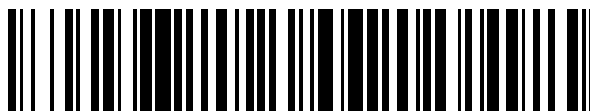


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 631 812**

51 Int. Cl.:

G01B 11/00 (2006.01)

B64F 5/00 (2007.01)

G01S 7/48 (2006.01)

G01S 17/66 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.03.2015** E 15157131 (2)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017** EP 2944918

54 Título: **Sistema y método de referencia mejorados de aeronave**

30 Prioridad:

02.05.2014 US 201414268841

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

05.09.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**MARSH, BOBBY JOE;
LAZAR, MICHAEL ANTHONY;
VANSCOTTER, KINSON D.;
COOKE, BARRY THEOPHILE;
BODZIONY, LEONARD S.;
COLEMAN, RICHARD M.;
VANDER WEL, MICHAEL MARCUS;
OLSON, ANDREW S.;
DORSEY, DOUGLAS V. y
NOBLES, ORVAL MARION**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 631 812 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 referencia mejorados de aeronave

Información de antecedentes

1. Campo

5 La presente divulgación se refiere en general a sistemas de medida utilizados en la fabricación de una aeronave y, en particular, para lograr una alineación más precisa de superficie de la aeronave, una prueba de la forma la aeronave y una simetría mejorada en las alas izquierda y derecha.

2. Antecedentes

10 Los fabricantes de aeronaves y otros productos complejos pueden desear medidas precisas de sus productos acabados. Pueden ser difíciles de conseguir puntos específicos de medida estables, repetibles y fácilmente accesibles en aeronaves acabadas. Dos o más aeronaves del mismo modelo y con especificaciones idénticas pueden no ser idénticas en todas las dimensiones cuando su fabricación se ha completado. Por ejemplo, cuando se fijan motores y alas a un fuselaje se cambia de forma potencial la forma y tamaño del fuselaje. La forma, tamaño y la posición del ala puede también verse afectada por el nivel de combustible en un momento dado. Si las alas no están situadas de forma
15 precisa en el fuselaje, las puntas de las alas pueden que no estén alineadas entre si tal y como se desea.

Anteriormente, se ha confiado tradicionalmente en los dibujos de puntos de alineación. Sujeciones remachadas especiales, referidas, de forma ocasional, como "remaches dorados" proporcionaban valores nominales en x, y y z para medidas, y estos puntos de posición nominales fueron tomados como base por el personal de remodelación y de tierra para trabajar, reelaborar o reemplazar ciertas partes de la aeronave.

20 Anteriormente, se han utilizado giroscopios o procesos de contorno predictivo para medir relaciones entre las partes de una aeronave. Muchas medidas incluían sólo partes de contacto superficie a superficie. Muchos puntos de medida y de calibración pueden ser cubiertos y por tanto no ser nunca más accesibles una vez que una aeronave entra en servicio. Los documentos US 2010/0201972 A1 y US 2008/0271523 A1 dan a conocer un proceso tal que utiliza sistemas de medida acoplados a superficies exteriores de la aeronave para determinar la información de posición
25 referente a estas superficies, incluyendo dispositivos de seguimiento láser que reflejan haces láser hacia objetivos láser situados fuera de la aeronave y que reciben los haces reflectantes desde los objetivos láser para determinar las posiciones relativas de los dispositivos láser y de los objetivos láser. Por lo tanto, podría ser deseable tener métodos y dispositivos para la metrología de la aeronave que tengan en cuenta al menos algunos de los problemas discutidos anteriormente, así como otros problemas posibles.

30 Resumen

Los modos de realización ilustrativos proporcionan un método de puntos de referencia en una aeronave. El método incluye situar un primer dispositivo de medida próximo a una primera puerta de la aeronave. En método también incluye situar un segundo dispositivo de medida próximo a una segunda puerta de la aeronave. El método también incluye
35 determinar una posición del segundo dispositivo de medida con respecto a una posición del primer dispositivo de medida. De acuerdo con la invención, el método también incluye situar una primera pluralidad de dispositivos reflectores dentro de la aeronave próximos a la primera puerta. La primera pluralidad de dispositivos reflectores en una primera trayectoria óptica con el primer dispositivo de medida. El método también incluye situar una segunda pluralidad de dispositivos reflectores dentro de la aeronave próximos a la segunda puerta. La segunda pluralidad de dispositivos reflectores está en una segunda trayectoria óptica con el segundo dispositivo de medida. El método
40 también incluye medir primeras distancias desde el primer dispositivo de medida a la primera pluralidad de dispositivos reflectores. El método también incluye medir segundas distancias desde el segundo dispositivo de medida a la segunda pluralidad de dispositivos reflectores. Basándose en una posición determinada del segundo dispositivo de medida y además basándose en las primeras distancias y en las segundas distancias, el método también incluye determinar terceras distancias entre cada una de la primera pluralidad de dispositivos reflectores y cada una de la
45 segunda pluralidad de dispositivos reflectores. Las terceras distancias proporcionan una base de medida para una pluralidad de puntos en al menos uno de, un fuselaje y unas alas de la aeronave.

Los modos de realización ilustrativos también proporcionan un sistema de puntos de referencia en una aeronave. El sistema excluye la aeronave y un primer dispositivo de medida próximo a una primera puerta de la aeronave. El sistema también incluye un segundo dispositivo de medida próximo a una segunda puerta de una aeronave. De acuerdo con
50 la invención, el sistema también incluye una primera pluralidad de dispositivos reflectores situados dentro de la aeronave próximos a la primera puerta. La primera pluralidad de dispositivos reflectores está en una primera trayectoria óptica con el primer dispositivo de medida. El sistema también incluye una segunda pluralidad de dispositivos reflectores situados dentro de la aeronave próximos a la segunda puerta. La segunda pluralidad de dispositivos reflectores está en una segunda trayectoria óptica con el segundo dispositivo de medida. El primer dispositivo de
55 medida está adaptado para medir primeras distancias desde el primer dispositivo de medida hasta la primera pluralidad

- de dispositivos reflectores. El segundo dispositivo de medida está adaptado para medir segundas distancias desde el segundo dispositivo de medida hasta la segunda pluralidad de dispositivos reflectores. El sistema además comprende medios de determinación de terceras distancias para determinar, basándose en una posición predeterminada del segundo dispositivo de medida y además basándose en las primeras distancias y en la segundas distancias, terceras distancias entre cada una de la primera pluralidad de dispositivos reflectores y cada una de las segunda pluralidad de dispositivos reflectores. Las terceras distancias proporcionan una base de medida para una pluralidad de puntos en al menos uno de, un fuselaje y unas alas de la aeronave. La pluralidad de puntos puede incluir puntos asociados con luces de traca.
- 5 Las luces de traca son estructuras que sujetan a las luces de aterrizaje y de carreteo a las alas de la aeronave.
- 10 Los modos de realización ilustrativos también proporcionan un método de puntos de referencia en una aeronave. El método incluye determinar una base de medida para una primera pluralidad de puntos en un fuselaje de una aeronave, la base de medida comprende distancias determinadas entre cada una de la primera pluralidad de puntos y entre cada una de la primera pluralidad de puntos y un primer dispositivo de medida situado próximo a una primera puerta de la aeronave. El método también incluye proyectar al menos una primera luz desde el primer dispositivo de medida hasta
- 15 al menos un dispositivo reflector fijado a al menos una punta de al menos un ala fijada a la aeronave para determinar al menos una distancia desde el dispositivo de medida hasta al menos un dispositivo reflector. El método también incluye determinar, basándose en la al menos una distancia determinada y basándose en la base de medida, una idoneidad de posicionamiento de la al menos un ala en la aeronave.
- 20 Las características, funciones y beneficios pueden lograrse de forma independiente en varios modos de realización de la presente divulgación no pueden combinarse en otros modos de realizaciones más en los cuales se pueden apreciar detalles adicionales por referencia a la siguiente descripción y dibujos.
- La invención es definida en las reivindicaciones adjuntas.
- Breve descripción de los dibujos
- 25 Las nuevas características que se consideran características de los modos de realización ilustrativos se exponen en las reivindicaciones adjuntas. Los modos de realización ilustrativos, sin embargo, así como un modo preferido de uso, objetivos y características adicionales de los mismos, se entenderán mejor por referencia a la descripción detallada siguiente de un modo de realización ilustrativa de la presente divulgación cuando se lee junto con los dibujos adjuntos, en donde:
- 30 La figura 1 es una ilustración de un diagrama de bloques del sistema de referencia mejorado de una aeronave de acuerdo con un modo de realización ilustrativo;
- La figura 2 es un diagrama de flujo de un método de puntos de referencia en una aeronave de acuerdo con un modo de realización ilustrativo;
- La figura 3 es un diagrama de flujo de un método de puntos de referencia en una aeronave de acuerdo con un modo de realización ilustrativo;
- 35 La figura 4 es un diagrama de flujo de un método de fabricación de una aeronave comercial;
- La figura 5 es una ilustración de un sistema de referencia mejorado de una aeronave de acuerdo con un modo de realización ilustrativo;
- La figura 6a es una ilustración de un sistema de referencia mejorado de una aeronave de acuerdo con un modo de realización ilustrativo;
- 40 La figura 6b es un diagrama de un sistema de referencia mejorado de una aeronave de acuerdo con un modo de realización ilustrativo;
- La figura 7 es un diagrama de bloques de una aeronave comercial; y
- La figura 8 es una ilustración de un sistema de procesamiento de datos, de acuerdo con un modo de realización ilustrativo.
- 45 Descripción detallada
- Los modos de realización ilustrativos reconocen y tienen en cuenta las limitaciones de implementaciones anteriores. Se proporcionan métodos para fijar medidas precisas y repetibles de dimensiones totales de aviones a reacción comerciales. Se puede crear un sistema de referencia base para una aeronave particular que puede ser almacenado y basado en aplicaciones futuras...

