diagrama de flujo para restablecer el funcionamiento normal del pedal al dejar de utilizar el sistema de selección de freno de taxi inteligente de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES ILUSTRATIVAS

30 [0014] Debido a los errores y retrasos que conlleva el uso de las lecturas de temperatura de los frenos del BTMS de una aeronave, la presente invención sustituye o ajusta dichas lecturas con un cálculo de la energía aproximada absorbida por cada freno durante las operaciones de rodaje. Para ello, utiliza datos como el par de frenado, la masa de la aeronave y las señales de velocidad de las ruedas. A partir del cálculo de la energía absorbida, se puede determinar una temperatura de frenado más adecuada, precisa y oportuna. La temperatura determinada a partir de los cálculos de la energía de frenado se utiliza entonces como parte de la decisión de conmutación en cuanto a la selección, el momento y la duración del accionamiento de los distintos frenos con el fin de elevar las temperaturas de la pila de frenos a una temperatura mínima deseada. La invención contempla la mejora del cálculo de la temperatura mediante el uso de la masa de la pila de frenos disponible en diversas aeronaves que generan los datos electrónicos de desgaste de los frenos.

35 [0015] Para aprovechar al máximo la invención es necesario evaluar la energía de cada freno y determinar la temperatura de frenado asociada. Basándose en esta información, así como en la velocidad, la demanda del pedal y otros parámetros de frenado/aeronave disponibles, se puede determinar qué frenos se pueden utilizar de forma óptima para proporcionar el máximo potencial de vida útil. Dichos métodos contemplan la utilización de los frenos de forma selectiva o preferente a lo largo de múltiples vuelos, almacenando en la memoria el historial de uso anterior y cambiando dicho uso cuando las condiciones sean adecuadas.

40 [0016] La invención contempla además que el piloto pueda tener siempre un control esencialmente instantáneo sobre todos los frenos basado en el pedal u otras entradas. Dado que la modificación del número de frenos activos puede cambiar la capacidad de respuesta de frenado percibida de la aeronave, esto puede gestionarse con curvas de pedal adecuadas y otras características.

45 [0017] La invención contempla varias bases para conmutar o seleccionar las agrupaciones de frenos a activar durante el rodaje para conseguir los beneficios de un mejor desgaste de los discos de carbono. Según una realización de la invención, la agrupación de frenos se conmutará o cambiará en cada tramo de vuelo. En una realización de este tipo, la conmutación puede indexarse en cualquier momento apropiado, como cuando la aeronave despegue de la pista al comienzo de un vuelo o aterrice en la pista al final de un vuelo, pudiendo ambos ser acomodados por un peso sobre ruedas (WOW) u otro sensor similar.

50 [0018] Según otra realización de la invención, la agrupación de frenos para su activación y uso puede conmutarse en función de periodos de tiempo, como por ejemplo diariamente. En este caso, las agrupaciones o pares seleccionados se emplearán para el rodaje durante todo el día y para todos los tramos de vuelo durante ese día.

55 [0019] Según otra realización de la invención, las agrupaciones o pares de frenos activados pueden conmutarse en cualquier momento en que los frenos activados en ese momento alcancen un nivel de temperatura predeterminado. A

modo de ejemplo, ese nivel de temperatura podría ser una temperatura más allá de la cual no se podría acomodar un despegue rechazado (RTO). Se pueden prever otros niveles adecuados.

5 **[0020]** La invención contempla que los datos relativos a la habilitación y utilización de varias agrupaciones o pares de frenos se almacenen en una memoria no volátil (NVM) de forma que los datos no corran el riesgo de perderse cuando la aeronave se apague durante cualquier periodo de tiempo o se pierda o desconecte la alimentación de cualquier otra forma.

10 **[0021]** Con referencia ahora a la figura 2, puede obtenerse una apreciación con respecto a la estructura general y el funcionamiento de la invención. Tal como se presenta en los dibujos y en las especificaciones a continuación, la invención es generalmente la de un sistema de selección de freno de taxi (TBS) y, más particularmente, un sistema TBS Inteligente, designado generalmente por el número 20 en la figura 2.

