

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 920**

51 Int. Cl.:

B64C 25/36 (2006.01)

B60C 11/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.06.2013** **PCT/US2013/046829**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.01.2014** **WO14018196**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.06.2013** **E 13737903 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.01.2018** **EP 2838792**

54 Título: **Sistema de tracción controlada de neumáticos de un tren de aterrizaje**

30 Prioridad:

24.07.2012 US 201213556211

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

24.04.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

BARMICHEV, SERGEY y
BOREN, KELLY L.

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 664 920 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 tracción controlada de neumáticos de un tren de aterrizaje.

Campo

- 5 Las realizaciones de la presente divulgación se refieren, en general, al diseño de sistemas de tracción de neumáticos. De manera más particular, las realizaciones de la presente divulgación se refieren al diseño de sistemas de tracción de neumáticos de un tren de aterrizaje.

Antecedentes

- 10 Varias condiciones desfavorables pueden reducir la tracción en una pista durante el aterrizaje de una aeronave. Por ejemplo, una condición desfavorable puede ser una pista mojada o una pista cubierta de nieve o hielo, donde la pista comprende un bajo coeficiente de fricción (por ejemplo, inferior a 0,1). Condiciones adicionales tales como vientos fuertes u otras condiciones también pueden ser consideradas desfavorables. Generalmente, se usan sistemas de control de freno antideslizantes de aeronave y paracaídas para frenar; sin embargo, tales enfoques pueden servir como soluciones eficaces generalmente solo dentro de un intervalo limitado de condiciones operativas. Por ejemplo, los sistemas antideslizantes pueden ser desfavorables en situaciones de baja fricción y los paracaídas pueden ser 15 desfavorables a bajas velocidades.

El documento US2.217.122 A muestra un neumático antideslizante, en concreto, útil para camiones y autobuses. El documento US2007/0079915 A1 muestra un neumático adicional de vehículo. El documento US5.609.700 A muestra un neumático todo tiempo de vehículo.

Sumario

- 20 Se presenta un sistema y métodos de control de tracción de neumáticos de un tren de aterrizaje. Se despresuriza un neumático externo de una rueda de aeronave hasta un estado despresurizado en respuesta a una condición desfavorable de aterrizaje de aeronave. Un rotor interno de la rueda de aeronave entra en contacto con el neumático externo en respuesta al estado despresurizado y se despliega una pluralidad de clavos de tracción para que sobresalgan desde el neumático externo en respuesta al contacto del rotor interno con el neumático externo.
- 25 Las realizaciones de la divulgación proporcionan un medio para mejorar la tracción del tren de aterrizaje durante el aterrizaje en pistas contaminadas. Se puede usar el sistema de frenado complementario descrito en el presente documento en situaciones de emergencia tales como condiciones de baja tracción en las que los frenos convencionales en un tren de aterrizaje principal puedan ser ineficaces. El sistema de frenado complementario también puede aplicarse en situaciones en las que rebasar un extremo de una pista es inevitable. Tal condición 30 puede producirse en un aterrizaje largo con una pista de frenado i insuficiente como para admitir procedimientos de frenado normales. Como alternativa, puede producirse un problema cuando se advierta una capacidad de frenado menor a la óptima, en cuyo caso la tripulación y la aeronave se pueden enfrentar a una situación desfavorable sin este sistema de frenado de emergencia complementario.
- 35 En una realización, un método para el control de tracción de neumáticos de un tren de aterrizaje despresuriza un neumático externo de una rueda de aeronave hasta un estado despresurizado en respuesta a una condición desfavorable de aterrizaje de aeronave. El método, además, pone en contacto un rotor interno de la rueda de aeronave con el neumático externo en respuesta al estado despresurizado y despliega una pluralidad de clavos de tracción para que sobresalgan del neumático externo en respuesta al contacto del rotor interno con el neumático externo.
- 40 En otra realización, un método para formar un sistema de control de tracción de neumáticos de un tren de aterrizaje acopla una llanta de aeronave a un neumático externo que comprende un tubo presurizado flexible externo que comprende una superficie externa operable para entrar en contacto con una superficie de aterrizaje. El método configura, además, al menos una válvula de alivio de presión para despresurizar el neumático externo hasta un estado de despresurización que comprende una circunferencia reducida del neumático externo en respuesta a una 45 señal de despresurización. El método acopla, además, un rotor interno a la llanta de aeronave y dentro del tubo presurizado flexible externo, el rotor interno es operable para entrar en contacto con el neumático externo en respuesta a un estado despresurizado. El método configura, además, una pluralidad de clavos de tracción para que sobresalgan desde la superficie externa del neumático externo en respuesta al contacto de un rotor interno con el neumático externo.
- 50 En una realización adicional, un sistema de tracción de neumáticos de un tren de aterrizaje comprende una llanta de aeronave, un neumático externo, al menos una válvula de alivio de presión, un rotor interno y clavos de tracción. El neumático externo está acoplado a la llanta de aeronave y comprende un tubo presurizado flexible externo que

comprende una superficie externa operable para entrar en contacto una superficie de aterrizaje. La válvula de alivio de presión está configurada para despresurizar el neumático externo hasta un estado despresurizado que comprende una circunferencia reducida del neumático externo en respuesta a una señal de despresurización. El rotor interno está acoplado a la llanta de aeronave y dentro del tubo presurizado flexible externo, el rotor interno es operable para entrar en contacto con el neumático externo en respuesta a un estado despresurizado. Los clavos de tracción están configurados para sobresalir desde la superficie externa del neumático externo en respuesta al contacto del rotor interno con el neumático externo.

En una realización adicional, se divulga un método para el control de tracción de neumáticos de un tren de aterrizaje, comprendiendo el método: despresurizar un neumático externo de una rueda de aeronave hasta un estado despresurizado en respuesta a una condición desfavorable de aterrizaje de aeronave; poner en contacto un rotor interno de la rueda de aeronave con el neumático externo en respuesta al estado despresurizado; y desplegar una pluralidad de clavos de tracción para que sobresalgan del neumático externo en respuesta al contacto del rotor interno con el neumático externo.

Ventajosamente, el método comprende, además: retraer los clavos de tracción dentro del neumático externo en respuesta a un estado presurizado del neumático externo; una capa compresible que comprende una capa de un material elástico ubicada en el neumático externo alrededor de los clavos de tracción y operable para comprimirse a una presión más alta en respuesta al contacto del rotor interno con el neumático externo para permitir que los clavos de tracción sobresalgan hacia fuera desde una superficie externa del neumático externo; represurizar el neumático externo después de uno de entre: un aterrizaje y un intento de aterrizaje; en donde el rotor interno comprende una de entre: una estructura rígida y una estructura semiflexible; y en donde el rotor interno comprende una tira flexible acoplada a la estructura rígida y operable para restablecer el rotor interno.

En otra realización adicional, se divulga un método para formar un sistema de control de tracción de neumáticos de un tren de aterrizaje, comprendiendo el método: acoplar una llanta de aeronave a un neumático externo que comprende un tubo presurizado flexible externo que comprende una superficie externa operable para entrar en contacto con una superficie de aterrizaje; configurar al menos una válvula de alivio de presión para despresurizar el neumático externo hasta un estado de despresurización que comprende una circunferencia reducida del neumático externo en respuesta a una señal de despresurización; acoplar un rotor interno a la llanta de aeronave y dentro del tubo presurizado flexible externo, pudiendo operarse el rotor interno para entrar en contacto con el neumático externo en respuesta al estado despresurizado; y configurar una pluralidad de clavos de tracción para que sobresalgan desde la superficie externa del neumático externo en respuesta al contacto del rotor interno con el neumático externo. Ventajosamente, el método comprende, además, configurar una capa compresible que comprende una capa de un material elástico ubicada en el neumático externo alrededor de los clavos de tracción y operable para comprimirse a una presión más alta en respuesta al contacto del rotor interno con el neumático externo para permitir que los clavos de tracción sobresalgan hacia fuera desde una superficie externa del neumático externo; clavos de tracción para retraerse dentro del neumático externo en respuesta a un estado presurizado del neumático externo; generar la señal de despresurización en respuesta a una condición de aterrizaje de aeronave; en donde el rotor interno comprende una de entre: una estructura rígida y una estructura semiflexible; en donde el rotor interno comprende una tira flexible acoplada a la estructura rígida y operable para restablecer el rotor interno.

En otra realización adicional, se divulga un sistema de tracción de neumáticos de un tren de aterrizaje que comprende: una llanta de aeronave; un neumático externo acoplado a la llanta de aeronave y que comprende un tubo presurizado flexible externo que comprende una superficie externa operable para entrar en contacto con una superficie de aterrizaje, al menos una válvula de alivio de presión configurada para despresurizar el neumático externo hasta un estado despresurizado que comprende una circunferencia reducida del neumático externo en respuesta a una señal de despresurización; un rotor interno acoplado a la llanta de aeronave y ubicado dentro del tubo presurizado flexible externo, pudiendo operarse el rotor interno para entrar en contacto con el neumático externo en respuesta al estado despresurizado; y una pluralidad de clavos de tracción configurados para sobresalir desde la superficie externa del neumático externo en respuesta al contacto del rotor interno con el neumático externo.

Ventajosamente, los clavos de tracción pueden operarse para retraerse dentro del neumático externo en respuesta a un estado presurizado del neumático externo; en donde la señal de despresurización se genera en respuesta a una condición de aterrizaje de aeronave; en donde el rotor interno comprende una de entre: una estructura rígida y una estructura semiflexible; en donde el rotor interno comprende una tira flexible acoplada a la estructura rígida y operable para restablecer el rotor interno; y que comprende, además, un presurizador operable para represurizar el neumático externo después de uno de entre: un aterrizaje y un intento de aterrizaje; comprendiendo, además, una capa compresible que comprende una capa de un material elástico ubicada en el neumático externo alrededor de los clavos de tracción y operable para comprimirse bajo una presión más alta en respuesta al contacto del rotor interno con el neumático externo para permitir que los clavos de tracción sobresalgan hacia fuera desde la superficie externa del neumático externo; en donde la capa compresible comprende al menos un elemento seleccionado del grupo que consiste en: un elastómero, un caucho vulcanizado, una espuma de caucho, una espuma de plástico, un espacio de aire y un espacio de aire llenado por resorte.