- 5 Los modos de realización ilustrativos proporcionan al menos dos dispositivos de medida que están situados cerca del exterior de una aeronave, cada uno con una línea de visión óptica anclada a través de las puertas abiertas en la aeronave. Los dispositivos de medida se sincronizan unos con otros y generan luces láser u otras señales lineales hasta dispositivos reflectores situados dentro de la aeronave cerca de cada una de las puertas abiertas. En un modo de realización, los dispositivos reflectores están situados en referencias de plataforma de titanio que pueden estar fijadas de forma permanente a la aeronave.
- 10 Los dispositivos de medida, los cuales pueden ser dispositivos de seguimiento láser, dirigen las luces láser primero unos a otros para establecer sus posiciones relativas. En un modo de realización, cada dispositivo de medida entonces dirige las luces láser a los dispositivos reflectores cercanos a ellos dentro de la aeronave y utilizan estas luces de láser dirigidas para medir la distancia hasta los dispositivos reflectores.
- 15 Basándose en una distancia entre los dispositivos de medida y su posición relativa y las distancias desde cada uno de los dispositivos de medida a sus dispositivos reflectores próximos, se establece una base de medida. Las aplicaciones de metrología registran la posición relativa y las distancias y pueden desarrollar la base de medida. Dispositivos reflectores adicionales se pueden situar en las puntas de las alas y en varios otros puntos de las alas y el fuselaje de la aeronave. Luces láser adicionales son hasta los dispositivos reflectores adicionales y se calculan distancias y se suministran aplicaciones de metrología para suplementar adicionalmente la información de distancia asociada con dispositivos reflectores situados dentro de la aeronave.
- 20 La forma de la aeronave y el posicionamiento de las alas pueden cambiar a medida que se añaden componentes pesados y a medida que cambia el nivel de combustible. Por tanto, los cálculos realizados con datos generados por el sistema proporcionado pueden utilizarse para determinar la idoneidad de la disposición de las alas y otros componentes en la aeronave. Se pueden realizar observaciones adicionales durante la fabricación antes y después de que los componentes pesados, tales como motores y trenes de aterrizaje, sean instalados en la aeronave. Pueden producirse observaciones y análisis adicionales con varios niveles de combustible en la aeronave.
- 25 Los modos de realización ilustrativos proporcionan sistemas y métodos para una medida precisa irreplicable de dimensiones totales de un vehículo, particularmente una aeronave, y más particularmente reactores comerciales. Sin embargo, los modos de realización ilustrativos pueden aplicarse a cualquier vehículo que utilice puntos de medida seleccionados, utilizando técnicas similares a las descritas en el presente documento. Las medidas pueden promover la comparación de dimensiones de la aeronave completa actual con los requerimientos de ingeniería. Los puntos de referencia de medida establecidos mediante los modos de realización ilustrativos se convierten en características integradas de la aeronave completa y proporcionan un marco consistente de referencia para medir características críticas.
- 30 Varios datos generados a través del uso de modos de realización ilustrativos pueden ser utilizados para identificar y controlar procesos de fabricación y reducir de forma sistemática variaciones. Un resultado deseable puede ser una aeronave acabada que requiera menos compensación por variaciones de fabricación en donde la compensación incluye ajustes en la superficie de control de vuelo, calzos y masillas, y un aparejado repetido de las partes móviles. El rendimiento de la aeronave puede también beneficiarse habilitando una configuración de la aeronave que cumpla los requerimientos de diseño.
- 35 Los modos de realización ilustrativos pueden promover una eficiencia de combustible mejorada y proporcionar una prueba certificable de la forma de la aeronave individual. La calibración y configuración de las luces de traca y de las luces de aterrizaje puede hacerse más fácil. Se puede reducir el tiempo de calibración de la pantalla frontal y se puede mejorar la simetría de las alas. Los modos de realización ilustrativos pueden promover una mejora del tiempo y de la calidad para la incorporación de cambios a la aeronave y el mantenimiento cuando la aeronave está en tierra debido a que las posiciones de los componentes de la aeronave son más precisas.
- 40 Los modos de realización ilustrativos promueven la medida de la forma verdadera del ala, la simetría y el ángulo de incidencia, y del ángulo de diedro, que es un ángulo ascendente desde la horizontal de las alas de una aeronave de alas fijas. La aleta vertical real, la forma del estabilizador horizontal, y la relación de la sala se puede medir y registrar. Dichas medidas de áreas grandes pueden promover la detección de deformación de la aeronave o el desplazamiento de la forma y pueden promover la posibilidad de repetir la transformación de medida de la aeronave.
- 45 La atención se dirige ahora a las figuras. La figura 1 es una ilustración de un diagrama de bloques del sistema de referencia mejorado de una aeronave de acuerdo con un modo de realización ilustrativo. La figura 1 representa un sistema 100 que incluye una aeronave 102. La aeronave 102 en la figura 1 es mostrada como una aeronave a reacción comercial; sin embargo, los modos de realización ilustrativos pueden aplicarse a cualquier aeronave ya la mayoría de los vehículos en general. La aeronave 102 descrita con respecto a la figura 4 descrita con mayor detalle más abajo. El sistema 100 también incluye un dispositivo 104 de medida y un dispositivo 106 de medida que pueden ser dispositivos de seguimiento láser. El dispositivo 104 de medida y el dispositivo 106 de medida pueden dirigir luces láser el uno al otro para tomar medidas de la distancia entre ellos. Con la ayuda de cálculos de metrología, se pueden determinar posiciones relativas del dispositivo 104 de medida y del dispositivo 106 de medida uno con respecto al otro.
- 50
- 55

- Los modos de realización ilustrativos pueden variarse. Por ejemplo, aunque los modos de realización ilustrativos describan el uso de láseres, se pueden utilizar otros dispositivos ópticos, incluyendo dispositivos emisores de luz (LEDs) u otras fuentes de luz. En algunos modos de realización ilustrativos, se pueden tomar medidas acústicas de la distancia. Por tanto, los modos de realización ilustrativos no están limitados a láseres o reflectores ópticos. Cualquier referencia en el presente documento al uso de sistemas de medida de distancia basados en láser debería interpretarse como que es potencialmente un sistema de medida de distancia diferente.
- 5
- En un modo de realización, el dispositivo 104 de medida está dispuesto próximo a la puerta 108 de la aeronave 102. En un modo de realización, la puerta 108 es una puerta trasera de babor de la aeronave 102.
- 10
- En un modo de realización, el dispositivo 106 de medida está dispuesto próximo a una puerta 110 de la aeronave 102. En un modo de realización, la puerta 110 es una puerta delantera de babor de la aeronave 102.
- Tal y como se ha indicado, el dispositivo 104 de medida y el dispositivo 106 de medida pueden dirigir láseres, luces o haces uno hacia al otro para tomar medidas de la distancia entre el dispositivo 104 de medida y el dispositivo 106 de medida. Dichas luces láser entre el dispositivo 104 de medida y el dispositivo 106 de medida están representadas en la figura 1 mediante la luz 112 láser.
- 15
- El sistema 100 también incluye dispositivos 114 reflectores y dispositivos 116 reflectores. Los dispositivos 114 reflectores están situados dentro de la aeronave 102 cerca de la puerta 108 con líneas de visión óptica claras entre el dispositivo 104 de medida y cada uno de los dispositivos 114 reflectores. Los dispositivos 116 reflectores pueden estar situados dentro de la aeronave 102 cerca de la puerta 110 con líneas de visión óptica claras entre el dispositivo 106 de medida y los dispositivos 116 reflectores. Los dispositivos 114 reflectores y los dispositivos 116 reflectores pueden ser reflectores de bolla de utillaje.
- 20
- Los modos de realización ilustrativo reconocen y tienen en cuenta que tres de cada uno de los dispositivos 114 reflectores y de los dispositivos 116 reflectores pueden proporcionar resultados satisfactorios cuando se obtienen las medidas de las dimensiones de la aeronave. En diferentes modos de realización, se pueden desplegar más de o menos de tres de cada uno de los dispositivos 114 reflectores y de los dispositivos 116 reflectores.
- 25
- Cada uno de los dispositivos 114 reflectores y de los dispositivos 116 reflectores pueden estar situados en un ajuste de plataforma, tal como un ajuste 502 de plataforma mostrado la figura 5, descrito en detalle más abajo. Un ajuste de plataforma definido como un perno u otra sujeción que está instalado en el suelo de un vehículo, tal como el de la aeronave 102, y también instalado en un hueco por debajo o adyacente al suelo. Un ajuste de plataforma puede ser instalado durante la fabricación. Un ajuste de plataforma puede permanecer en su lugar a lo largo de la vida de la aeronave 102. Los ajustes de plataforma pueden estar situados por debajo de al menos una de las cocinas, armarios, y lavabos próximos a la puerta 108 o a la puerta 110 y pueden ser utilizados como montantes en los que se sitúan y fijan las cocinas, armarios y lavabos. Los ajustes de plataforma pueden ser pernos de titanio conformados de tal manera que los dispositivos 114 reflectores y los dispositivos 116 reflectores pueden estar situados, de forma segura, por encima de los ajustes de plataforma mientras que se están tomando varias medidas antes de la instalación de las cocinas, armarios y lavabos o durante el mantenimiento cuando son retirados las cocinas, armarios y lavabos.
- 30
- 35
- El sistema 100 también incluye luces 118 láser y luces 120 láser. Las luces 118 láser pueden ser luces láser dirigidas desde el dispositivo 104 de medida hasta los dispositivos 114 reflectores. Las luces 120 láser pueden ser luces láser dirigidas desde el dispositivo 106 de medida hasta los dispositivos 116 reflectores.
- 40
- Basándose en la dirección de las luces 118 láser desde el dispositivo 104 de medida a los dispositivos 114 reflectores, se pueden determinar primeras distancias. Basándose en la dirección de las luces 120 láser desde el dispositivo 106 de medida a los dispositivos 116 reflectores se pueden determinar segundas distancias.
- Tal y como se indica, los dispositivos 114 reflectores pueden incluir tres dispositivos reflectores, aunque pueden estar presentes más o menos. Tal y como se ha ilustrado, los dispositivos 114 reflectores están instalados en el suelo de la aeronave 102 próximos a la puerta 108 durante la fabricación de la aeronave 102. Las distancias iniciales entre estos objetos pueden ser conocidas. De forma similar, los dispositivos 116 reflectores pueden también incluir aproximadamente tres dispositivos reflectores. Además, los dispositivos 116 reflectores están instalados en el suelo de la aeronave 102 próximos a la puerta 110 durante la fabricación de la aeronave 102 y tienen una distancia inicial conocida. En algunas aeronaves comerciales actuales, la puerta 108 y la puerta 110 pueden estar a alrededor de 120 pies una de la otra.
- 45
- 50
- Las diferencias en las medidas de los componentes es posible que existan para cualquiera de las aeronaves, incluso entre aeronaves del mismo modelo y especificaciones idénticas, o prácticamente idénticas. Las distancias entre los componentes en la misma aeronave pueden cambiar a lo largo del tiempo, dependiendo del estado del combustible, el uso, y otros factores. Por al menos dichas razones, las distancias entre cada uno de los dispositivos 114 reflectores situados cerca de la puerta 108 en la parte posterior o trasera de la aeronave 102 y cada uno de los dispositivos 116 reflectores situados cerca de la puerta 110 en la sección delantera de la aeronave 102 puede que no sean conocidas
- 55