15 **[0022]** El sistema TBS permanece en espera y desarmado o desactivado como en 22, mientras monitoriza varias entradas como se identifica en 24. El sistema TBS controla un interruptor de peso sobre ruedas (WOW) para determinar si el avión está en el aire o ha aterrizado. Además, controla la velocidad de las ruedas mediante varios transductores de velocidad de las ruedas. Además, controla el estado de la aeronave en cuanto a si está estacionada o realmente disponible para moverse. También se controla la desviación o depresión del pedal por parte del piloto o el copiloto, así como la posición del acelerador. El sistema controla además si se emplea un sistema de frenado automático (ABS) y si solicita actividad TBS.

25 **[0023]** Como se muestra en 24, el sistema TBS permanece en espera, o se desarma, en caso de que se detecte un fallo en el sistema normal o si el acelerador se adelanta más de una cierta cantidad, como por ejemplo más de 10°. Además, se determina si la aeronave se encuentra en una condición de estacionamiento normal, en una posición de estacionamiento con el motor en marcha, si se encuentra bajo remolque externo o si se ha vuelto a estacionar (cuando la pila de discos de freno se ha vuelto a activar para restablecer los frenos cuando la aeronave está estacionada y los discos de freno han tenido la oportunidad de enfriarse, con la contracción del disco asociada que requiere una nueva aplicación de presión de frenado).

30 **[0024]** Si el sensor WOW determina que la aeronave sigue en el aire y no ha aterrizado, o que cualquiera de los pedales de freno se ha pisado más de un 10 %, o que la velocidad de la aeronave en tierra es superior a 42 nudos (77,784 km/h), el sistema TBS permanece desarmado y/o en espera hasta que se cumplan todas las condiciones para habilitar el sistema y hacer que el sistema se active como en 26, mostrándose dichas condiciones en el bloque 28.

35 **[0025]** Como se muestra en 28, si no hay ni remolque externo, ni estacionamiento normal, ni estacionamiento con el motor en marcha, ni reestacionamiento, y si el sensor WOW indica que la aeronave está en tierra, si se determina además que todos los pedales tienen menos de una cierta cantidad de deflexión (menos del 10 %), y la velocidad de las ruedas es inferior a 42 nudos (77,784 km/h), todo ello a modo de ejemplo, el sistema TBS puede ser activado o anulado por el piloto/copiloto. Mientras el TBS está activo en 26, se supervisan numerosos datos para controlar el accionamiento y la liberación de los frenos de la aeronave durante el rodaje. Los frenos reales a emplear se determinan por los datos del diario de vuelo en cuanto a si los pares de frenos se seleccionan por vuelo, diariamente, o en función de la temperatura, como se ha presentado anteriormente. Se reciben otras señales del sistema TBS Inteligente, como las que se comentarán a continuación. Los datos del pedal de freno se reciben y se tienen en cuenta, al igual que los datos de velocidad de las ruedas, los datos de estado de aparcamiento, los datos de desgaste electrónico de los frenos (si están disponibles), las temperaturas de los frenos del BTMS y los datos de posición del acelerador.

50 **[0026]** Cuando el TBS está activo, como en 26, inhibirá selectivamente diferentes conjuntos de frenos, como los conjuntos interiores o exteriores, dependiendo de la configuración del puntal, permitiendo que los frenos que no están inhibidos controlen la función de frenado durante el rodaje. En el caso de un sistema de freno eléctrico, la inhibición puede ser de los controladores de actuador de motor eléctrico (EMAC) asociados, como los EMAC interiores en 30, o los EMAC exteriores en 32.

55 **[0027]** En la 34, se muestra el funcionamiento tradicional del TBS. Tradicionalmente, la conmutación o selección para activar o inhibir entre los EMAC interiores y exteriores 30, 32 se produce simplemente leyendo de una memoria no volátil el último estado de activación del EMAC cuando la depresión del pedal de freno está por debajo de un nivel predeterminado, como el 10 %, y la velocidad de las ruedas es inferior a un nivel predeterminado, como 40 nudos, momento en el que la activación y desactivación de los EMAC se conmuta a partir de la lectura de la memoria no volátil.