Este resumen se proporciona para introducir una selección de conceptos de una forma simplificada que se describen más a fondo en la siguiente descripción detallada. No se pretende que este resumen identifique características fundamentales o características esenciales del material objeto reivindicado, ni se pretende usar este como una ayuda para determinar el alcance de la materia objeto reivindicada.

5 Breve descripción de los dibujos

Puede obtenerse una comprensión más completa de las realizaciones de la presente divulgación con referencia a la descripción detallada y reivindicaciones cuando estas se consideran junto con las siguientes figuras, en donde los números de referencia iguales se refieren a elementos similares a lo largo de las figuras. Las figuras se proporcionan para facilitar la comprensión de la divulgación sin limitar la amplitud, alcance, escala o aplicabilidad de la divulgación. Los dibujos no están necesariamente a escala.

La Figura 1 es una ilustración de un diagrama de flujo de un ejemplo de producción de aeronave y metodología de servicio.

La Figura 2 es una ilustración de un ejemplo de diagrama de bloques de una aeronave.

La Figura 3 es una ilustración de un ejemplo de un diagrama de bloques de un sistema de tracción de neumáticos según una realización de la divulgación.

La Figura 4 es una ilustración de un ejemplo de un sistema de tracción de neumáticos que comprende un tipo rígido y ligero de un rotor interno según una realización de la divulgación.

La Figura 5 es una ilustración de un ejemplo de sistema de tracción de neumáticos que comprende un tipo ligero de "neumático sin aire" de un rotor interno según una realización de la divulgación.

La Figura 6 es una ilustración de un ejemplo de sección transversal de un sistema de tracción de neumáticos tomado a lo largo de una línea A-A de la Figura 4 que muestra clavos de tracción ocultos cuando un neumático externo está en un estado presurizado según una realización de la divulgación.

La Figura 7 es una ilustración de un ejemplo de sección transversal de un sistema de tracción de neumáticos tomado a lo largo de una línea A-A de la Figura 4 que muestra clavos de tracción desplegados cuando un neumático externo está en un estado despresurizado según una realización de la divulgación.

La Figura 7A es una ilustración de un aumento de presión en una porción de clavos de un neumático externo que comprende clavos de tracción cuando la presión de aire en el neumático externo disminuye según una realización de la divulgación.

La Figura 8 es una ilustración de un ejemplo de sistema de activación de válvula de alivio de presión según una realización de la divulgación.

La Figura 9 es una ilustración de un ejemplo de diagrama de flujo que muestra un proceso para controlar la tracción de neumáticos según una realización de la divulgación.

La Figura 10 es una ilustración de un ejemplo de diagrama de flujo que muestra un proceso para formar un sistema de tracción de neumáticos según una realización de la divulgación.

35 Descripción detallada

La siguiente descripción detallada es de naturaleza ilustrativa y no pretende limitar la divulgación o la aplicación y usos de las realizaciones de la divulgación. Las descripciones de dispositivos, técnicas y aplicaciones específicos/as se proporcionan tan solo como ejemplos. Las modificaciones de los ejemplos descritos en el presente documento resultarán fácilmente reconocibles para aquellos normalmente versados en la materia y los principios generales definidos en el presente documento pueden aplicarse a otros ejemplos y aplicaciones sin alejarse del alcance de las reivindicaciones. La presente divulgación debería concordar, en virtud de su alcance, con las reivindicaciones y no limitarse a los ejemplos descritos y mostrados en el presente documento.

Las realizaciones de la divulgación pueden estar descritas en el presente documento en términos de componentes de bloque funcionales y/o lógicos y varias etapas de procesamiento. Debería apreciarse que tales componentes de bloque pueden realizarse con cualquier número de componentes de hardware, software y/o firmware configurados para llevar a cabo las funciones especificadas. Por razones de brevedad, las técnicas y componentes convencionales relacionados con los neumáticos de un tren de aterrizaje, el funcionamiento de un tren de aterrizaje y

otros aspectos funcionales de los sistemas descritos en el presente documento (y los componentes operativos individuales de los sistemas) pueden no estar descritos en detalle en el presente documento. Además, los expertos en la materia apreciarán que las realizaciones de la presente divulgación pueden practicarse junto con una variedad de hardware y software y que las realizaciones descritas en el presente documento son meros ejemplos de realización de la divulgación.

Como resultaría evidente para una persona normalmente versada en la materia tras leer esta descripción, los siguientes son ejemplos y realizaciones de la divulgación y no se limitan a un funcionamiento de conformidad con estos ejemplos. Pueden utilizarse otras realizaciones y pueden hacerse cambios estructurales sin alejarse del alcance de los ejemplos de realización de la presente divulgación pero dentro del alcance de las reivindicaciones.

Haciendo referencia, de manera más particular, a los dibujos, las realizaciones de la divulgación pueden estar descritas en el contexto de un ejemplo de fabricación de aeronaves y método 100 de servicio (método 100) como se muestra en la Figura 1 y una aeronave 200 como se muestra en la Figura 2. Durante la producción previa, el método 100 puede comprender una especificación y un diseño 104 de la aeronave 200 y adquisición 106 de material. Durante la producción, tiene lugar la fabricación 108 de componentes y subconjuntos (proceso 108) y la integración del sistema 110 (integración 110 de sistema) de la aeronave 200. A partir de entonces, la aeronave 200 puede ser sometida a certificación y entrega 112 con el fin de ser puesta en servicio 114. Mientras un cliente la tiene en servicio, la aeronave 200 tiene un calendario de mantenimiento y servicio 116 rutinarios (que también puede comprender modificaciones, reconfiguraciones, reabastecimientos y demás).

Cada uno de los procesos del método 100 puede estar realizado o desempeñado por un integrador de sistemas, un tercero y/o un operador (por ejemplo, un cliente). Para los propósitos de esta descripción, un integrador de sistemas puede comprender, por ejemplo, pero sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas de sistema principal; un tercero puede comprender, por ejemplo, pero sin limitación, cualquier número de distribuidores, subcontratistas y proveedores; y un operador puede comprender, por ejemplo, pero sin limitación, una aerolínea, una compañía de arrendamiento, una entidad militar, una organización de servicios; y similares.

Como se muestra en la Figura 1, la aeronave 200 producida por el método 100 puede comprender un fuselaje 218 con una pluralidad de sistemas 220 y un interior 222. Los ejemplos de sistemas de alto-nivel de los sistemas 220 comprenden uno o más de entre un sistema 224 de propulsión, un sistema eléctrico 226, un sistema hidráulico 228, un sistema medioambiental 230 y un sistema 232 controlado de tracción de neumáticos de un tren de aterrizaje. También puede incluirse cualquier número de otros sistemas.

Los aparatos y métodos realizados en el presente documento pueden emplearse durante una cualquiera o más etapas del método 100. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes a la producción del proceso 108 pueden estar fabricados o manufacturados de una manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras la aeronave 200 está en servicio. Además, puede utilizarse una o más realizaciones de aparato, realizaciones de método o una combinación de las mismas durante las etapas de producción del proceso 108 y la integración 110 del sistema, por ejemplo, acelerando esencialmente el ensamblaje o reduciendo el coste de una aeronave 200. De manera similar, puede utilizarse una o más de las realizaciones de aparato, realizaciones de método o una combinación de las mismas mientras la aeronave 200 está en servicio, por ejemplo, y sin limitación, para mantenimiento y servicio 116.

Una pluralidad de clavos de tracción está ubicada dentro de un material de un neumático externo dentro de y/o enrasados con respecto a una superficie de contacto del neumático externo. El neumático externo también comprende una capa compresible ubicada en el neumático externo alrededor de los clavos de tracción cuando no están retraídos (ocultos). Un rotor interno está acoplado a una llanta dentro del neumático externo. Al menos una válvula de alivio de presión puede disminuir la presión en el neumático externo, para que el rotor interno se ensamble con una banda de rodadura de neumático externo desde dentro comprimiendo la capa compresible para desplegar los clavos de tracción. El rotor interno presiona contra el neumático externo y los clavos de tracción, que entran en contacto con una pista mientras el neumático externo rueda por la pista. Una presión más baja del neumático externo aún puede estabilizar una carcasa del neumático externo y evitar que se colapse.

Se puede reducir la longitud de pista necesaria y en algunos casos es posible una reducción drástica. Las realizaciones de la divulgación evitan una operación desfavorable de aeronave, por ejemplo, durante condiciones de viento cruzado intenso combinadas con condiciones de superficie de pista de baja fricción. Bajo estas condiciones potenciales de "deslizamiento lateral", las realizaciones de la divulgación pueden evitar que una aeronave se salga involuntariamente por un lado de la pista.

Las realizaciones de la divulgación pueden usarse en situaciones distintas a emergencias. En situaciones de pista primitiva u operaciones de riesgo limitado, las realizaciones de la divulgación pueden usarse para acortar y/o estabilizar un alabeo de aterrizaje sin causar una anomalía en una aeronave, un tren de aterrizaje principal, neumáticos, etc. Tales vuelos son comunes, por ejemplo, en operaciones de campo científicas en las que se apoya a los civiles mediante operaciones militares (por ejemplo, pilotar una aeronave de carga militar hasta la Base

McMurdo en la Antártida).