de forma precisa. Los modos de realización ilustrativos proporcionan un mecanismo para saber de forma precisa las distancias entre los componentes de una aeronave en cualquier momento conveniente.

5 El sistema 100 puede también incluir un ordenador 138 que puede ser un ordenador de propósito general. Los ordenadores de propósito general son descritos con respecto a la figura 6, descrita con mayor detalle más abajo. El sistema 100 también incluye una aplicación 140 de metrología que se ejecuta al menos parcialmente en el ordenador 138 y realiza cálculos generados por los componentes del sistema 100.

10 Las medidas de la distancia entre el dispositivo 104 de medida y el dispositivo 106 de medida pueden ser tomadas mediante al menos una proyección de luz 112 láser. La luz 112 láser puede ser utilizada para establecer la posición del dispositivo 106 de medida con respecto al dispositivo 104 de medida. Dicha posición puede ser proporcionada a la aplicación 140 de metrología y puede ser utilizada como una base para medidas adicionales.

15 Tal y como se ha indicado, las primeras distancias pueden ser determinadas basándose en la dirección de las luces 118 láser desde el dispositivo 104 de medida hasta los dispositivos 114 reflectores. Además, las segundas distancias pueden ser determinadas basándose en la dirección de las luces 120 láser desde el dispositivo 106 de medida hasta los dispositivos 116 reflectores. Las primeras distancias y las segundas distancias pueden ser proporcionadas a la aplicación 140 de metrología. En un modo de realización, las primeras distancias y las segundas distancias pueden ser determinadas varias veces con resultados proporcionados a la aplicación 140 de metrología.

20 La aplicación 140 de metrología puede ser utilizada para procesar la información de posicionamiento con respecto al dispositivo 104 de medida y el dispositivo 106 de medida que describe posiciones del dispositivo 104 de medida y del dispositivo 106 de medida uno con respecto al otro. Esta información de la posición puede formar la base para numerosos cálculos mediante la aplicación 140 de metrología. La aplicación 140 de metrología entonces puede ser utilizada para procesar información de posicionamiento asociada a la luz 112 láser con primeras distancias y segundas distancias determinadas previamente.

25 Basándose en este procesamiento, se pueden determinar las distancias entre cada uno de los dispositivos 114 reflectores y de los dispositivos 116 reflectores. Basándose en estas distancias determinadas mediante la aplicación 140 de metrología, la información de posicionamiento entre el dispositivo 104 de medida y el dispositivo 106 de medida, y la primera y segunda distancias, el sistema 100 puede crear un sistema de referencia. Este sistema de referencia puede ser utilizado para establecer distancias entre cada uno de los dispositivos 114 reflectores, y de los dispositivos 116 reflectores, y otros puntos en una aeronave 102. Otros puntos pueden incluir las puntas de las alas y otras posiciones sobre el fuselaje y las alas. Debido a que el posicionamiento de la referencia de plataforma tiene lugar cuando se fabrica y puede que no cambie, el sistema de referencia basado en los cálculos realizados mediante la aplicación 140 de metrología pueden ser fiables para determinar las distancias entre los numerosos puntos sobre la aeronave 102 y para desarrollar una vista global comprensiva y una forma y tamaño exactos de la aeronave 102.

35 El sistema 100 también incluye un dispositivo 122 reflector y un dispositivo 124 reflector situados en el ala izquierda o de babor y en el ala derecha o de estribor, respectivamente, de la aeronave 102. El dispositivo 122 reflector y el dispositivo 124 reflector pueden ser reflectores de bolla de utillaje y pueden ser similares o idénticos a los dispositivos 114 reflectores y a los dispositivos 116 reflectores. Se pueden utilizar otros tipos de reflectores en otros modos de realización ilustrativos. El dispositivo 122 reflector y el dispositivo 124 reflector puede que no estén situados en una referencia de plataforma y pueden estar fijados al ala de babor o al ala de estribor respectivamente. Una vez que se han situado y se ha determinado la distancia de los dispositivos 114 reflectores y los dispositivos 116 reflectores uno con respecto al otro y con respecto a cada dispositivo 104 de medida y cada dispositivo 106 de medida mediante la aplicación 140 de metrología tal y como se describió anteriormente, se pueden determinar las distancias y posicionamiento de estos componentes con respecto al dispositivo 122 reflector y al dispositivo 124 reflector situados en las alas.

45 El sistema 100 también incluye un dispositivo 126 de medida y un dispositivo 128 de medida situados próximos a la aeronave 102. El dispositivo 126 de medida puede estar situado próximo al lado trasero de estribor de la aeronave 102. El dispositivo 128 de medida puede estar situado próximo al lado trasero de estribor de la aeronave 102. El dispositivo 126 de medida y el dispositivo 128 de medida están situados uno con respecto al otro de una manera similar a la posición relativa del dispositivo 104 de medida y del dispositivo 106 de medida a babor de la aeronave 102. El dispositivo 126 de medida y el dispositivo 128 de medida pueden proyectar luces 142 láser uno al otro en cualquier dirección. El sistema 100 por tanto hace que la aeronave 102 tenga cuatro dispositivos de medida en un patrón rectangular con líneas ópticas claras tal y como se representa en la figura 1. Se pueden utilizar otros patrones de forma, ya que pueden estar presentes más o menos láseres y dispositivos de medida.

55 El sistema 100 también incluye una puerta 130 de aeronave 102 próxima al dispositivo 126 de medida en el lado trasero de estribor de la aeronave 102. El sistema 100 también incluye una puerta 132 de la aeronave 102 próxima al dispositivo 128 de medida en el lado delantero de estribor de la aeronave 102.

Cuando cada una de, la puerta 108 y la puerta 130 están abiertas el dispositivo 104 de medida puede tener líneas de visión sin obstrucción, claras, hacia tanto el dispositivo 126 de medida como el dispositivo 124 reflector en él a la de

estribor así como a los dispositivos 114 reflectores tal y como se discutió anteriormente. Por el contrario, cuando cada una de, la puerta 108 y la puerta 130 está abierta, el dispositivo 126 de medida puede tener líneas de visión sin obstrucción, claras, hacia tanto el dispositivo 104 de medida como el dispositivo 122 reflector en el ala a babor. El sistema 100 también incluye una luz 134 láser entre el dispositivo 104 de medida y el dispositivo 126 de medida que puede ser proyectada en una o en ambas direcciones cuando la puerta 108 y la puerta 130 están abiertas.

Similar a lo anterior, cuando cada una de, la puerta 110 y la puerta 132 está abierta, el dispositivo 106 de medida y el dispositivo 128 de medida pueden "verse" uno al otro y proyectar luces láser en cualquier dirección o entre sí en ambas direcciones. El sistema 100 además puede incluir una luz 136 de láser que puede ser proyectada en cualquiera o en ambas direcciones entre el dispositivo 106 de medida y el dispositivo 128 de medida.

Cuando cada uno de, el dispositivo 104 de medida, el dispositivo 106 de medida, el dispositivo 126 de medida y el dispositivo 128 de medida proyectan su respectiva luz 112 láser, las luces 118 láser, las luces 120 láser, la luz 134 láser, la luz 136 láser, y la luz 142 láser para medir distancias entre los componentes, tal y como se describió anteriormente, y proporciona la información de distancia a la aplicación 140 de metrología para los cálculos, el sistema de referencia se hace más comprensivo. Las medidas repetidas pueden realizarse para mejorar posiblemente la precisión.

En la figura 1, la puerta 108, la puerta 110, la puerta 130, y la puerta 132 pueden que no estén dibujadas a escala de otros componentes de la aeronave 102. En la figura 1, la puerta 108, la puerta 110, la puerta 130, y la puerta 132 son representadas más grandes que la escala por propósitos ilustrativos.

Tal y como se ha indicado, el dispositivo 104 de medida tiene una línea de visión óptica clara al dispositivo 124 reflector en la punta del ala de estribor, primero a través de la puerta 108 y después a través de la puerta 130. Por el contrario, el dispositivo 126 de medida tiene una línea de visión óptica clara al dispositivo 122 reflector en la punta del ala a babor, primero a través de la puerta 130 y después a través de la puerta 108. Basándose en estas líneas de visión ópticas claras, se pueden proyectar luces láser adicionales. Se puede calcular la distancia entre el dispositivo 104 de medida y el dispositivo 124 reflector. Se puede calcular la distancia entre el dispositivo 126 de medida y el dispositivo 122 reflector. Estas dos medidas de distancia adicionales pueden ser suministradas a la aplicación 140 de metrología que integra estas dos medidas adicionales en el sistema de referencia. El sistema de referencia en este punto o bien ha calculado o puede calcular distancias entre cualquiera de los dispositivos 114 reflectores, los dispositivos 116 reflectores, el dispositivo 122 reflector y el dispositivo 124 reflector así como cualquiera de estos componentes y cualquiera o todos de, el dispositivo 104 de medida, el dispositivo 106 de medida, el dispositivo 126 de medida y el dispositivo 128 de medida.