60 **[0028]** La alternancia o conmutación del TBS Inteligente entre los EMAC interiores y exteriores suele seguir el proceso descrito en el punto 36. Una vez más, con los pedales presionados por debajo de un umbral predeterminado, como el 10 %, y la velocidad de las ruedas por debajo de un nivel como 40 nudos (74,08 km/h), el estado previo de activación e inhibición de los EMAC 30, 32 se determina a partir del registro de vuelo, y luego se activa la alternancia de acuerdo con una de las tres formas de realización discutidas anteriormente. Esa conmutación puede ocurrir según una realización en cada tramo de vuelo, u otra realización al principio de cada día, o según una tercera realización cuando una pila de freno excede o cae por debajo de un umbral de temperatura preestablecido. En cada evento, el registro de vuelo se incrementa para efectuar y confirmar la conmutación adecuada al producirse el siguiente evento similar.

[0029] Con referencia continua a la figura 2, se puede ver que la actividad de selección de freno de taxi puede ser terminada y la actividad de freno restaurada a su operación normal sin selección de freno de taxi, y que tal actividad involucra restaurar el pedal de freno para controlar la actividad de ambos EMAC 30, 32 interior y exterior. El restablecimiento del pedal se efectúa mediante una rampa de pedal 38 con el proceso generalizado en el paso de restablecimiento de pedales 40.

[0030] Para empezar, los datos relevantes para la implementación de la selección de freno de taxi que se está abandonando se almacenan en una memoria no volátil de forma que la siguiente participación de la selección de freno de taxi tendrá esos datos disponibles para inhibir los EMAC necesarios. A continuación, se determina el estado de la aeronave, incluyendo si la aeronave está en estacionamiento normal, estacionamiento de arranque del motor, remolque externo, reestacionamiento, un avance del acelerador superior a un umbral, como 10° , una depresión del pedal de freno superior al 70 %, una velocidad de las ruedas superior a un umbral establecido, como 42 nudos (77,784 km/h), un fallo en el sistema de funcionamiento normal, o una salida de temperatura del freno BTMS superior a un umbral predeterminado, a continuación, los pedales de freno se restablecerán, como en 40, mediante una rampa de pedal en 38.

[0031] La velocidad de rampa del pedal se ajusta según el criterio de 44. Una rampa de pedaleo es necesaria al salir de las operaciones de TBS por varias razones. Si el recorrido del pedal de freno es superior al 70 %, la desactivación del TBS y el accionamiento de todos los frenos a través de los EMAC 30 y 32 podrían provocar un agarrotamiento significativo de los frenos y molestias a los pasajeros. En consecuencia, puede ser deseable una rampa lenta. Sin embargo, si la velocidad de las ruedas estuviera por debajo de un umbral, como 10 nudos o similar, o si el acelerador se adelantara repentinamente, podría desearse una rampa rápida de recuperación del pedal durante un par de segundos, como cuando la aeronave está realizando sus giros finales de rodaje en la pista antes del despegue. Véanse tales criterios en 44, efectuando una rampa lenta o una rampa rápida en 38.

[0032] En el bloque 46, se sale del TBS después de haber seleccionado una rampa adecuada, asegurándose de que el TBS no está activado.

[0033] En algunas arquitecturas de control de frenado, los pedales vuelven a su posición adecuada con plena capacidad de frenado y con todos los EMAC activados mediante el proceso de la figura 3, designado por el número 50. Los pedales se procesan a 52 en cuanto a su medida de depresión y vuelven a su funcionamiento normal. Se eliminan la inhibición exterior y la inhibición interior, y se desactivan los controles de rampa lenta y rampa rápida. Las clavijas Cnf de control también pueden proporcionarse a la función de pedal aplicada 54 para restaurar completamente los pedales como en 56. Estos pasadores se proporcionan en los sistemas de freno electrónico con múltiples controladores para identificar qué motores de una rueda en particular están siendo controlados. Esto ayuda a identificar si el EMAC está controlando una rueda interior o exterior. Por supuesto, los detalles específicos se dejan a la arquitectura de frenado particular del avión.