La Figura 3 es una ilustración de un ejemplo de diagrama de bloques de un sistema (sistema 300) de tracción de neumáticos según una realización de la divulgación. El sistema 300 puede comprender un vehículo 302, un conjunto 304 de neumático, al menos una válvula 316 de alivio de presión (válvulas 316 de alivio de presión), un accionador 318, un controlador 320 y un presurizador 332.

En las siguientes descripciones de realizaciones de la divulgación se usa una aeronave 302 como una realización del vehículo 302.

El conjunto 304 de neumático (rueda 304 de aeronave) está configurado para acoplarse a la aeronave 302. En este documento, puede usarse conjunto 304 de neumático y rueda 304 de aeronave indistintamente. El conjunto 304 de neumático comprende un neumático externo 306, una capa compresible 308, una pluralidad de clavos 310 de tracción, una llanta 312 y un rotor interno 314.

El neumático externo 306 está acoplado a la llanta 312 y comprende un tubo 326 presurizado flexible externo que comprende una superficie externa 328 configurada para entrar en contacto con una superficie 402 de contacto (Figura 4) tal como una superficie de aterrizaje. La superficie de aterrizaje puede comprender, por ejemplo, pero sin limitación, una pista helada, una pista embarrada, una pista sin mejorar y/u otra superficie de aterrizaje.

En algunas realizaciones, el neumático externo 306 puede comprender una capa (revestimiento) impermeable interior (no mostrada) de caucho especial en su superficie interna que contiene aire u otro fluido de inflado dentro del neumático externo 306. El revestimiento impermeable interior puede revestir esencialmente toda una superficie interna del neumático externo 306. Puede considerarse que el revestimiento impermeable interior forma parte del neumático externo 306. De este modo, el rotor interno 314 puede entrar en contacto con el neumático externo 306 a través del revestimiento impermeable interior cuando se despresuriza el neumático externo 306.

La capa compresible 308 comprende una capa de un material elástico ubicada dentro del neumático externo 306 y alrededor de los clavos 310 de tracción que está configurada para comprimirse a una presión más alta tal como la presión P2 706 de la Figura 7 para permitir que los clavos 310 de tracción sobresalgan desde la superficie externa 328 del neumático externo 306. La capa compresible 308 puede comprender, por ejemplo, pero sin limitación, un elastómero, un caucho vulcanizado, una espuma de caucho, una espuma de plástico, un espacio de aire, un espacio de aire llenado por resorte u otro material compresible.

Los clavos 310 de tracción están configurados para sobresalir desde la superficie externa 328 del neumático externo 306 en respuesta al contacto del rotor interno 314 con el neumático externo 306. Los clavos 310 de tracción están ubicados dentro del neumático externo 306 y rodeados por la capa compresible 308. Los clavos 310 de tracción están dentro o enrasados con respecto a la superficie 402 de contacto de neumático externo 306 (Figura 4). A medida que se activa el sistema 300, la mayor parte del peso (W) de aterrizaje de la aeronave 302 distribuido entre los neumáticos del tren de aterrizaje principal tales como el neumático externo 306 está concentrado en una porción central de la superficie 704 de contacto (Figura 7) tal como una pista 704. Como se explica en mayor detalle en el contexto de la exposición de las Figuras 7 y 7A, puesto que la presión P2 706 del rotor interno 314 sobre la pista 704 a través del neumático externo 306 es mucho mayor que otras posiciones del neumático externo 306 y está concentrada sobre un área pequeña tal como el área A2 710 (Figura 7A), las puntas de clavo de los clavos 310 de tracción se despliegan fuera del neumático externo 306 para entrar en contacto con la pista 704. En este documento, puede usarse superficie 402 de contacto y pista 402 indistintamente. De manera similar, en este documento, puede usarse superficie 704 de contacto y pista 704 indistintamente.

La llanta 312 puede comprender una llanta 312 de aeronave acoplada al neumático externo 306 y al rotor interno 314. En este documento, puede usarse llanta 312 y llanta 312 de aeronave indistintamente.

El rotor interno 314 está acoplado a la llanta 312 y está ubicado dentro del tubo 326 presurizado flexible externo, el rotor interno 314 está configurado para entrar en contacto con el neumático externo 306 en respuesta a un estado despresurizado (P3 702 en la Figura 7). El rotor interno 314 puede comprender, por ejemplo, pero sin limitación, una estructura rígida, una estructura semiflexible u otra estructura adecuada para la operación del rotor interno 314.

Las válvulas 316 de alivio de presión están configuradas para despresurizar el neumático externo 306 hasta un estado despresurizado (P3 702 en la Figura 7) que comprende una circunferencia reducida del neumático externo 306 en respuesta a una señal de despresurización. Las válvulas 316 de alivio de presión pueden usarse para disminuir la presión en el neumático externo 306, para que el rotor interno 314 se ensamble con el neumático externo 306 desde el interior 406 (Figura 4) del neumático externo 306 y ruende sobre la superficie 402 de contacto tal como la pista 402. La presión más baja (por ejemplo, P3 702 en la Figura 7) aún puede estabilizar el neumático externo 306 y evitar que se colapse. Las válvulas 316 de alivio de presión pueden activarse mediante una orden de accionamiento que comprende la señal de despresurización desde el accionador 318. La señal de despresurización

se genera en respuesta a una condición desfavorable de aterrizaje de la aeronave 302.

En algunas realizaciones en las que la despresurización es muy rápida y se requiere un elevado caudal de descarga para conseguir el estado despresurizado (presión P3 702 en la Figura 7) de una manera oportuna, las válvulas 316 de alivio de presión pueden comprender un número esencial y/o un tamaño esencial. Las válvulas 316 de alivio de presión pueden comprender, por ejemplo, pero sin limitación, de 3 a 4 orificios de aproximadamente 6,35 mm (aproximadamente 0,25 pulgadas), 20 orificios de aproximadamente 51 mm (aproximadamente 2 pulgadas) a aproximadamente 127 mm (aproximadamente 5 pulgadas) u otra configuración para conseguir el estado despresurizado P3 702 de una manera oportuna.

El accionador 318 está configurado para activar las válvulas 316 de alivio de presión para despresurizar el neumático externo 306 hasta el estado despresurizado P3 702. El accionador 318 también está configurado para activar el presurizador 332. El accionador 318 puede comprender, por ejemplo, pero sin limitación, un accionador hidráulico lineal, un accionador de husillo de bolas, u otro accionador que sea capaz de accionar las válvulas 316 de alivio de presión.

El presurizador 332 está configurado para represarizar el neumático externo 306 hasta un estado presurizado (P1 604 en la Figura 6) después de aterrizar o después de un intento de aterrizaje en respuesta a una acción del accionador 318 cuando el neumático externo 306 está en una condición reutilizable, permitiendo, de este modo, un frenado de emergencia repetible. El presurizador 332 puede estar acoplado al menos a una válvula 334 de rellenado de presión para rellenar el neumático externo 306. La(s) válvula(s) 334 de rellenado de presión puede(n) accionarse mediante el accionador 318 para permitir que el presurizador 332 bombee aire dentro del neumático externo 306. El presurizador 332 puede estar ubicado, por ejemplo, pero sin limitación, a bordo del vehículo 302, fuera del vehículo 302 (por ejemplo, una bomba de aire ubicada en: el terreno, un vehículo aéreo, un vehículo acuático o un vehículo terrestre) u otra ubicación adecuada. El presurizador 332 puede bombear aire dentro del neumático externo 306.

El controlador 320 puede comprender, por ejemplo, pero sin limitación, un módulo 322 de procesador, un módulo 324 de memoria u otro módulo. El controlador 320 puede implementarse como, por ejemplo, pero sin limitación, una parte de un sistema de aeronave, un procesador de aeronave centralizado, un módulo de computación de subsistema que comprende hardware y/o software destinado(s) al sistema 300 u otro procesador. El controlador 320 puede comunicarse con las válvulas 316 de alivio de presión, las válvulas 334 de rellenado de presión y otros elementos del sistema 300 a través de un enlace 330 de comunicación.

El controlador 320 está configurado para controlar las válvulas 316 de alivio de presión para despresurizar el neumático externo 306 según varias condiciones operativas. Las condiciones operativas pueden comprender, por ejemplo, pero sin limitación, condiciones de vuelo, operaciones terrestres u otra condición. Las condiciones de vuelo pueden comprender, por ejemplo, pero sin limitación, el aterrizaje u otra condición de vuelo. Las operaciones terrestres pueden comprender, por ejemplo, pero sin limitación, el aerofrenado después del aterrizaje, el rodaje, el aparcamiento u otra operación terrestre. El controlador 320 también puede estar configurado para controlar las válvulas 334 de rellenado de presión para presurizar el neumático externo 306 según varias condiciones operativas. El controlador 320 puede estar ubicado lejos del conjunto 304 de neumático o puede estar acoplado al conjunto 304 de neumático. En una realización, el controlador 320 puede estar colocado en una cabina de la aeronave 302.

Durante la operación, un piloto en vuelo o un primer oficial puede activar un sistema de frenado de emergencia complementario de aeroplano tal como el sistema 300 ante una situación desfavorable de aterrizaje. Por ejemplo, el sistema 300 puede activarse a medida que se traslada el peso sobre las ruedas y se detectan condiciones de superficie de baja fricción, y se determina que una operación desfavorable de la aeronave 302 es probable debido al rebase de un extremo de la pista 402. El controlador 320 o un dispositivo de activación (no mostrado) para el controlador 320 puede colocarse en un puesto de pasillo central de cabina de vuelo cerca de las palancas de empuje, puesto que el controlador 320 puede usarse junto con inversores de empuje cuando la aeronave 302 está equipada con ellos. El controlador 320 también puede estar duplicado en una consola fuera del panel en situaciones en las que el piloto en vuelo solicite al primer oficial que gestione una activación del sistema 300.