Las mediciones descritas en el presente documento pueden tomarse repetidamente y pueden ser suministradas a la aplicación 140 de metrología para una posibilidad de repetición confirmada. Aunque la disposición del dispositivo 104 de medida, el dispositivo 106 de medida, el dispositivo 126 de medida, y el dispositivo 128 de medida próximos a la aeronave 102 puede ser temporal y realizarse mientras la aeronave está experimentando la fabricación, las medidas tomadas entre cada uno de los dispositivos 114 reflectores, los dispositivos 116 reflectores, el dispositivo 122 reflector y el dispositivo 124 reflector pueden ser registradas y confirmadas en momentos posteriores después de la fabricación.

En un modo de realización, se pueden situar dispositivos reflectores adicionales en otras posiciones de la aeronave 102 y se pueden tomar medidas de distancia a partir de un dispositivo 104 de medida, un dispositivo 106 de medida, un dispositivo 126 de medida y un dispositivo 128 de medida apropiados. Por ejemplo, los dispositivos reflectores pueden estar situados en la posición de una luz 144 de traca y una luz 146 de traca cercana a los puntos delanteros en los que cada ala se fija al fuselaje de la aeronave 102. También, se puede situar dispositivos reflectores en el objetivo 148 del borde de ataque y en el objetivo 150 del borde de fuga a lo largo de bordes de fuga o posterior de las alas. Aunque el objetivo 148 del borde de fuga y el objetivo 150 del borde de fuga son representados en la figura 1, como que están próximos al fuselaje, el objetivo 148 del borde de fuga y el objetivo 150 del borde de fuga pueden estar más alejados del fuselaje a lo largo de los bordes de fuga de sus alas y más próximos a las puntas de las alas.

El sistema 100 también puede incluir un dispositivo 152 reflector y un dispositivo 154 reflector fijado a la sección de cola de la aeronave 102. Cualquiera de, el dispositivo 104 de medida, el dispositivo 106 de medida, el dispositivo 126 de medida, y el dispositivo 128 de medida con una línea de visión óptica sin obstrucción puede dirigir las luces láser hasta al menos uno de, el dispositivo 152 reflector y del dispositivo 154 reflector y proporcionar una información de distancia a la aplicación 140 de metrología para el procesamiento tal y como se ha descrito en el presente documento.

Una variación menor de la disposición de un ala en un fuselaje puede provocar que una punta del ala esté a una distancia significativa de su posición deseada. Por ejemplo, un error de posición del ala de un 5/1000 en el fuselaje podría resultar en que la punta del ala varié varias pulgadas desde un punto en el que debería estar. El sistema 100 favorece la medida del posicionamiento de las alas durante la fabricación de manera que ambas alas puedan situarse con una precisión significativa en el fuselaje y puedan ser simétricas entre sí.

Las dimensiones físicas de la aeronave 102 pueden ser medidas de forma repetida utilizando el sistema 100 durante y después de la fabricación. Las dimensiones de la aeronave 102 pueden cambiar en varias etapas de la fabricación

5 y a partir de ahí a medida que se añaden componentes y cambia el peso de la aeronave. Por ejemplo, cuando se instalan componentes pesados tales como motores y trenes de aterrizaje en la aeronave 102 durante la fabricación se cambia la forma de la aeronave 102, incluso si dichos cambios no son visibles a simple vista. Las medidas que utilizan las técnicas descritas anteriormente pueden tomarse antes y después de que los componentes se fijen a la aeronave 102 y se pueden realizar determinaciones sobre la idoneidad de la instalación basándose en las medidas.

10 Adicionalmente, la forma de la aeronave 102 que incluye el posicionamiento de las alas puede cambiar dependiendo del nivel de combustible de la aeronave 102. Las medidas descritas anteriormente se pueden tomar en varios niveles de combustible. Cambiando la forma y el posicionamiento del ala de la aeronave 102 y se puede observar el posicionamiento de las alas con información suministrada a la aplicación 140 de metrología para nuevos cálculos y comparaciones con cálculos y medidas anteriores.

15 Algoritmos y otras herramientas cuantitativas desarrolladas para analizar dimensiones de una aeronave en varios niveles de combustible pueden ser utilizados en conjunción con determinaciones realizadas al menos mediante la aplicación 140 de metrología que realiza operaciones sobre datos generados por sistemas y métodos proporcionados en el presente documento. Algunos algoritmos pueden, por ejemplo, procesar los datos de medida que describen dimensiones de la aeronave 102 determinados utilizando un sistema de coordenadas espacial en x, y y z en varios niveles de combustible. Dichos sistemas de coordenadas pueden, por ejemplo, expresar posiciones horizontales de un punto como una coordenada z. El dispositivo 122 reflector y el dispositivo 124 reflector en las puntas de las alas y los dispositivos 144 reflectores y el dispositivo 146 reflector situado en o cerca de la luz 144 de traca y de la luz 146 de traca en las alas pueden tener valores de coordenadas x, y y z variables debido a los cambios en el nivel de combustible debido al posicionamiento de las alas asociado con el peso de combustible.

20 Dichos algoritmos pueden sugerir unos valores x, y y z óptimos o posiciones de ala en varios niveles de combustible. Se pueden utilizar gatos aplicados a las alas para simular los distintos niveles de combustible durante el ensayo para ayudar en los cálculos de flexión por el combustible en la forma del ala.

25 Los algoritmos que utilizan dichos sistemas de coordenadas que realizan los cálculos de flexión de combustible en la forma del ala pueden proporcionar información a la aplicación 140 de metrología. La aplicación 140 de metrología puede utilizar dicha información junto con datos generados por sistemas y métodos proporcionados en el presente documento para generar datos mejorados y ayudar a una toma de decisiones más informada.

30 La figura 2 es un diagrama de flujo de un método de puntos de referencia en una aeronave de acuerdo con un modo de realización ilustrativo. El método 200 mostrado en la figura 2 puede ser utilizado para implementar el sistema 100 de la figura 1. El proceso mostrado en la figura 2 puede ser una variación de las técnicas descritas en la figura 1, la figura 3, la figura 5 y la figura 6 descritas con más detalle más abajo.

35 El método 200 puede comenzar con un primer dispositivo de medida siendo situado próximo a una primera puerta de una aeronave (operación 202). La disposición se puede realizar fijando manualmente el primer dispositivo de medida o utilizando un robot para fijar el primer dispositivo de medida. La disposición puede realizarse a través del uso de un ajuste de plataforma, tal y como se describió anteriormente.

40 A continuación, se puede situar un segundo dispositivo de medida próximo a una segunda puerta de la aeronave (operación 204). De nuevo, la disposición se puede realizar fijando manualmente el primer dispositivo de medida o utilizando un robot para fijar el primer dispositivo de medida. La disposición se puede realizar a través del uso de un ajuste de plataforma, tal y como se describió anteriormente. A continuación, un procesador, otro dispositivo, una aplicación de metrología u otro software pueden determinar una primera posición del segundo dispositivo de medida con respecto a una segunda posición del primer dispositivo de medida (operación 206).

45 Al mismo tiempo, o quizás incluso antes de determinar la primera posición, una primera pluralidad de dispositivos reflectores se puede situar dentro de la aeronave próxima a la primera puerta en donde la primera pluralidad de dispositivos reflectores están en una primera trayectoria óptica con el primer dispositivo de medida (operación 208). Del mismo modo de forma simultánea, o quizás antes de determinar la primera posición, se puede situar una segunda pluralidad de dispositivos reflectores dentro de la aeronave próximos a una segunda puerta, en donde la segunda pluralidad de dispositivos reflectores están en una segunda trayectoria óptica con el segundo dispositivo de medida (operación 210). De nuevo, para ambas operaciones 208 y 210, la disposición se puede realizar fijando de forma manual el primer dispositivo de medida o utilizando un robot para fijar el primer dispositivo de medida. El posicionamiento puede realizarse a través del uso de un ajuste de plataforma a tal y como se describió anteriormente.

50 Un procesador, otro dispositivo, una aplicación de metrología, u otro software pueden medir primeras distancias desde el primer dispositivo de medida a la primera pluralidad de dispositivos reflectores (operación 212). Esta medida puede, en algunos casos, tener lugar de forma simultánea con o antes de determinar la primera posición en la operación 206, especialmente si las operaciones 208 y 210 son realizadas antes que las operaciones 202 y 204.

55 Un procesador, otro dispositivo, una aplicación de metrología, u otro software pueden medir segundas distancias desde el segundo dispositivo de medida a la segunda pluralidad de dispositivos reflectores (operación 214). Esta

operación (operación 214) puede realizarse de forma simultánea con la operación 212, o en algunos casos puede realizarse antes de la operación 212.

5 Finalmente, basándose en una posición determinada del segundo dispositivo de medida y además basándose en las primeras distancias y en las segundas distancias, el procesador, otro dispositivo, una aplicación de metrología, u otro software pueden determinar terceras distancias entre cada una de la primera pluralidad de dispositivos reflectores y cada una de la segunda pluralidad de dispositivo reflectores, en donde las terceras distancias proporcionan una base de medida para una pluralidad de puntos en al menos uno de, un fuselaje y unas alas de la aeronave (operación 216). El método 200 puede terminar posteriormente.