[0034] Se contempla un modelo térmico para predecir la temperatura del freno y la temperatura del BTMS, según una realización de la invención. Esto se hace integrando la suma de los flujos de calor de entrada Q a cada nodo de temperatura dividida por la masa m y el calor específico c de los nodos asociados de la pila de discos de calor.

[0035] El modelo térmico tiene en cuenta todos los modos de transferencia de calor, incluidas la conducción, la convección y la radiación, junto con la generación de energía interna. Para estos cálculos se pueden proporcionar entradas de temperatura ambiente, velocidad del aire de refrigeración y estado de desgaste. Se utilizan ecuaciones estándar de transferencia de calor para conducción, convección y radiación, bien conocidas por los expertos en la materia.

[0036] La generación de energía interna se utiliza para contabilizar la entrada de energía debida a los eventos de frenado. Las entradas de velocidad de la rueda y masa de la aeronave por rueda se utilizan para calcular esta energía en esta realización.

[0037] Además, se multiplica un factor de corrección por la diferencia entre las temperaturas medida y calculada del BTMS como mecanismo de retroalimentación para ajustar las predicciones del modelo en función de la medición disponible de la temperatura del BTMS. Este factor de corrección puede ajustarse en función de parámetros como las temperaturas de los nodos y la velocidad de cambio de estas temperaturas. Si se desea, puede hacerse cero para evitar la corrección. El valor final de esta corrección se añade a la energía de frenado como componente adicional de generación de energía para llegar a la generación total de energía interna. Como resultado, la temperatura prevista del freno puede corregirse utilizando la temperatura medida del BTMS incluyéndola en el bucle de realimentación con la temperatura prevista del BTMS, aunque no se disponga de realimentación directa de la temperatura del freno. Este proceso emplea un BTMS que tiene una salida de temperatura medida (monitorizada) y una salida de temperatura calculada.

REIVINDICACIONES

1. Un método para optimizar el desgaste de frenos de disco de carbono de una aeronave durante el rodaje, que comprende:
5 calcular, a partir de los parámetros de par de frenado, velocidad de las ruedas, depresión del pedal de freno, masa del avión por rueda, temperatura ambiente y estado de desgaste de los frenos, la energía real absorbida por cada freno de disco de carbono durante las operaciones de rodaje;
a partir del cálculo de la energía absorbida, determinar la temperatura actual del freno del disco de carbono; e
10 inhibir y activar selectivamente del accionamiento de los frenos de disco de carbono en función de la temperatura de los frenos de disco.
2. El método para optimizar el desgaste de frenos de disco de carbono de las aeronaves según se describe en la reivindicación 1, en el que la etapa de inhibir y habilitar selectivamente controla tanto la secuencia de inhibición y
15 habilitación como la duración de la inhibición y habilitación.
3. El método para optimizar el desgaste de frenos de disco de carbono de aeronaves según se describe en la reivindicación 2, en el que la secuencia y la duración de la inhibición y la habilitación mantienen los frenos de disco de carbono en una temperatura operativa preferida para optimizar el desgaste.
- 20 4. El método para optimizar el desgaste de frenos de disco de carbono de las aeronaves según se describe en la reivindicación 2, en el que dichos frenos de disco de carbono se inhiben y se habilitan para la activación en grupos de frenos.
5. El método para optimizar el desgaste de frenos de disco de carbono de la aeronave según la reivindicación 4, en el que los grupos de frenos seleccionados para ser inhibidos y habilitados se basan en parámetros seleccionados del grupo que
25 consiste en tramos de vuelo, períodos de tiempo y temperatura de los frenos.
6. El método para optimizar el desgaste de frenos de disco de carbono de aeronaves según se describe en la reivindicación 5, en el que los datos relativos a las actividades de dichos grupos de frenos se almacenan en una memoria no volátil.
- 30 7. El método para optimizar el desgaste de frenos de disco de carbono de una aeronave según se describe en la reivindicación 5, que comprende además una función de control de anulación instantánea para uso del piloto para la selección de los grupos de frenos activados e inhibidos.
- 35 8. El método para optimizar el desgaste de los frenos de disco de carbono de la aeronave, según la reivindicación 4, comprende además la supervisión del estado de un interruptor de peso en las ruedas, la velocidad de las ruedas, la presión del pedal del freno y la posición del acelerador.
9. El método para optimizar el desgaste de frenos de disco de carbono de la aeronave según la reivindicación 8, 10 en el que el método se inhibe cuando el interruptor de peso sobre ruedas determina que la aeronave no ha aterrizado, cuando
40 cualquier pedal de freno se pisa más de un primer umbral, o la velocidad de avance supera un segundo umbral.
10. El método para optimizar el desgaste de frenos de disco de carbono de aeronaves según la reivindicación 4, comprende además la etapa de devolver la operación de frenado que involucra a todos los grupos de frenos al control del piloto mediante la restauración de los pedales de freno al control del piloto por medio de una rampa de pedal.
- 45 11. El método para optimizar el desgaste de frenos de disco de carbono de aeronaves según se describe en la reivindicación 10, en el que dicha rampa del pedal es lenta cuando el recorrido del pedal de freno es alto y el acoplamiento de todos los frenos causaría un agarre significativo de los frenos.
- 50 12. El método para optimizar el desgaste de frenos de disco de carbono de las aeronaves según se describe en la reivindicación 11, en el que dicha rampa del pedal es rápida cuando la velocidad de la rueda está por debajo de un tercer umbral, adaptándose la rampa del pedal rápida a los avances repentinos del acelerador.
- 55 13. El método para optimizar el desgaste de los frenos de disco de carbono de la aeronave según la reivindicación 2, en el que la etapa de calcular la energía real absorbida por cada freno de disco de carbono debido a los eventos de frenado se realiza en función de la velocidad de la rueda y la masa de la aeronave por rueda.
- 60 14. El método para optimizar el desgaste de frenos de disco de carbono de aeronaves según se describe en la reivindicación 13, en el que dicha etapa de cálculo compensa la temperatura ambiente, la velocidad del aire de enfriamiento y el estado de desgaste de los frenos.
- 65