El módulo 322 de procesador comprende un proceso lógico de procesamiento que está configurado para desempeñar las funciones, técnicas y tareas de procesamiento asociadas con la operación del sistema 300. En particular, el proceso lógico de procesamiento está configurado para soportar el sistema 300 descrito en el presente documento. Por ejemplo, el módulo 322 de procesador puede dirigir las válvulas 316 de alivio de presión para despresurizar el neumático externo 306 basándose en varias condiciones de operación.

El módulo 322 de procesador puede implementarse o realizarse, con un procesador de uso general, una memoria de contenido direccionable, un procesador de señal digital, un circuito integrado de aplicación específica, una matriz de puertas programables de campo, cualquier dispositivo lógico programable adecuado, puerta discreta o proceso lógico de transistor, componentes de hardware discretos o cualquier combinación de los mismos, diseñados para realizar las funciones descritas en el presente documento. De esta forma, un procesador puede realizarse como un microprocesador, un controlador, un microcontrolador, una máquina de estado o similares. Un procesador también

puede implementarse como una combinación de dispositivos de computación que comprenden hardware y/o software, 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.

5 El módulo 324 de memoria puede comprender una zona de almacenamiento de datos con una memoria formateada para soportar la operación del sistema 300. El módulo 324 de memoria está configurado para almacenar, mantener y proporcionar datos según se necesiten para soportar la funcionalidad del sistema 300. Por ejemplo, el módulo 324 de memoria puede almacenar datos de configuración de vuelo, la(s) señal(es) de despresurización para la activación de las válvulas 316 de alivio de presión u otros datos.

10 En algunas realizaciones, el módulo 324 de memoria puede comprender, por ejemplo, pero sin limitación, un dispositivo de almacenamiento no volátil (memoria semiconductora no volátil, dispositivo de disco duro, dispositivo de disco óptico y similares), un dispositivo de almacenamiento de acceso aleatorio (por ejemplo, RAM estática, RAM dinámica) o cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocida en la materia.

15 El módulo 324 de memoria puede estar acoplado al módulo 322 de procesador y configurado para almacenar, por ejemplo, pero sin limitación, una base de datos y similares. Además, el módulo 324 de memoria puede representar una base de datos de actualización dinámica que contiene una tabla para actualizar la base de datos u otra aplicación. El módulo 324 de memoria también puede almacenar, un programa informático que esté ejecutado por el módulo 322 de procesador, un sistema operativo, un programa de aplicación, datos provisionales usados a la hora de ejecutar un programa u otra aplicación.

20 El módulo 324 de memoria puede estar acoplado al módulo 322 de procesador de tal manera que el módulo 322 de procesador pueda leer información del y escribir información en el módulo 324 de memoria. Por ejemplo, el módulo 322 de procesador puede acceder al módulo 324 de memoria para acceder a la velocidad de una aeronave, un ángulo de ataque, un número Mach, una altitud u otros datos.

25 A modo de ejemplo, el módulo 322 de procesador y el módulo 324 de memoria pueden estar alojados en circuitos integrados de aplicación específica (ASICs). El módulo 324 de memoria también puede estar integrado en el módulo 322 de procesador. En una realización, el módulo 324 de memoria puede comprender una memoria caché para almacenar variables temporales u otra información intermedia durante la ejecución de instrucciones que ha de ejecutar el módulo 322 de procesador.

30 La Figura 4 es una ilustración de un ejemplo de sistema 400 de tracción de neumáticos que comprende un tipo rígido y ligero (estructura rígida) del rotor interno 314 según una realización de la divulgación. La Figura 4 puede tener funciones, materiales y estructuras que sean similares a las realizaciones mostradas en la Figura 3. Por lo tanto, las características, funciones y elementos comunes pueden no estar descritos/as de manera redundante en el presente documento. El sistema 400 comprende el neumático externo 306, la capa compresible 308, los clavos 310 de tracción, la llanta 312 y el rotor interno 314. En la Figura 4, el rotor interno 314 comprende una estructura rígida tal como, pero sin limitación, un neumático de lateral grueso, un neumático de caucho sólido, un neumático compuesto sólido, un neumático de metal sólido u otra configuración de neumático rígido.

35 La Figura 5 es una ilustración de un ejemplo de sistema 500 de tracción de neumáticos que comprende un tipo ligero de "neumático sin aire" (estructura semiflexible) del rotor interno 314 según una realización de la divulgación. La Figura 5 puede tener funciones, materiales y estructuras que sean similares a las realizaciones mostradas en la Figura 3. Por lo tanto, las características, funciones y elementos comunes pueden no estar descritos/as de manera redundante en el presente documento. El sistema 500 comprende el neumático externo 306, la capa compresible 308, los clavos 310 de tracción, la llanta 312 y el rotor interno 314. En la Figura 5, el rotor interno 314 comprende una estructura semiflexible tal como, pero sin limitación, una llanta compuesta que comprende elementos de nervadura estructurales acoplados a la llanta 312, un neumático de caucho semiflexible, un neumático compuesto semiflexible, un neumático de metal semiflexible u otra configuración de neumático semiflexible.

40 La Figura 6 es una ilustración de un ejemplo de sección transversal de un sistema 600 de tracción de neumáticos tomado a lo largo de una línea A-A 404 de la Figura 4 que muestra los clavos 310 de tracción ocultos cuando un neumático externo 306 está en un estado presurizado P1 604 (presión P1, por ejemplo, "presión de neumático normal" según una realización de la divulgación. Las válvulas 316 de alivio de presión pueden estar acopladas a un enlace de comunicación tal como un cable 602 de señal configurado para enviar la orden de accionamiento que comprende la señal de despresurización desde el accionador 318 hasta las válvulas 316 de alivio de presión. En una realización, el rotor interno 314 puede estar acoplado a una tira flexible 606 alrededor de su periferia. Por ejemplo, el rotor interno 314 que comprende una estructura rígida tal como el "tipo rígido y ligero" mostrado en la Figura 4 puede estar acoplado a la tira flexible 606 alrededor de su periferia, en la que la tira flexible 606 puede operarse para restablecer el rotor interno 314.

La Figura 7 es una ilustración de un ejemplo de sección transversal de un sistema 700 de tracción de neumáticos tomado a lo largo de la línea A-A 404 de la Figura 4 que muestra los clavos 310 de tracción desplegados cuando un neumático externo 306 está en el estado despresurizado P3 702 (presión P3, por ejemplo, "presión de neumático baja") según una realización de la divulgación. La presión P2 706 (presión P2, por ejemplo, "presión de rotor interno") del rotor interno 314 en el neumático externo 306 es mucho mayor que la presión P1. La capa compresible 308 está calibrada para que los clavos 310 de tracción se retraigan a la presión P1 y se desplieguen a la presión P2.

La Figura 7A es una ilustración del aumento 700A de presión en una porción de clavos del neumático externo 306 que comprende los clavos 310 de tracción cuando la presión de aire en el neumático externo 306 disminuye según una realización de la divulgación. Un área A1 708 de contacto de la rueda con el suelo comprende la superficie 402 de contacto (Figura 4) del neumático externo 306 (Figuras 3-5) en el estado presurizado P1 604 ("presión de neumático normal"). Un área A2 710 de contacto de la rueda con el suelo representa dónde contacta el rotor interno 314 con la banda de rodadura del neumático externo 306 en el estado despresurizado P3 702. Puesto que el área A2 710 de contacto de la rueda con el suelo (área A2 710) es menor que el área A1 708 de contacto de la rueda con el suelo, el peso W de aterrizaje de la aeronave 302 se distribuye sobre un área más pequeña, es decir, el área A2 710 de contacto de la rueda con el suelo.

De este modo, la presión P2 aplicada a la capa flexible 308 aumenta basándose en W dividido por el área A2 710 de contacto de la rueda con el suelo. Un área 712 de contacto de la rueda con el suelo del neumático externo 306 a la presión P3 702 ("presión de neumático baja") puede ser mayor que el área A1 708 de contacto de la rueda con el suelo; sin embargo, generalmente una porción muy pequeña del peso W de aterrizaje (carga axial) se transfiere por el área 712 de contacto de la rueda con el suelo.

La Figura 8 es una ilustración de un ejemplo de sistema 800 de activación de válvula de alivio de presión según una realización de la divulgación. El sistema de activación del sistema de freno de emergencia complementario tal como el sistema 300 puede activar las válvulas 316 de alivio de presión a través de una señal 802 de control (por ejemplo, a través de un cable 602 de señal en la Figura 6) para una baja presión para todos o algunos de los neumáticos externos 306. El controlador 320 puede generar la señal 802 de control. La señal 802 de control puede comprender, por ejemplo, pero sin limitación, una señal mecánica generada por medios mecánicos, una señal eléctrica generada por medios electrónicos, una señal magnética generada por un medio electromagnético, una señal inalámbrica generada por un medio electrónico inalámbrico u otro tipo de señal que pueda generar otros medios. El controlador 320 puede activarse desde una cabina de vuelo de la aeronave 302.

La Figura 9 es una ilustración de un ejemplo de diagrama de flujo que muestra un proceso 900 para controlar la tracción de neumáticos de aterrizaje según una realización de la divulgación. Las diversas tareas realizadas en relación con el proceso 900 pueden llevarse a cabo de manera mecánica, por software, hardware, firmware, un software legible por ordenador, un medio de almacenamiento legible por ordenador o cualquier combinación de los mismos. Debería apreciarse que el proceso 900 puede incluir cualquier número de tareas adicionales o alternativas, las tareas mostradas en la Figura 9 no tienen por qué realizarse en el orden ilustrado y el proceso 900 puede estar incorporado dentro de un procedimiento o proceso más amplio que tenga una funcionalidad adicional no descrita en detalle en el presente documento.