10 La segunda posición del segundo dispositivo de medida con respecto a la primera posición del primer dispositivo de medida puede determinarse mediante medidas de las luces proyectadas entre el segundo dispositivo de medida y el primer dispositivo de medida. Las medidas pueden procesarse mediante el software de metrología. Las primeras distancias y las segundas distancias pueden medirse utilizando luces proyectadas desde el primer dispositivo de medida hasta la primera pluralidad de dispositivos reflectores y las luces proyectadas desde el segundo dispositivo de medida hasta la segunda pluralidad de dispositivo reflectores. La primera puerta puede ser trasera a babor de la aeronave y la segunda puerta puede ser delantera a babor de la aeronave, aunque esta disposición puede invertirse. Los dispositivos reflectores pueden ser reflectores de bola de utillaje, o pueden ser otros tipos de reflectores. Los dispositivos reflectores pueden fijarse a ajustes de plataforma fijados a una superficie de cubierta de un área de pasajeros primaria de la aeronave. En un modo de realización, la primera pluralidad de dispositivos reflectores y la segunda pluralidad de dispositivo reflectores cada una comprende esferas de acero, en donde las luces láser comprenden un sistema de radar láser. Sin embargo, se pueden utilizar otros materiales para los dispositivos reflectores y se pueden utilizar otros sistemas de metrología basados en luces.

15 En un modo de realización ilustrativo específico, el segundo dispositivo de medida puede ser un dispositivo 106 de medida y el primer dispositivo de medida puede ser un dispositivo 104 de medida del sistema 100. En el método 200, los segundos dispositivos reflectores pueden ser dispositivos 116 reflectores y los primeros dispositivos reflectores pueden ser los dispositivos 114 reflectores del sistema 100. En el método 200, el software de metrología puede ser la aplicación 140 de metrología del sistema 100. En el método 200, las luces proyectadas desde el primer dispositivo de medida pueden ser luces 118 láser y las luces proyectadas desde el segundo dispositivo de medida pueden ser luces 120 láser del sistema 100. En el método 200, los ajustes de plataforma puede ser un ajuste 502 de plataforma, un ajuste 504 de plataforma y un ajuste 506 y de plataforma representados en la figura 5 descrita con más detalle más abajo.

20 La figura 3 es un diagrama de flujo de un método de puntos de referencia en una aeronave, de acuerdo con un modo de realización ilustrativo. El método 300 mostrado en la figura 3 puede ser implementado utilizando el sistema 100 de la figura 1. El proceso mostrado en la figura 3 puede ser implementado mediante un procesador tal como la unidad 804 procesadora de la figura 8 descrita con más detalle más abajo. El proceso mostrado en la figura 3 puede ser una variación de las técnicas descritas en la figura 1, la figura 2, y la figura 5 y la figura 6 descritas con más detalle más abajo.

25 El método 300 puede comenzar como un procesador, otro dispositivo, una aplicación de metrología u otro software pueden determinar una base de medida para una primera pluralidad de puntos en un fuselaje de una aeronave, la base de medida que comprende distancias determinadas entre cada una de la primera pluralidad de puntos y entre cada una de la primera pluralidad de puntos y un primer dispositivo de medida situado próximo a una primera puerta de la aeronave (operación 302). A continuación, un láser, un diodo emisor de luz, u otra fuente de luz puede proyectar al menos una primera luz desde el primer dispositivo de medida hasta al menos un dispositivo reflector fijado a al menos una punta de al menos un ala fijada a la aeronave para determinar al menos una distancia desde el dispositivo de medida hasta el al menos un dispositivo reflector (operación 304).

30 A continuación, el procesador, otro dispositivo, la aplicación de metrología, u otro software pueden determinar, basándose en las menos una distancia determinada y basándose en la base de medida, una idoneidad de posicionamiento del al menos un ala de la aeronave (operación 306). El método 300 puede terminar posteriormente.

35 El método 300 puede ser variado. Por ejemplo, las distancias de cada una de la primera pluralidad de puntos entre cada primera pluralidad de puntos y el dispositivo de medida pueden determinarse proyectando segundas luces desde el primer dispositivo de medida hasta los segundos dispositivos reflectores situados en cada una de la pluralidad de puntos. El software metrología puede ser utilizado para procesar las distancias determinadas para determinar la base de medida y para determinar la adecuación del posicionamiento del al menos un ala.

40 En otro modo de realización ilustrativo, se pueden proyectar terceras luces hasta terceros dispositivo reflectores fijados a una sección de cola de la aeronave para determinar la idoneidad de la posición de la sección de cola en la aeronave. Se pueden proyectar cuartas luces desde una pluralidad de dispositivos de medida próximos a la aeronave hasta el al menos un dispositivo reflector fijado a la al menos una punta del al menos un ala y a los terceros dispositivos reflectores fijados por la sección de cola de la aeronave. Las medidas asociadas con las cuartas luces proyectadas pueden ser

procesadas mediante el software de metrología para ayudar a determinaciones adicionales referentes a la idoneidad del posicionamiento del al menos un ala y de la sección de cola.

5 En otro modo de realización ilustrativo más, la primera pluralidad de puntos pueden ser posiciones de dispositivos 114 reflectores y de dispositivos 116 reflectores del sistema 100. El primer dispositivo de medida puede ser el dispositivo 106 de medida del sistema 100. Las segundas luces pueden ser las luces 120 láser del sistema 100. Los segundos dispositivos reflectores pueden ser dispositivos 116 reflectores del sistema 100. El software de metrología puede ser la aplicación 140 de metrología del sistema 100. Las terceras luces no tienen un componente equivalente representado en la figura 1, pero pueden ser luces láser proyectadas desde cualquier dispositivo de medida a cualquiera de, el dispositivo 152 reflector y el dispositivo 154 reflector del sistema 100 donde está disponible una línea de visión óptica clara. Del mismo modo, las cuartas luces no tienen un componente equivalente representado en la figura 1, pero pueden ser luces láser proyectadas desde cualquier dispositivo de medida a cualquiera de, el dispositivo 122 reflector o el dispositivo 124 reflector del sistema 100 donde está disponible una línea de visión óptica clara.

15 Estas configuraciones anteriores también contemplan un método de puntos de referencia en una aeronave, que incluye determinar una base de medida para una primera pluralidad de puntos en un fuselaje de la aeronave, la base de medida que comprende distancias determinadas entre cada una de la primera pluralidad de puntos y entre cada primera pluralidad de puntos y un primer dispositivo de medida situado próximo a una primera puerta de la aeronave. Esta disposición también proyecta al menos una primera luz desde el primer dispositivo de medida hasta al menos un dispositivo reflector fijado a al menos una punta de al menos un ala fijada a la aeronave para determinar al menos una distancia desde el dispositivo de medida hasta el al menos un dispositivo reflector. De aquí en adelante, el método determina, basándose en la al menos una distancia determinada y basándose en la base de medida, una idoneidad de posicionamiento del al menos un ala en la aeronave.

20 Esta disposición puede adaptarse adicionalmente, en donde las distancias entre cada una de la primera pluralidad de puntos y entre cada primera pluralidad de puntos y el primer dispositivo de medida son determinados proyectando segundas luces desde el primer dispositivo de medida hasta los segundos dispositivos reflectores situados en cada una de la primera pluralidad de puntos. El software de metrología de las variaciones anteriores es utilizado para procesar las distancias determinadas para determinar la base de medida y para determinar la idoneidad de posicionamiento del al menos un ala.

25 Estos métodos son también adaptados para proyectar terceras luces hasta terceros dispositivos reflectores fijados a una sección de cola de la aeronave para determinar una idoneidad de posicionamiento de la sección de cola de la aeronave. Los métodos pueden después proyectar cuartas luces desde una pluralidad de dispositivos de medida próximos a la aeronave hasta al menos un dispositivo reflector fijado a la al menos una punta del al menos un ala y para dispositivos reflectores fijados a la sección de cola de la aeronave. Las medidas asociadas con las cuartas luces proyectadas son procesadas mediante el software de metrología para ayudar a determinaciones adicionales referentes a la idoneidad de posicionamiento del al menos un ala y a la sección de cola.

30 En un modo de realización, los dispositivos de medida puede que no sean reflectores de bola de utillaje y en su lugar puede que sean esferas de acero pequeñas situadas en referencias de plataforma, o pueden ser otros reflectores ópticos. En un modo de realización ilustrativo, el dispositivo de medida puede proyectar fotones de radiofrecuencia en las esferas de acero en lugar de luces láser, en cuyo caso se puede utilizar un radar para determinar distancias. Los cálculos y determinaciones realizadas por la aplicación 140 de metrología pueden ser utilizados por un software de gestión del ciclo de vida del producto (PLM) para mejorar la gestión del ciclo de vida de la fabricación y el mantenimiento de la aeronave.

35 La figura 4 es un diagrama de flujo de un método de fabricación de una aeronave comercial, por ejemplo, la aeronave 102 de la figura 1. Con referencia la figura 4 y a la figura 7, los modos de realización ilustrativos suelen ser descritos en el contexto de una fabricación de una aeronave y de un método 400 de servicio tal y como el mostrado en la figura 4 y la aeronave 700 tal y como la mostrada en la figura 7 descritos con más detalle más abajo. Por ejemplo, aunque no se ha representado en la figura 4 o se ha proporcionado de forma explícita como una etapa de la fabricación de la aeronave y el método 400 de servicio, la verificación de la instalación deseada de las salas en la aeronave 700 puede implicar los sistemas y los métodos metrológicos descritos en el presente documento.

40 Durante la preproducción, el método 400 de fabricación y servicio puede incluir especificación del diseño 402 de la aeronave 700 y la adquisición 404 de material. Durante la producción, se produce la fabricación 406 de componente y de subconjunto y del sistema 408 integración de la aeronave 700. A partir de entonces, la aeronave 700 puede pasar a través de la certificación y la entrega 410 con el fin de ponerse en servicio 412. Durante cualquiera de las operaciones 406, 408 o 410, los dispositivos de metrología descritos con respecto a la figura 1 y los métodos de metrología descritos con respecto a la figura 2 y a la figura 3 pueden ser utilizados para verificar la fabricación integración de la aeronave de componentes de la aeronave, o pueden ser utilizados como parte de la certificación de la aeronave.