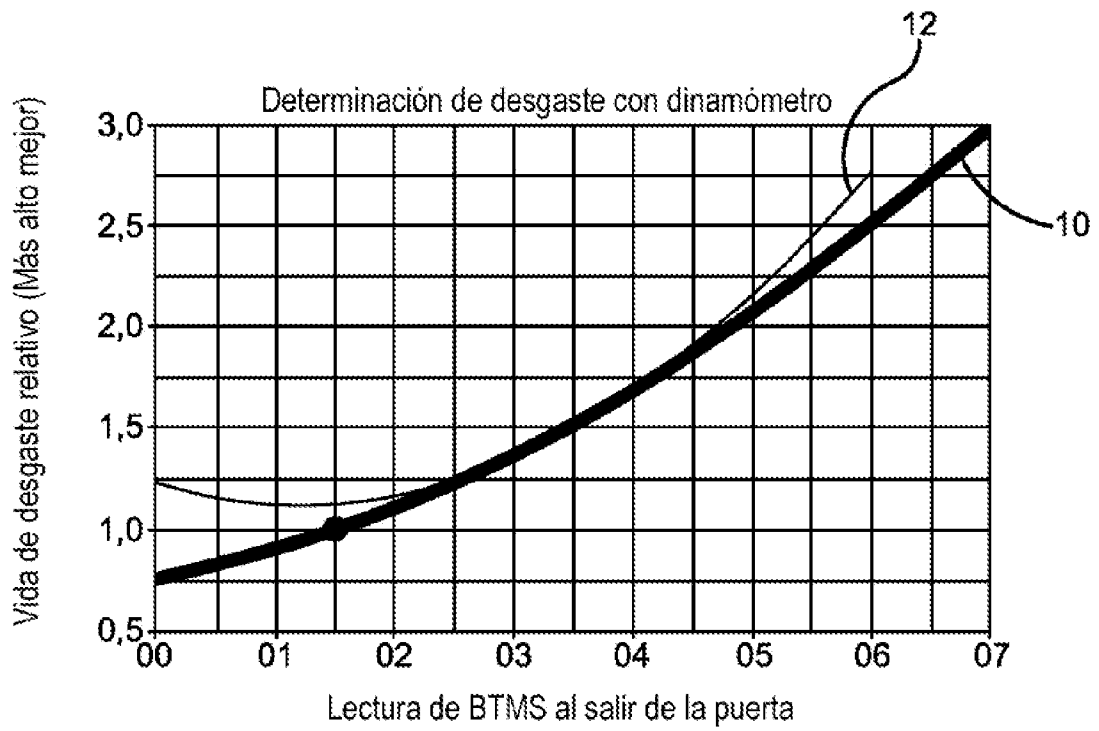


FIG. 1