Por motivos de ilustración, la siguiente descripción del proceso 900 puede referirse a los elementos mencionados anteriormente con relación a las Figuras 1-8. En algunas realizaciones, las partes del proceso 900 pueden estar realizadas por diferentes elementos del sistema 300 tales como: el vehículo 302, el conjunto 304 de neumático, las válvulas 316 de alivio de presión, el accionador 318, el controlador 320, etc. Debería apreciarse que el proceso 900 puede incluir cualquier número de tareas adicionales o alternativas, las tareas mostradas en la Figura 9 no tienen por qué realizarse en el orden ilustrado y el proceso 900 puede estar incorporado dentro de un procedimiento o proceso más amplio que tenga una funcionalidad adicional no descrita en detalle en el presente documento.

El proceso 900 puede empezar despresurizando un neumático externo tal como el neumático externo 306 de una rueda de aeronave tal como el conjunto 304 de neumático hasta un estado despresurizado tal como el estado despresurizado P3 702 en respuesta a una condición desfavorable de aterrizaje de aeronave (tarea 902). La condición desfavorable puede comprender, por ejemplo, pero sin limitación, una pista mojada o una pista cubierta de nieve, hielo, vientos fuertes u otra condición desfavorable de aterrizaje. Por ejemplo, una pista que comprende una condición desfavorable puede comprender un bajo coeficiente de fricción (por ejemplo, inferior a 0,1).

El proceso 900 puede continuar poniendo a un rotor interno tal como el rotor interno 314 de la rueda de aeronave (conjunto 304 de neumático) en contacto con el neumático externo 306 en respuesta a un estado despresurizado P3 702 (tarea 904).

El proceso 900 puede continuar desplegando una pluralidad de clavos de tracción tales como los clavos 310 de tracción para que sobresalgan del neumático externo 306 en respuesta al contacto del rotor interno 314 con el neumático externo 306 (tarea 906).

El proceso 900 puede continuar retrayendo los clavos 310 de tracción dentro del neumático externo 306 en respuesta a un estado presurizado tal como el estado presurizado P1 604 del neumático externo 306 (tarea 908).

La Figura 10 es una ilustración de un ejemplo de diagrama de flujo que muestra un proceso 1000 para proporcionar una tracción de neumáticos de aterrizaje según una realización de la divulgación. Las diversas tareas realizadas en relación con el proceso 1000 pueden llevarse a cabo de manera mecánica, por software, hardware, firmware, un software legible por ordenador, un medio de almacenamiento legible por ordenador o cualquier combinación de los mismos. Debería apreciarse que el proceso 1000 puede incluir cualquier número de tareas adicionales o alternativas, las tareas mostradas en la Figura 10 no tienen por qué realizarse en el orden ilustrado y el proceso 1000 puede estar incorporado dentro de un procedimiento o proceso más amplio que tenga una funcionalidad adicional no descrita en detalle en el presente documento.

Por motivos de ilustración, la siguiente descripción del proceso 1000 puede referirse a los elementos mencionados anteriormente con relación a las Figuras 1-8. En algunas realizaciones, las partes del proceso 1000 pueden estar realizadas por diferentes elementos del sistema 300 tales como: el vehículo 302, el conjunto 304 de neumático, las válvulas 316 de alivio de presión, el accionador 318, el controlador 320, etc. Debería apreciarse que el proceso 1000 puede incluir cualquier número de tareas adicionales o alternativas, las tareas mostradas en la Figura 10 no tienen por qué realizarse en el orden ilustrado y el proceso 1000 puede estar incorporado dentro de un procedimiento o proceso más amplio que tenga una funcionalidad adicional no descrita en detalle en el presente documento.

El proceso 1000 puede empezar acoplando una llanta de aeronave tal como la llanta 312 a un neumático externo tal como el neumático externo 306 que comprende un tubo presurizado flexible externo tal como el tubo 326 presurizado flexible externo que comprende una superficie externa tal como la superficie 328 externa operable para entrar en contacto con una superficie de aterrizaje tal como la superficie 704 de aterrizaje (tarea 1002).

El proceso 1000 puede continuar configurando al menos una válvula de alivio de presión tal como las válvulas 316 de alivio de presión para despresurizar el neumático externo 306 hasta un estado despresurizado P3 702 que comprende una circunferencia reducida del neumático externo 306 en respuesta a una señal de despresurización (tarea 1004).

El proceso 1000 puede continuar acoplando un rotor interno tal como el rotor interno 314 a la llanta 312 de aeronave y en el interior del tubo presurizado flexible externo tal como el interior 406, pudiendo operarse el rotor interno 314 para entrar en contacto con el neumático externo 306 en respuesta al estado despresurizado P3 702 (tarea 1006).

El proceso 1000 puede continuar configurando una pluralidad de clavos de tracción tales como los clavos 310 de tracción para que sobresalgan desde la superficie externa 328 del neumático externo en respuesta al contacto del rotor interno 314 con el neumático externo 306 (tarea 1008).

El proceso 1000 puede continuar configurando una capa compresible tal como la capa compresible 308 que comprende una capa de un material elástico ubicada en el neumático externo 306 alrededor de los clavos 310 de tracción y operarse para comprimirse bajo una presión más alta en respuesta al contacto de un rotor interno 314 con el neumático externo 306 para permitir que los clavos 310 de tracción sobresalgan hacia fuera desde una superficie externa 328 del neumático externo 306 (tarea 1010).

El proceso 1000 puede continuar configurando los clavos 310 de tracción para que se retraigan dentro del neumático externo 306 en respuesta a un estado presurizado tal como el estado presurizado P1 604 del neumático externo 306 (tarea 1012).

El proceso 1000 puede continuar generando la señal de despresurización en respuesta a una condición de aterrizaje de aeronave (tarea 1014).

De este modo, las realizaciones de la divulgación proporcionan un medio para una mejor tracción del tren de aterrizaje cuando se aterriza en pistas contaminadas. Un sistema de frenado complementario existe primeramente para su uso en situaciones de emergencia tales como condiciones de baja tracción en las que los frenos convencionales en el tren de aterrizaje principal puedan ser ineficaces. El sistema de frenado complementario también puede aplicarse en situaciones en las que rebasar un extremo de una pista es inevitable. Tal condición puede producirse en un aterrizaje largo con una pista de frenado i insuficiente como para admitir procedimientos de frenado normales. Como alternativa, puede producirse un problema cuando se advierta una capacidad de frenado menor a la óptima, en cuyo caso una tripulación y una aeronave pueden enfrentarse a una situación no deseada sin este sistema de frenado de emergencia complementario.

La descripción anterior se refiere a elementos o nodos o características que están juntas. A no ser que se indique expresamente lo contrario, "acoplado" significa que un/a elemento/nodo/característica está unido directa o indirectamente a (o se comunica directa o indirectamente con) otro/a elemento/nodo/característica y no

necesariamente de manera mecánica. De este modo, aunque las Figuras 1-8 representan ejemplos de disposición de los elementos, en una realización de la divulgación puede haber elementos, dispositivos, características o componentes intermedios/as adicionales.

- 5 Tal como se usa en el presente documento, a no ser que se indique expresamente lo contrario, "operable" significa que puede usarse, que es apto o que está listo para su uso o servicio, que es útil para un propósito específico y que es capaz de realizar una función mencionada o deseada descrita en el presente documento. Con respecto a los sistemas y dispositivos, la expresión "operable" significa que el sistema y/o el dispositivo es totalmente funcional y está totalmente calibrado, que comprende elementos y reúne requisitos de operatividad aplicables para realizar una función mencionada cuando estos se activan. Con respecto a los sistemas y circuitos, la expresión "operable"
- 10 significa que el sistema y/o el circuito es totalmente funcional y está totalmente calibrado, que comprende un proceso lógico y reúne requisitos de operatividad aplicables para realizar una función enumerada cuando estos se activan.

REIVINDICACIONES

1. Un método para el control de tracción de neumáticos de un tren de aterrizaje, comprendiendo el método:

despresurizar un neumático externo (306) de una rueda de aeronave hasta un estado despresurizado en respuesta a una condición desfavorable de aterrizaje de aeronave;
- 5 poner un rotor interno (314) de la rueda de aeronave en contacto con el neumático externo (306) en respuesta al estado despresurizado; y

desplegar una pluralidad de clavos (310) de tracción para que sobresalgan desde el neumático externo (306) en respuesta al contacto del rotor interno (314) con el neumático externo (306).
- 10 2. El método según la reivindicación 1, que comprende, además, retraer los clavos (310) de tracción dentro del neumático externo (306) en respuesta a un estado presurizado del neumático externo (306).
- 15 3. El método según cualquier reivindicación anterior, que comprende, además, una capa compresible (308) que comprende una capa de un material elástico ubicada en el neumático externo (306) alrededor de los clavos (310) de tracción y operable para comprimirse a una presión más alta en respuesta al contacto de un rotor interno (314) con el neumático externo (306) para permitir que los clavos (310) de tracción sobresalgan hacia fuera desde una superficie externa (328) del neumático externo (306).
4. El método según cualquier reivindicación anterior, que comprende, además, represurizar el neumático externo (306) después de uno de entre: un aterrizaje y un intento de aterrizaje.
5. El método según cualquier reivindicación anterior, en donde el rotor interno (314) comprende una de entre: una estructura rígida y una estructura semiflexible.
- 20 6. El método según la reivindicación 5, en donde el rotor interno (314) comprende una tira flexible (606) acoplada a la estructura rígida y operable para restablecer el rotor interno (314).
7. Un sistema de tracción de neumáticos de un tren de aterrizaje que comprende:

una llanta (312) de aeronave;

un neumático externo (306) acoplado a la llanta (312) de aeronave y que comprende un tubo (326) presurizado flexible externo que comprende una superficie externa (328) operable para entrar en contacto con una superficie de aterrizaje;
- 25 al menos una válvula (316) de alivio de presión configurada para despresurizar el neumático externo (306) hasta un estado de despresurización que comprende una circunferencia reducida del neumático externo (326) en respuesta a una señal de despresurización;
- 30 un rotor interno (314) acoplado a la llanta (312) de aeronave y ubicado dentro del tubo (326) presurizado flexible externo, el rotor interno (314) es operable para entrar en contacto con el neumático externo (306) en respuesta al estado despresurizado; y

una pluralidad de clavos (310) de tracción configurados para sobresalir desde la superficie externa (328) del neumático externo (306) en respuesta al contacto del rotor interno (314) con el neumático externo (306).
- 35 8. El sistema de tracción de neumáticos de un tren de aterrizaje según la reivindicación 7, en donde los clavos (310) de tracción son operables para retraerse dentro del neumático externo (306) en respuesta a un estado presurizado del neumático externo (306).
9. El sistema de tracción de neumáticos de un tren de aterrizaje según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 8, en donde la señal de despresurización se genera en respuesta a una condición de aterrizaje de aeronave.
- 40 10. El sistema de tracción de neumáticos de un tren de aterrizaje según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en donde el rotor interno (314) comprende una de entre: una estructura rígida y una estructura semiflexible.
11. El sistema de tracción de neumáticos de un tren de aterrizaje según la reivindicación 10, en donde el rotor interno (314) comprende una tira flexible (606) acoplada a la estructura rígida y operable para restablecer el rotor interno (314).