55 Mientras está en servicio por un cliente, la aeronave 700 puede programarse para el mantenimiento y el servicio 414. El mantenimiento y el servicio pueden incluir la modificación, reconfiguración, restauración, y otras actuaciones tomadas con respecto a la aeronave. Durante dicho mantenimiento los dispositivos de metrología descritos con

respecto a la figura 1 y los métodos de metrología descritos con respecto a la figura 2 y a la figura 3 pueden utilizarse como parte de la realización de mantenimiento o para la verificación de que el mantenimiento fue realizado de una manera deseada.

5 Cada uno de los procesos del método 400 de fabricación y de servicio puede realizarse o llevarse a cabo mediante un sistema integrador, una tercera parte, y/o un operador (por ejemplo, un cliente). Para los propósitos de esta descripción, un sistema integrador puede incluir sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas de los sistemas principales; una tercera parte puede incluir sin limitación, cualquier número de vendedores, subcontratistas y proveedores; y el operador puede ser una línea aérea, una compañía de leasing, una entidad militar, una organización de servicio, etc.

10 La figura 5 es un diagrama de parte de un sistema de referencia mejorado de una aeronave de acuerdo con un modo de realización ilustrativo. La figura 5 representa un sistema 500 que incluye un ajuste 502 de plataforma, un ajuste 504 de plataforma, y un ajuste 506 de plataforma fijados al suelo de la aeronave 102 del sistema 100. En un modo de realización, los dispositivos 114 reflectores y los dispositivos 116 reflectores podrían situarse en la parte superior del ajuste 502 de plataforma, el ajuste 504 de plataforma, y el ajuste 506 de plataforma para utilizarse con componentes del sistema 100, tal y como se describió anteriormente.

15 En un modo de realización, el sistema 500 puede estar o bien en el área delantera o en el área trasera de la aeronave 102. La figura 5 también representa una cocina 508 que no está instalada en la figura 5 pero que puede ser extendida sobre el ajuste 502 de plataforma, el ajuste 504 de plataforma y el ajuste 506 de plataforma y fijada en los mismos utilizando al menos uno de, el perno 510 y el perno 512. La cocina 508 puede ser de forma alternativa un lavabo, un armario, o cualquier otra característica interior de la aeronave.

20 La figura 6a es un diagrama de un sistema de referencia mejorado de una aeronave de acuerdo con un modo de realización ilustrativo. La figura 6b es un diagrama de un sistema de referencia mejorado de una aeronave de acuerdo con un modo de realización ilustrativo. Juntas, la figura 6a y la figura 6b representan un sistema 600. La figura 6a proporciona una vista extrema del ala de la aeronave 102 del sistema 100 desde el lado de estribor de la aeronave 102. La figura 6b proporciona una vista desde arriba de la misma ala. El sistema 600 incluye un dispositivo 602 reflector que corresponde al dispositivo 124 reflector del sistema 100. El sistema 600 también incluye un dispositivo 604 de medida que puede corresponder a uno de, el dispositivo 104 de medida, el dispositivo 126 de medida, y el dispositivo 128 de medida.

25 El sistema 600 también incluye un dispositivo 606 reflector que está situado en la sección media de la superficie del ala. Aunque el dispositivo 606 reflector no se corresponda con cualquiera de los dispositivos reflectores previstos en el sistema 100, en un modo de realización, el sistema 100 incluye al menos un dispositivo reflector situado en la sección media del ala de una manera similar al sistema 600 tal y como se ha mostrado.

30 El dispositivo 606 reflector de representado en dos vistas tal y como se ilustra en la figura 6a y la figura 6b. En la figura 6b se proporciona una vista desde arriba mirando hacia abajo sobre la superficie superior del ala, el dispositivo 606 y reflector es representado estando situado en una línea de remaches 608 u otros objetos fijados a la superficie superior del ala. En la figura 6a, en la que se proporciona una vista lateral mirada desde el extremo del ala en oposición a la vista desde arriba del ala proporcionada por la figura 6b, el dispositivo 606 reflector es representado situado en una superficie superior del ala con el dispositivo 602 reflector en el borde de fuga del ala. La figura 6a y la figura 6b, efectivamente, proporcionan vistas que están giradas 90 grados una con respecto a la otra.

35 El dispositivo 604 de medida puede proyectar una luz láser, o cualquier otra forma de luz, tal como se ha descrito con respecto al sistema 100 de la figura 1, el método 200 de la figura 2 y el método 300 de la figura 3, para tanto el dispositivo 602 reflector como el dispositivo 606 reflector, o bien separadamente o de forma simultánea. Las distancias entre el dispositivo 604 de medida y el dispositivo 602 reflector y el dispositivo 606 reflector pueden calcularse y proporcionarse a una aplicación de metrología, tal como la aplicación 140 de metrología de la figura 1, para los cálculos de distancias. Dichos cálculos pueden combinarse con otros cálculos y utilizarse para realizar determinaciones con respecto a las dimensiones y forma de la aeronave 102 y la disposición de las alas y otros componentes de la aeronave tal y como se describió anteriormente.

40 El sistema 600 también puede incluir una bisagra 610 uno cero que conecta una porción principal del ala con una aleta o alerón del ala. En un modo de realización, el dispositivo 606 reflector puede ser utilizado de una manera similar a la descrita en el presente documento con la luz 144 de traca del sistema 100 en conjunción con el dispositivo 604 de medida.

45 La figura 7 es un diagrama de bloques de una aeronave comercial. Tal y como se muestra en la figura 7, la aeronave 700 producida mediante el método 400 de fabricación y servicio puede incluir una estructura 718 con una pluralidad de sistema 720 y un interior 702. Ejemplos de sistemas 720 de alto nivel incluyen uno o más de, un sistema 724 de propulsión, un sistema 726 eléctrico, un sistema 728 hidráulico, y un sistema 730 medioambiental. Cualquier número de otros sistemas se puede incluir. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial los principios de la invención pueden aplicarse a otras industrias, tal como la industria del automóvil.

- Los dispositivos y métodos descritos en el presente documento pueden emplearse durante cualquiera o más de las etapas del método 400 de producción y servicio de una aeronave 700. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondiente al proceso de producción pueden fabricarse o elaborarse de una manera similar a los componentes o subconjuntos producidos cuando la aeronave 700 está en servicio 412. También, uno o más modos de realización de dispositivo, modos de realización de método o una combinación de los mismos se pueden utilizar durante la fabricación 406 de componente y subconjunto y un sistema 408 de integración, por ejemplo, agilizando el montaje de, o reduciendo el coste de, la aeronave 700. De forma similar, uno o más modos de realización de dispositivo, modos de realización de método, o una combinación de los mismos se pueden utilizar cuando la aeronave 700 está en servicio 412, por ejemplo y si limitación, para el mantenimiento y servicio 414.
- 5 La figura 8 es una ilustración del sistema de procesamiento de datos, de acuerdo con un modo de realización ilustrativo. El sistema 800 de procesamiento de datos puede ejecutar alguna de las operaciones del método 200 de la figura 2 y del método 300 de la figura 3. El sistema 800 de procesamiento de datos en la figura 8 puede por ejemplo ser un ordenador 138, en el cual se pueden ejecutar la aplicación 140 de metrología y otras aplicaciones. El ordenador 138 y la aplicación 140 de metrología pueden ser parte del sistema 100 de la figura 1. Un dispositivo de almacenamiento, tal como una memoria 806, un almacenamiento 808 persistente, o unos medios 822 legibles por ordenador puede almacenar una aplicación de metrología, tal como la aplicación 140 de metrología de la figura 1. Cualquiera de, la memoria 806, el almacenamiento 808 persistente, o los medios 822 legibles por ordenador pueden ser un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio. A su vez, un producto 822 de programa de ordenador y un código 818 de programa podrían ser la aplicación 140 de metrología de la figura 1.
- 10 15 20 El sistema 800 de procesamiento de datos incluye una red 802 de comunicaciones, que proporciona comunicaciones entre una unidad 804 procesadora, una memoria 806, un almacenamiento 808 persistente, una unidad 810 de comunicaciones, una unidad 812 de entrada/salida (I/O) y una pantalla 814.
- La unidad 804 procesadora sirve para ejecutar instrucciones por software que pueden ser cargadas en la memoria 806. El software cargado en la memoria puede incluir la aplicación 140 de metrología de la figura 1 que puede ser ejecutada en la unidad 804 procesadora para implementar, por ejemplo, la operación 216 del método 200 de la figura 2. La unidad 804 procesadora puede, por ejemplo, ejecutar instrucciones para la aplicación 140 de metrología para determinar terceras distancias entre cada una de la primera pluralidad de dispositivos reflectores y cada una de la segunda pluralidad de dispositivos reflectores, tal y como se describió en el método 200 de la figura 2.
- 25 30 La unidad 804 procesadora puede ser cualquier número de procesadores, un núcleo multiprocesador, o cualquier otro tipo de procesador, dependiendo de la implementación particular. "Un número", tal y como se ha utilizado en el presente documento con referencia a un objeto, significa uno o más objetos. Además, la unidad 804 procesadora puede ser implementada utilizando un número de sistemas de procesadores heterogéneos en los cuales está presente un procesador principal con procesadores secundarios en un solo tipo. Como otro ejemplo ilustrativo, la unidad 804 procesadora puede ser un sistema multiprocesador simétrico que contiene múltiples procesadores del mismo tipo.
- 35 40 La memoria 806 y el almacenamiento 808 persistente son ejemplos de dispositivos 816 de almacenamiento. Un dispositivo de almacenamiento es cualquier pieza de hardware que es capaz de almacenar información, tal como, por ejemplo, sin limitación, datos, código de programa de forma funcional, y/u otra información adecuada o bien de forma temporal y/o de forma permanente. El código de programa almacenado en los dispositivos 816 de almacenamiento puede incluir la aplicación 140 de metrología de la figura 1 y otros software utilizados para ejecutar operaciones de los métodos descritos anteriormente, tal como del método 200 de la figura 2 y el método 300 de la figura 3. Los dispositivos 816 de almacenamiento pueden también referirse como dispositivos de almacenamiento legibles por ordenador en estos ejemplos. La memoria 806, en estos ejemplos, puede ser, por ejemplo, una memoria de acceso aleatorio o cualquier otro dispositivo de almacenamiento volátil o no volátil adecuado. El almacenamiento 808 persistente puede tomar varias formas, dependiendo de la implementación particular.
- 45 Por ejemplo, el almacenamiento 808 persistente puede contener uno o más componentes o dispositivos. Por ejemplo, el almacenamiento 808 persistente puede ser una unidad de disco duro, una memoria flash, un disco óptico reescribible, una cinta magnética reescribible o alguna combinación de los anteriores. Los medios utilizados por el almacenamiento 808 persistente también pueden ser extraíbles. Por ejemplo, una unidad de disco duro extraíble puede utilizarse como almacenamiento 808 persistente.
- 50 55 El almacenamiento 808 persistente puede ser utilizado para almacenar datos generados mediante los componentes previstos en el presente documento. Muchas medidas se pueden tomar a lo largo de un periodo de tiempo extendido, por ejemplo, la vida completa de la aeronave 102. Dichas medidas y la salida de procesamiento de dichas medidas pueden almacenarse mediante el almacenamiento 808 persistente y utilizarse para cumplir con las regulaciones del gobierno y de la agencia, para cumplir requerimientos del asegurador, para realizar el mantenimiento, y para ayudar cuando una aerolínea o compañía de leasing que es la propietaria de la aeronave 102 desee vender la aeronave 102 y hacer representaciones en documentos legales referentes a la aeronavegabilidad u otros aspectos de la aeronave 102.