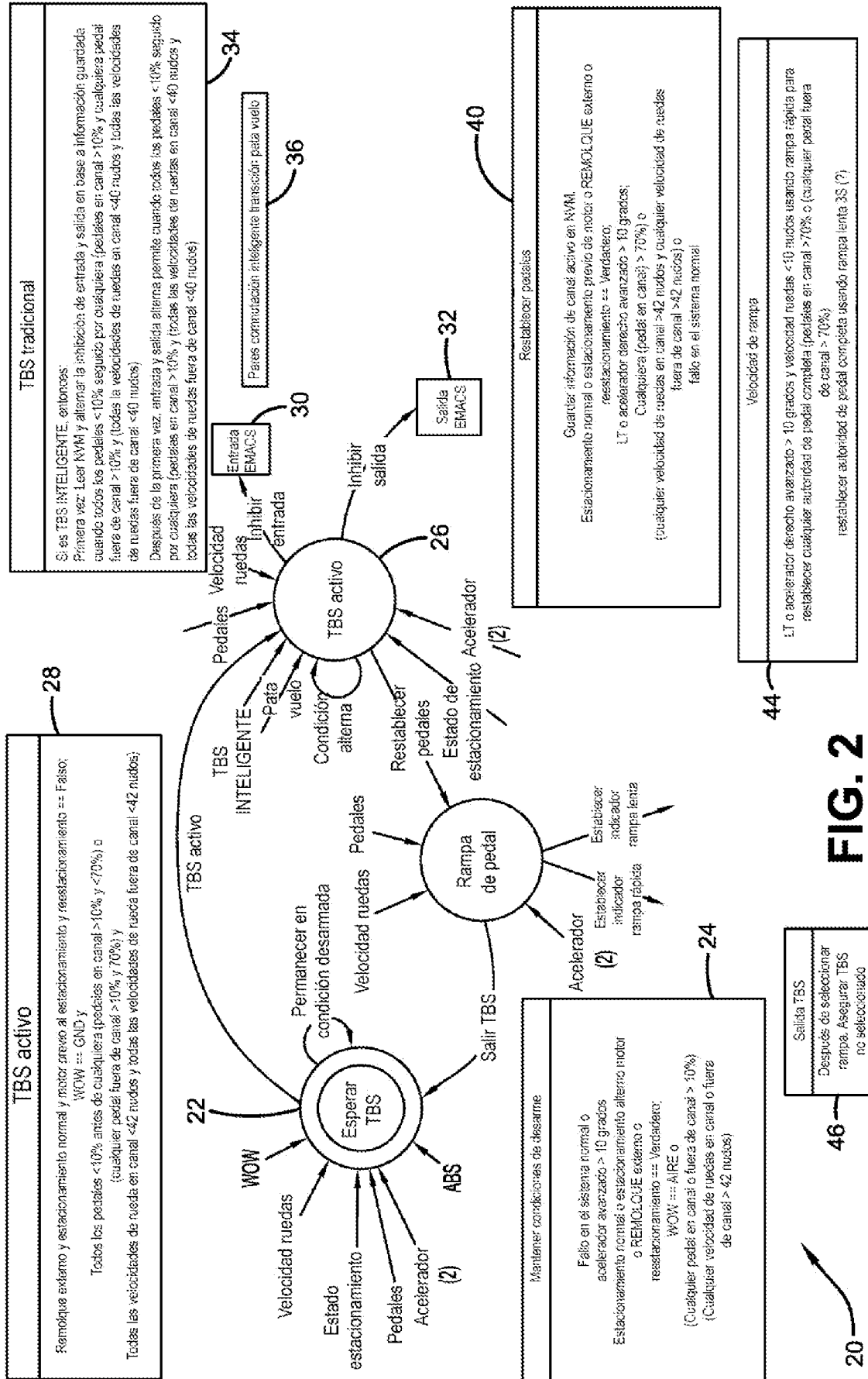


FIG. 2