12. El sistema de tracción de neumáticos de un tren de aterrizaje según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, que comprende, además, un presurizador operable para represurizar el neumático externo (306) después de uno de entre: un aterrizaje y un intento de aterrizaje.
- 5 13. El sistema de tracción de neumáticos de un tren de aterrizaje según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 12, que comprende, además, una capa compresible (308) que comprende una capa de un material elástico ubicada en el neumático externo (306) alrededor de los clavos (310) de tracción y operable para comprimirse a una presión más alta en respuesta al contacto de un rotor interno (314) con el neumático externo (306) para permitir que los clavos (310) de tracción sobresalgan hacia fuera desde la superficie externa (328) del neumático externo (306).
- 10 14. El sistema de tracción de neumáticos de un tren de aterrizaje según la reivindicación 13, en donde la capa compresible (308) comprende al menos un elemento seleccionado del grupo que consiste en: un elastómero, un caucho vulcanizado, una espuma de caucho, una espuma de plástico, un espacio de aire y un espacio de aire llenado por resorte.

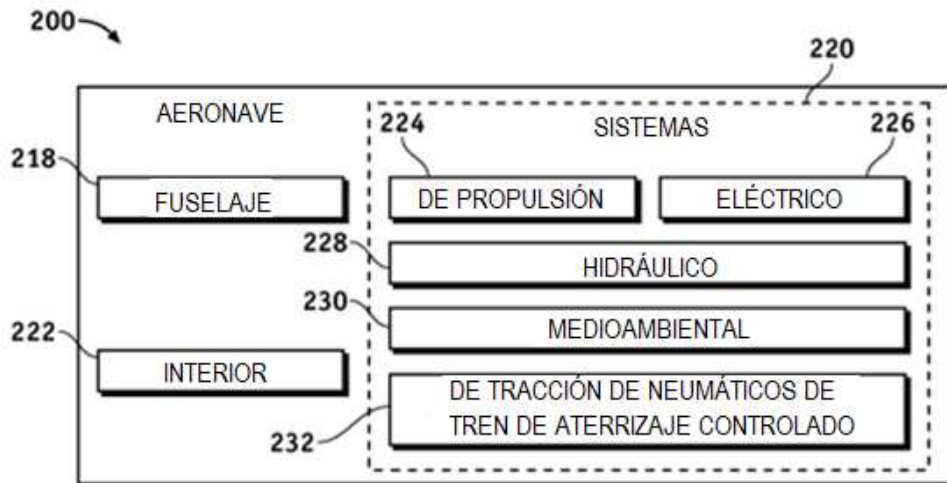
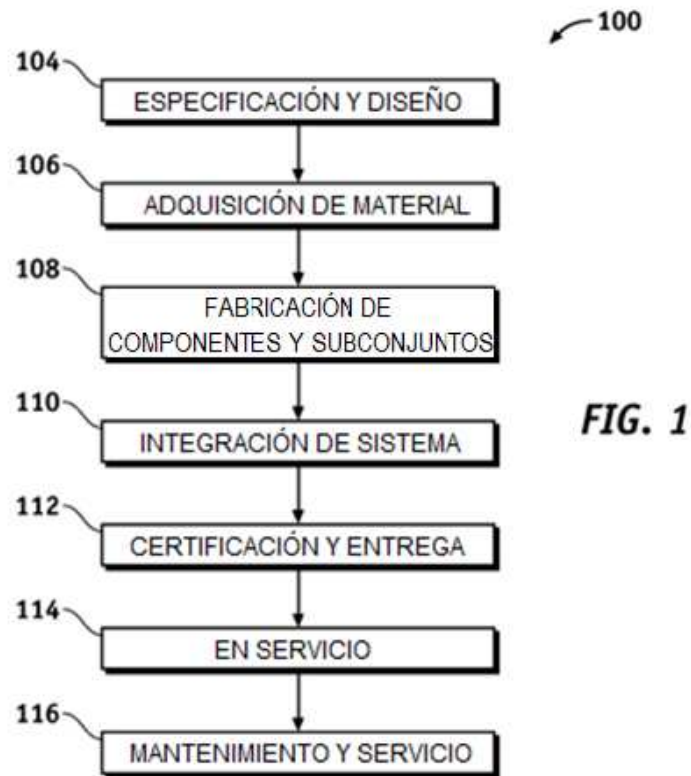