- 5 La unidad 810 de comunicaciones, en estos ejemplos, proporciona comunicaciones con otros sistemas o dispositivos de procesamiento de datos. En estos ejemplos, la unidad 810 de comunicaciones es una tarjeta de interfaz de red. La unidad 810 de comunicaciones puede proporcionar comunicaciones a través del uso de cualquiera o tanto enlaces de comunicaciones físicos como inalámbricos. La unidad 810 de comunicaciones puede enviar o recibir datos, instrucciones, u otros medios electrónicos desde el dispositivo 104 de medida, el dispositivo 106 de medida, el dispositivo 126 de medida y el dispositivo 128 de medida de la figura 1.
- 10 La unidad 812 de entrada/salida (I/O) permite la entrada y salida de datos con otros dispositivos que pueden estar conectados al sistema 800 de procesamiento de datos. Por ejemplo, la unidad 812 de entrada/salida (I/O) puede proporcionar una conexión para una entrada de usuario a través de un teclado, un ratón, y/o algunos otros dispositivos de entrada adecuados. Además, la unidad 812 de entrada/salida (I/O) puede enviar una salida a una impresora. La pantalla 814 proporciona un mecanismo para mostrar información a un usuario. La pantalla 814 puede mostrar resultados de medidas, o conclusiones basándose en esas medidas, a un usuario.
- 15 Las instrucciones para el sistema operativo, las aplicaciones, y/o programas pueden estar situados en los dispositivos 816 de almacenamiento, por ejemplo la aplicación 140 de metrología de la figura 1, que está en comunicación con la unidad 804 procesadora a través de la red 802 de comunicaciones. Las instrucciones pueden incluir aquellas instrucciones asociadas con ejecutar al menos algunas etapas del método 200 de la figura 2 y del método 300 de la figura 3. En estos ejemplos ilustrativos, las instrucciones pueden estar en una forma funcional sobre el almacenamiento 808 persistente. Estas instrucciones pueden ser cargadas en la memoria 806 para la ejecución mediante la unidad 804 procesadora. Los procesos de los diferentes modos de realización pueden realizarse mediante la unidad 804 procesadora utilizando instrucciones implementadas por ordenador, que pueden estar dispuestas en una memoria, tal como la memoria 806.
- 20 Estas instrucciones son referidas como un código de programa, un código de programa utilizable por ordenador, un código de programa legible por ordenador que puede ser leído y ejecutado por un procesador en la unidad 804 procesadora. El código de programa en los diferentes modos de realización puede ser implementado en diferentes medios físicos o de almacenamiento legibles por ordenador, tal como la memoria 806 o el almacenamiento 808 persistente.
- 25 El código 818 de programa puede por ejemplo, ejecutar la operación 306 del método 300 en donde se determina una idoneidad de posicionamiento del al menos un ala de la aeronave 102. El código 818 de programa puede ejecutar numerosas iteraciones basándose en varias observaciones recopiladas e informadas mediante el dispositivo 104 de medida, el dispositivo 106 de medida, el dispositivo 126 de medida y el dispositivo 128 de medida de la figura 1.
- 30 El código 818 de programa puede procesar observaciones tomadas durante la fabricación durante la instalación de grandes sistemas tales como un tren de aterrizaje y motores con varios niveles de combustible en la aeronave 102 de la figura 1. Dado que la forma de la aeronave 102 de la figura 1 y la posición de las alas puede cambiar a medida que se añaden componentes pesados y a medida que cambia el nivel de combustible, los cálculos realizados por el código de programa, por ejemplo la aplicación 140 de metrología de la figura 1 pueden soportar procesos de decisión referentes a la instalación de dichos grandes sistemas. También se permiten unas comparaciones más informadas de dimensiones de la aeronave completada actual para requerimientos de ingeniería. El código 818 de programa también puede promover la detección de la deformación de la aeronave o del desplazamiento de la forma durante o después de la fabricación y en asociación con la instalación del tren de aterrizaje, los motores, u otros grandes sistemas.
- 35 El código 818 de programa está situado de una forma funcional en los medios 820 legibles por ordenador que son extraíbles de forma selectiva y pueden ser cargados y transferidos al sistema 800 de procesamiento de datos para la ejecución mediante la unidad 804 procesadora. El código 818 de programa y los medios 820 legibles por ordenador forma del producto 822 de programa de ordenador en estos ejemplos. En un ejemplo, los medios 820 legibles por ordenador pueden ser medios 824 de almacenamiento legibles por ordenador o medios 826 de señal legibles por ordenador. Los medios 824 de almacenamiento legibles por ordenador pueden incluir, por ejemplo, un disco óptico o magnético que es insertado o situado en una unidad u otro dispositivo que es parte del almacenamiento 808 persistente para transferir a un dispositivo de almacenamiento, tal como un disco duro, que es parte del almacenamiento 808 persistente. Los medios 824 de almacenamiento legibles por ordenador también pueden tomar la forma de un almacenamiento persistente tal como un disco duro, un dispositivo de memoria, o una memoria flash, que están conectados al sistema 800 de procesamiento de datos. En algunos casos, los medios 824 de almacenamiento legibles por ordenador puede que no sean extraíbles del sistema 800 de procesamiento de datos.
- 40 El código 818 de programa está situado de una forma funcional en los medios 820 legibles por ordenador que son extraíbles de forma selectiva y pueden ser cargados y transferidos al sistema 800 de procesamiento de datos para la ejecución mediante la unidad 804 procesadora. El código 818 de programa y los medios 820 legibles por ordenador forma del producto 822 de programa de ordenador en estos ejemplos. En un ejemplo, los medios 820 legibles por ordenador pueden ser medios 824 de almacenamiento legibles por ordenador o medios 826 de señal legibles por ordenador. Los medios 824 de almacenamiento legibles por ordenador pueden incluir, por ejemplo, un disco óptico o magnético que es insertado o situado en una unidad u otro dispositivo que es parte del almacenamiento 808 persistente para transferir a un dispositivo de almacenamiento, tal como un disco duro, que es parte del almacenamiento 808 persistente. Los medios 824 de almacenamiento legibles por ordenador también pueden tomar la forma de un almacenamiento persistente tal como un disco duro, un dispositivo de memoria, o una memoria flash, que están conectados al sistema 800 de procesamiento de datos. En algunos casos, los medios 824 de almacenamiento legibles por ordenador puede que no sean extraíbles del sistema 800 de procesamiento de datos.
- 45 El código 818 de programa está situado de una forma funcional en los medios 820 legibles por ordenador que son extraíbles de forma selectiva y pueden ser cargados y transferidos al sistema 800 de procesamiento de datos para la ejecución mediante la unidad 804 procesadora. El código 818 de programa y los medios 820 legibles por ordenador forma del producto 822 de programa de ordenador en estos ejemplos. En un ejemplo, los medios 820 legibles por ordenador pueden ser medios 824 de almacenamiento legibles por ordenador o medios 826 de señal legibles por ordenador. Los medios 824 de almacenamiento legibles por ordenador pueden incluir, por ejemplo, un disco óptico o magnético que es insertado o situado en una unidad u otro dispositivo que es parte del almacenamiento 808 persistente para transferir a un dispositivo de almacenamiento, tal como un disco duro, que es parte del almacenamiento 808 persistente. Los medios 824 de almacenamiento legibles por ordenador también pueden tomar la forma de un almacenamiento persistente tal como un disco duro, un dispositivo de memoria, o una memoria flash, que están conectados al sistema 800 de procesamiento de datos. En algunos casos, los medios 824 de almacenamiento legibles por ordenador puede que no sean extraíbles del sistema 800 de procesamiento de datos.
- 50 De forma alternativa, el código 818 de programa puede ser transferido al sistema 800 de procesamiento de datos que utiliza medios 826 de señal legibles por ordenador. Los medios 826 de señal legibles por ordenador pueden ser, por ejemplo, un código 818 de programa que contiene una señal de datos propagada. Por ejemplo, los medios 826 de señal legible por ordenador pueden ser una señal electromagnética, una señal óptica, y/o cualquier otro tipo de señal adecuado. Estas señales pueden ser transmitidas sobre enlaces de comunicaciones, tal como enlaces de comunicaciones inalámbricas, cable de fibra óptica, cable coaxial, un cable, o cualquier otro tipo de enlace de comunicaciones adecuado. En otras palabras, el enlace de comunicaciones y/o la conexión puede ser física o inalámbrica en los ejemplos ilustrativos. El dispositivo 104 de medida, el dispositivo 106 de medida, el dispositivo 126
- 55

de medida, y el dispositivo 128 de medida de la figura 1 pueden transmitir de forma inalámbrica sus datos recopilados al menos referentes a las dimensiones de la aeronave 102 al sistema 800 de procesamiento de datos, por ejemplo, el ordenador 138, ya que el ordenador 138 puede estar situado de forma remota a la aeronave 102.