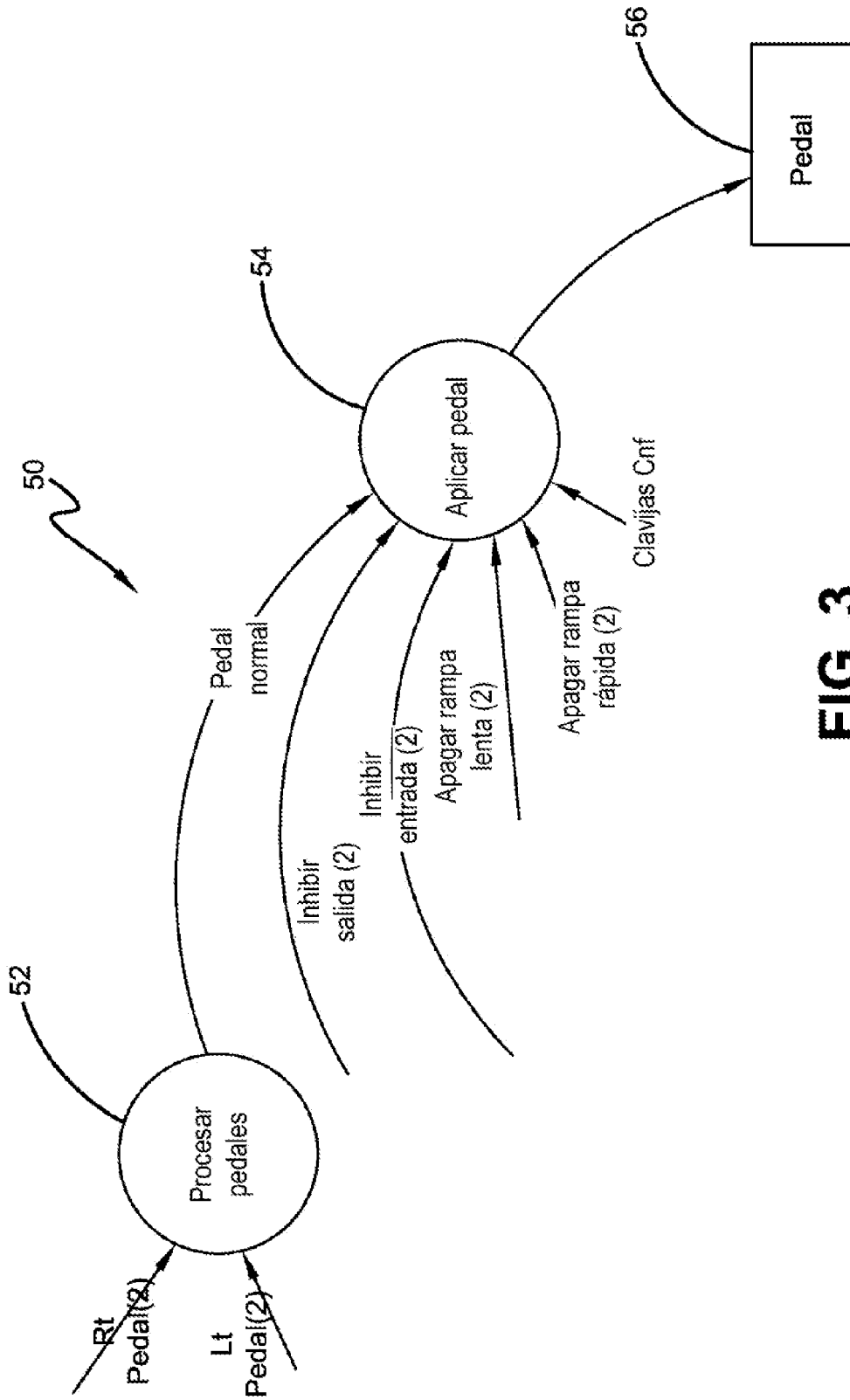


FIG. 3