FIG. 2

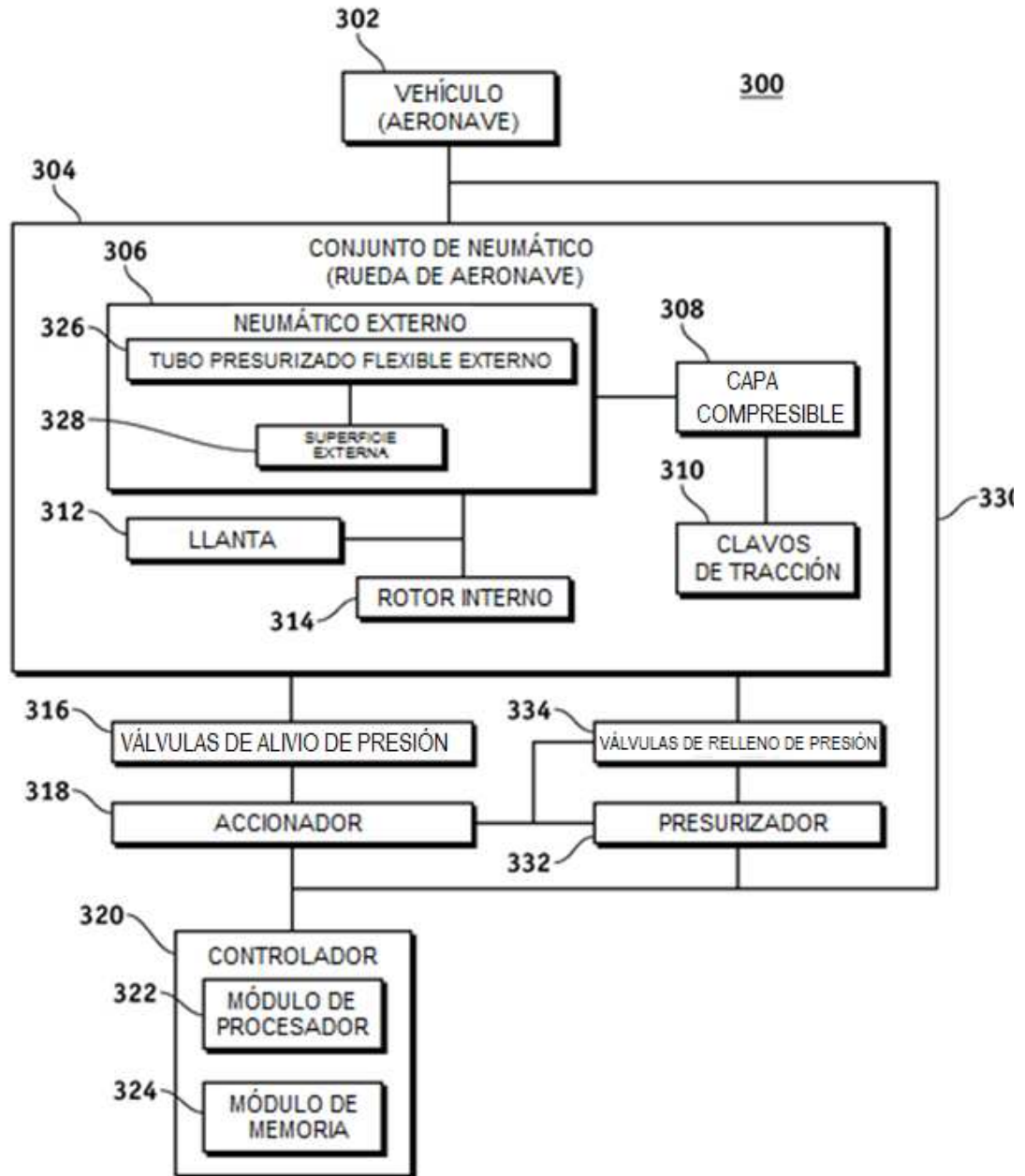


FIG. 3

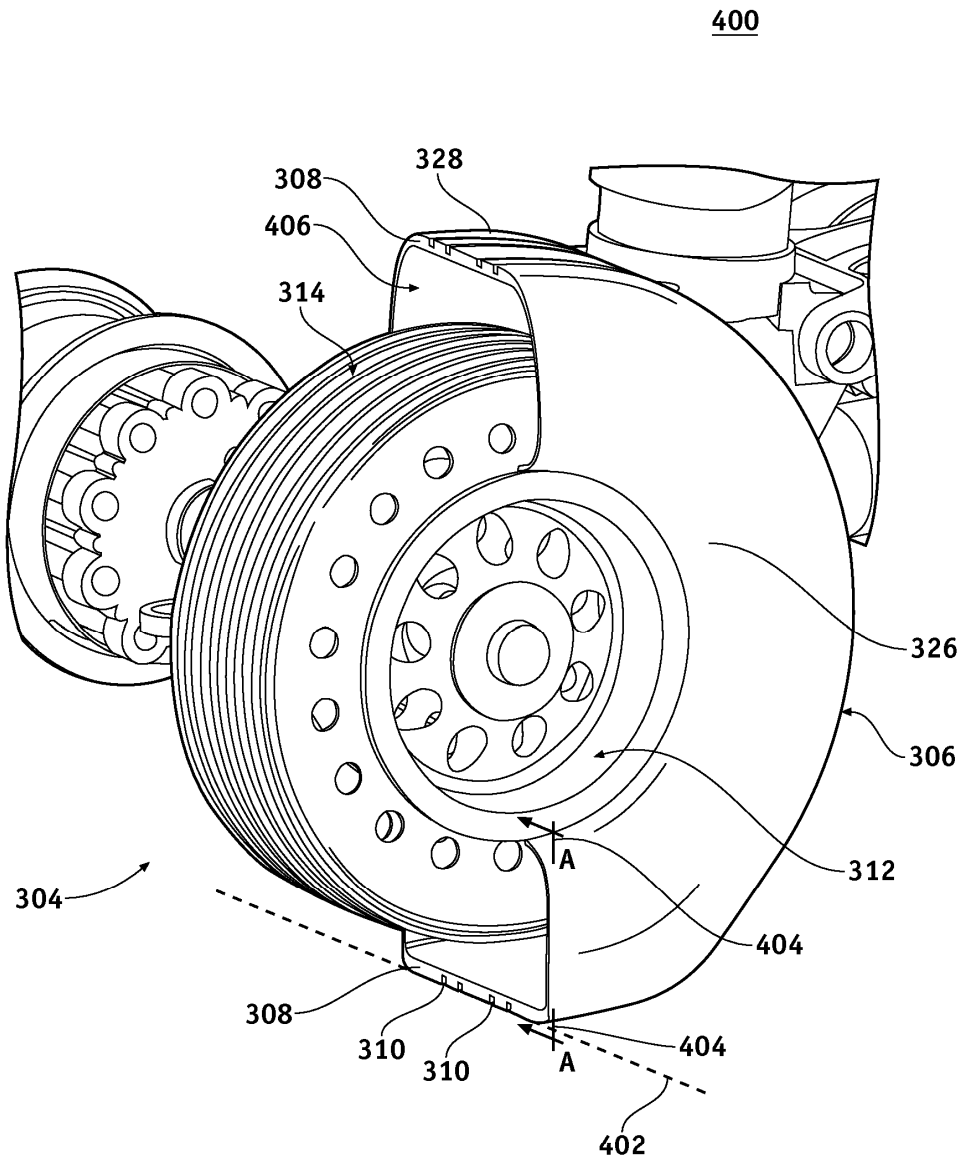


FIG. 4

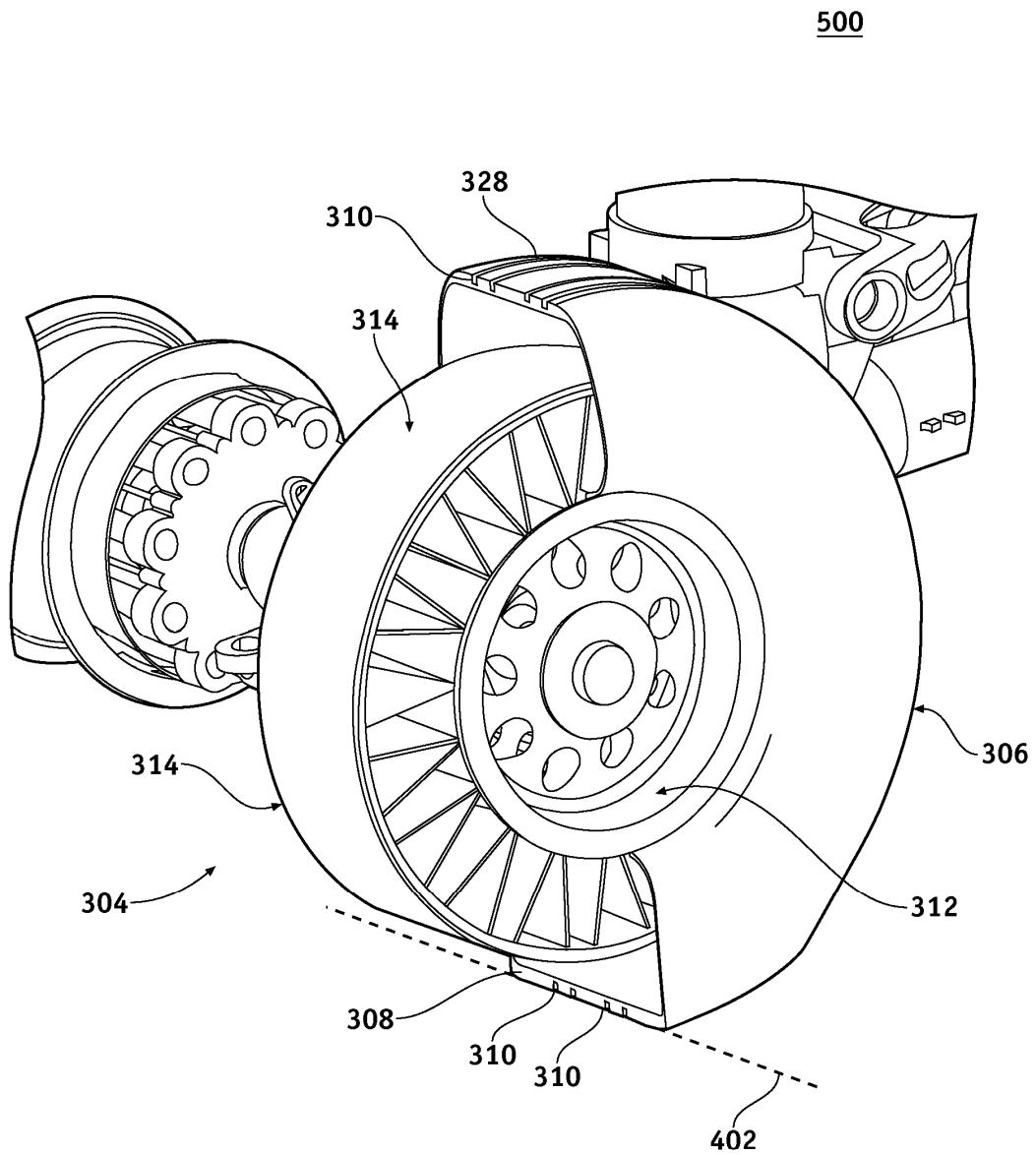
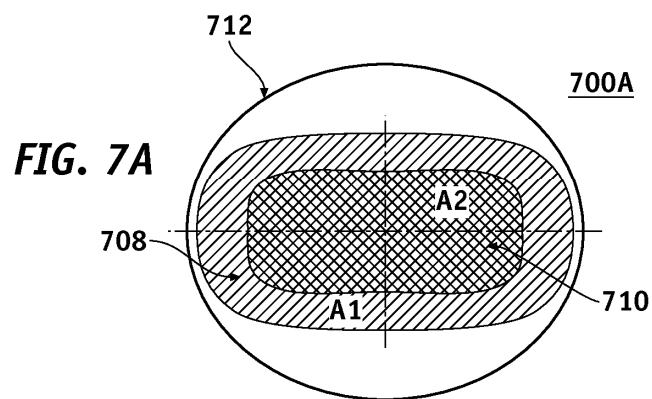
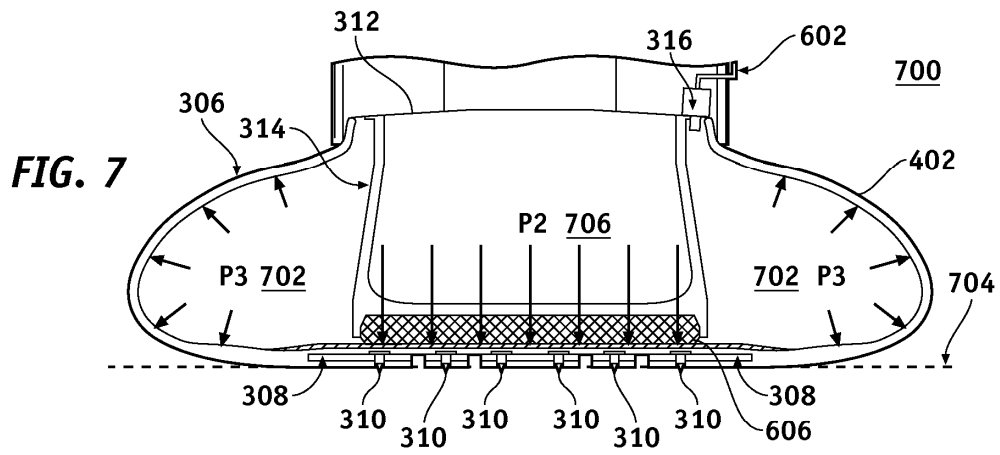
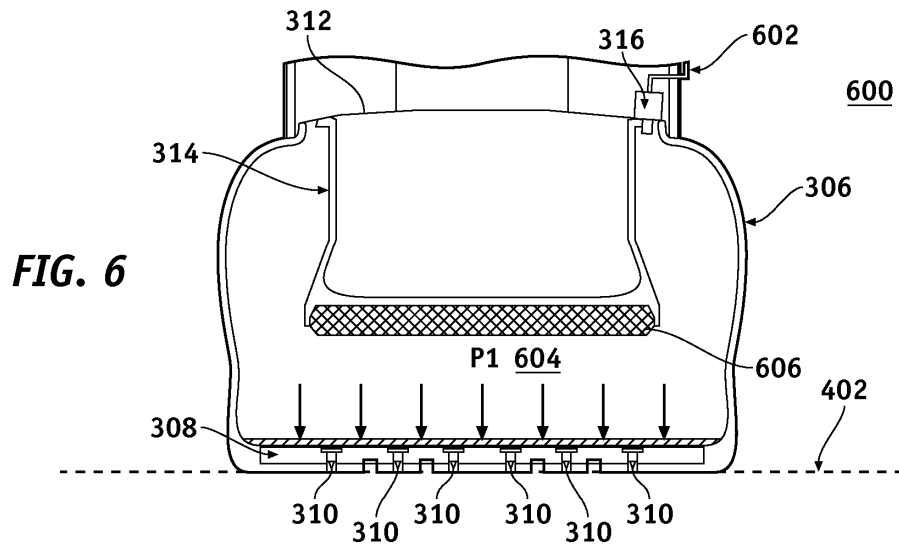


FIG. 5



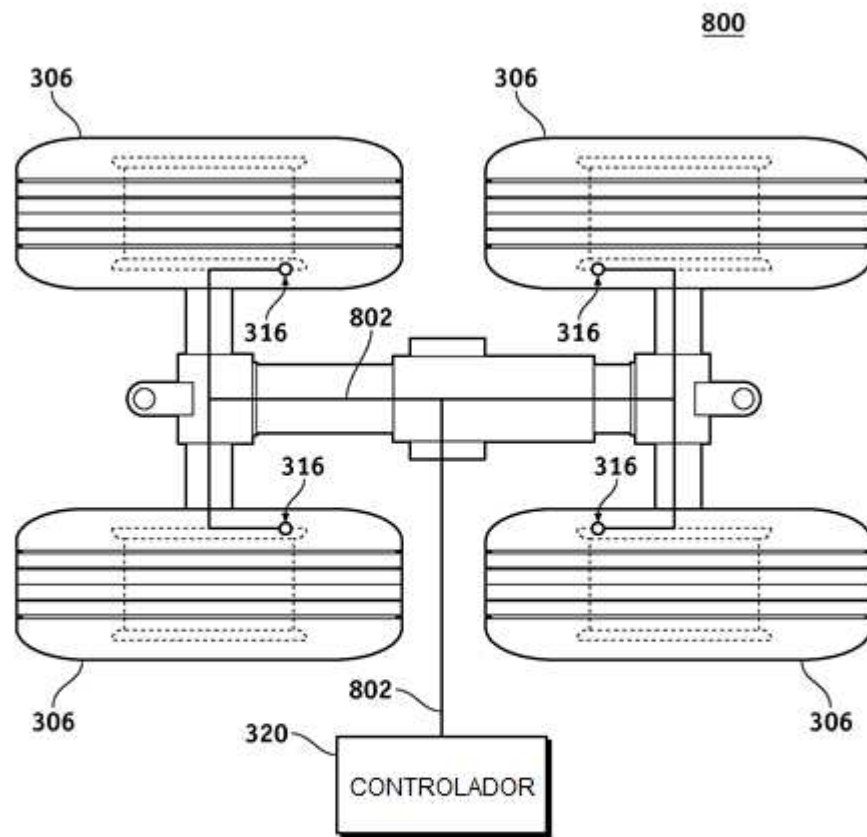


FIG. 8

900

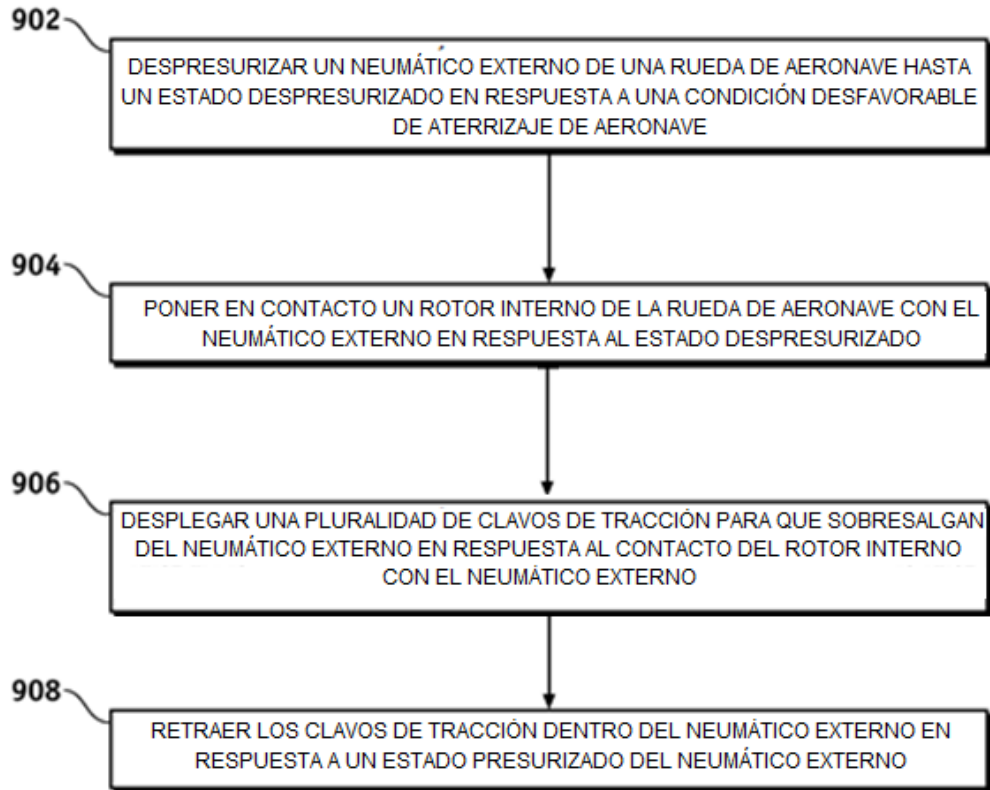


FIG. 9

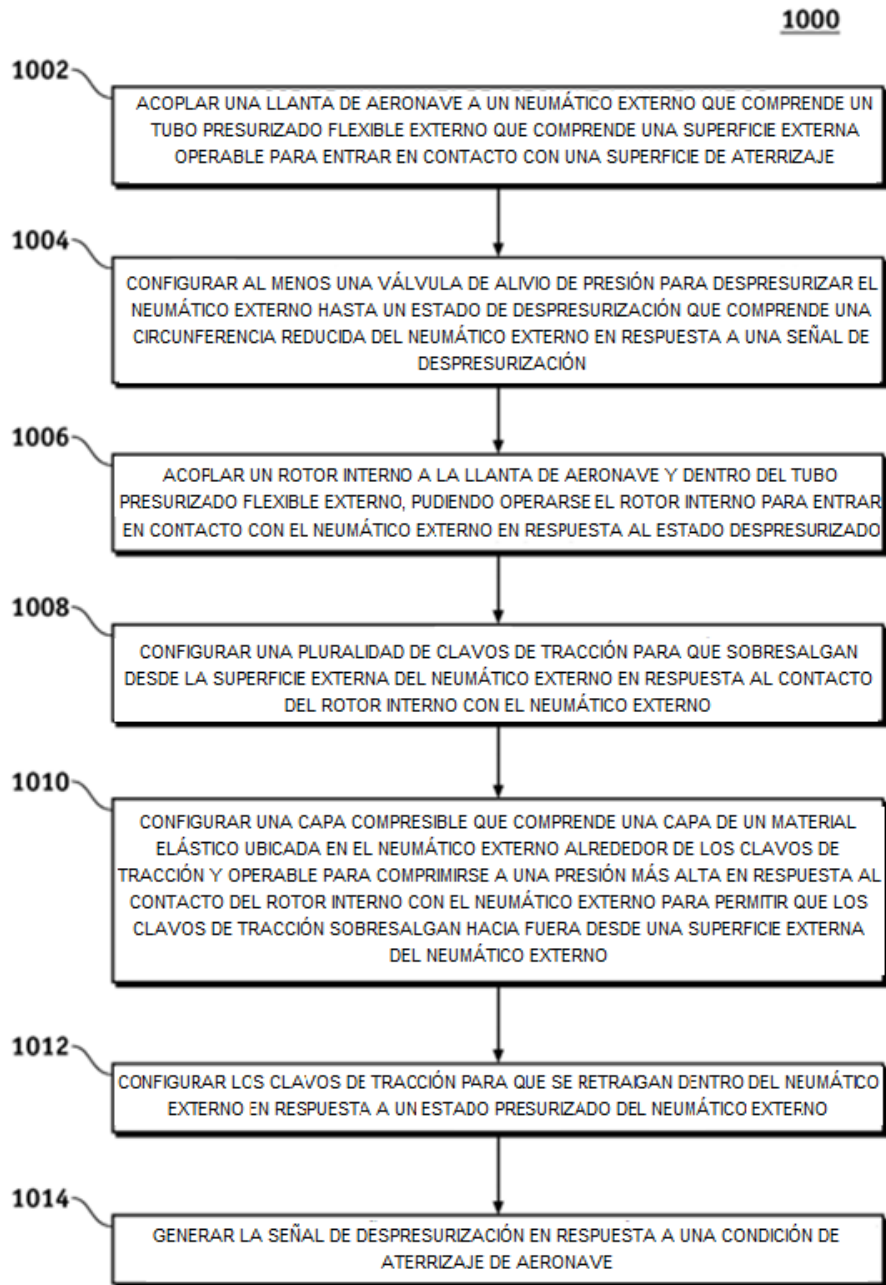


FIG. 10