5 En algunos modos de realización ilustrativos, el código 818 de programa puede ser descargado de una red al almacenamiento 808 persistente desde otro dispositivo o sistema de procesamiento de datos a través de los medios 826 de señal legible por ordenador para su uso en el sistema 800 de procesamiento de datos. Por ejemplo, el código de programa almacenado en un medio de almacenamiento legible por ordenador en un sistema de procesamiento de datos servidor puede ser descargado de una red desde el servidor al sistema 800 de procesamiento de datos. El código 818 de programa puede ser un software descargado desde un fabricante de la aeronave 102 de la figura 1 que
10 incluya actualizaciones de manuales de mantenimiento publicados por el fabricante. El código 818 de programa también puede ser un software descargado desde una agencia de gobierno u otro cuerpo regulatorio que describa regulaciones nuevas o actualizadas referentes, por ejemplo, a las prácticas de mantenimiento de la aeronave 102. El sistema de procesamiento de datos que proporciona el código 818 de programa puede ser un ordenador servidor, un ordenador cliente, o cualquier otro dispositivo capaz de almacenar y transmitir el código 818 de programa.

15 Los diferentes componentes ilustrados para el sistema 800 de procesamiento de datos no están destinados a proporcionar limitaciones de la arquitectura a la manera en la cual se pueden implementar diferentes modos de realización. Los diferentes modos de realización ilustrativos pueden implementarse en un sistema de procesamiento de datos que incluye componentes en adición o en lugar de los ilustrados para el sistema 800 de procesamiento de datos. Otros componentes mostrados en la figura 8 se pueden variar a partir de los ejemplos ilustrativos mostrados.
20 Los diferentes modos de realización pueden implementarse utilizando un dispositivo de hardware o un sistema capaz de ejecutar código de programa. Como un ejemplo, el sistema de procesamiento de datos puede incluir componentes orgánicos integrados con componentes inorgánicos y/o puede estar compuesto enteramente de componentes orgánicos excluyendo un ser humano. Por ejemplo, un dispositivo de almacenamiento puede estar compuesto de un semiconductor orgánico.

25 En otro ejemplo ilustrativo, la unidad 804 procesadora puede tomar la forma de una unidad de hardware que tiene circuitos que son fabricados y configurados para uso particular, por ejemplo para ejecutar al menos alguna de las etapas de al menos el método 200 de la figura 2 y el método 300 de la figura 3. Este tipo de hardware puede realizar operaciones sin la necesidad de que un código de programa sea cargado en una memoria desde un dispositivo de almacenamiento que se va configurar para realizar las operaciones.

30 Por ejemplo, cuando la unidad 804 procesadora toma la forma de una unidad de hardware, la unidad 804 procesadora puede ser un sistema de circuito, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), un dispositivo lógico programable, o cualquier otro tipo de hardware adecuado configurado para realizar un número de operaciones. Con un dispositivo lógico programable, el dispositivo está configurado para realizar el número de operaciones. El dispositivo puede ser reconfigurado en un tiempo posterior o puede estar configurado de forma permanente para realizar el
35 número de operaciones. Ejemplos de dispositivos lógicos programables incluyen, por ejemplo, un arreglo lógico programable, una lógica de arreglo programable, un arreglo lógico programable de campo, un arreglo de puerta programable de campo, y otros dispositivos de hardware adecuados. Con este tipo de implementación, el código 818 del programa puede omitirse debido a que los procesos para los diferentes modos de realización son implementados en una unidad de hardware.

40 En otro ejemplo ilustrativo más, la unidad 804 procesadora puede implementarse utilizando una combinación de procesadores encontrados en ordenadores y unidades de hardware. La unidad 804 procesadora puede tener un número de unidades de hardware y un número de procesadores que están configurados para ejecutar código 818 de programa. Con el ejemplo representado, alguno de los procesos puede implementarse en el número de procesadores, mientras que otros procesos pueden implementarse en el número de procesadores. Algunas etapas de al menos el método 200 de la figura 2 y el método 300 de la figura 3 pueden implementarse en el número de unidades de hardware
45 mientras que otras etapas pueden implementarse en el número de procesadores. Por ejemplo, en la operación 306 del método 300, la adecuación del posicionamiento para un ala de una aeronave puede determinarse mediante porciones de la aplicación 140 de metrología de la figura 1 que se ejecutan en el número de procesadores mientras que la adecuación del posicionamiento de una segunda ala de la aeronave puede determinarse mediante porciones
50 de la aplicación 140 de metrología ejecutada por el número de procesadores.

Como otro ejemplo, el dispositivo de almacenamiento en el sistema 800 de procesamiento de datos es cualquier dispositivo de hardware que pueda almacenar datos. La memoria 806, el almacenamiento 808 persistente y los medios 820 legibles por ordenador son ejemplos de dispositivos de almacenamiento en una forma tangible.

55 En otro ejemplo, un sistema de bus puede ser utilizado para implementar la red 802 de comunicaciones y puede estar compuesto de uno o más buses, tal como un bus de sistema o un bus de entrada/salida. Por supuesto, el sistema de bus puede estar implementado utilizando cualquier tipo adecuado de arquitectura que proporcione una transferencia de datos entre los diferentes componentes o dispositivos fijados al sistema de bus. De forma adicional, una unidad de comunicaciones puede incluir uno o más dispositivos utilizados para transmitir y recibir datos, tal como un módem o un adaptador de red. Además, una memoria puede ser, por ejemplo, la memoria 806, un caché, tal como el que se

encuentra en una interfaz y un concentrador de controlador de memoria que puede estar presente en las redes 802 de comunicaciones.

5 El sistema 800 de procesamiento de datos también puede incluir al menos una memoria asociativa (no mostrada). La memoria asociativa puede estar en comunicación con la red 802 de comunicaciones. La memoria asociativa puede también estar en comunicación, o en algunos modos de realización ilustrativos, ser considerada parte de los dispositivos 816 de almacenamiento.

10 Los diferentes modos de realización ilustrativos pueden tomar la forma de un modo de realización enteramente de hardware, un modo de realización enteramente de software, o un modo de realización que contiene tanto elementos de hardware como de software. Algunos modos de realización son implementados en software, que incluye pero no está limitado a formas, tales como, por ejemplo, firmware, software residente y microcódigo.

15 De forma adicional, los diferentes modos de realización pueden tomar la forma de un producto de programa de ordenador accesible desde unos medios utilizables por ordenador o legibles por ordenador que proporcionan un código de programa para utilizarse por cómo en conexión con un ordenador o cualquier dispositivo o sistema que ejecute instrucciones. Para los propósitos de esta divulgación, los medios utilizables por ordenador o legibles por ordenador pueden ser, de forma general, cualquier dispositivo tangible que pueda contener, almacenar, comunicar, propagar, o transportar el programa para utilizarse por o en conexión con el sistema de ejecución de instrucciones, el aparato o el dispositivo.

20 Los medios utilizables por ordenador o legibles por ordenador pueden ser, por ejemplo, sin limitación un sistema electrónico, magnético, óptico, electromagnético, infrarrojo o semiconductor o un medio de propagación. Ejemplos no limitativos de un medio legible por ordenador incluyen un semiconductor o una memoria de estado sólido, una cinta magnética, un disquete de ordenador extraíble, una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de sólo lectura (ROM) un disco magnético rígido y un disco óptico. Los discos ópticos pueden incluir discos compactos, de memoria sólo de lectura (CR-ROM) discos compactos de lectura/escritura (CD-R/W) y DVD.

25 Además, unos medios utilizables por ordenador o legibles por ordenador pueden contener o almacenar un código de programa legible o utilizable por ordenador, por ejemplo, la aplicación 140 de metrología de la figura 1, de manera que cuando el código de programa utilizable o legible por ordenador es ejecutado en un ordenador, la ejecución de este código de programa legible o utilizable por ordenador provoca que el ordenador trasmita otro código de programa utilizable o legible por ordenador en un enlace de comunicaciones. Este enlace de comunicaciones puede utilizar un medio que es, por ejemplo sin limitación, físico o inalámbrico.

30 Un sistema de procesamiento de datos adecuado para almacenar y/o ejecutar un código de programa legible por ordenador o utilizable por ordenador incluirá uno o más procesadores acoplados directamente o indirectamente a elementos de memoria a través de una red de comunicaciones, tal como un bus de sistema. Los elementos de memoria pueden incluir memoria local empleada durante la ejecución actual del código de programa, almacenamiento masivo, y memoria caché que proporcionan almacenamiento temporal de al menos algún código de programa legible por ordenador o un sable por ordenador para reducir el número de código de tiempos que se puede recuperar a partir del almacenamiento masivo durante la ejecución del código.

40 Los dispositivos de entrada/salida o I/O pueden acoplarse al sistema o bien directamente o a través de controladores I/O intermedios. Estos dispositivos pueden incluir, por ejemplo, sin limitación, teclados, monitores de pantalla táctil, y dispositivos apuntadores. Diferentes adaptadores de comunicaciones pueden también ser acoplados al sistema para permitir que el sistema de procesamiento de datos se llegue a acoplar a otros sistemas de procesamiento de datos o a impresoras remotas o a dispositivos de almacenamiento a través de redes privadas o públicas intermedias. Ejemplos no limitativos de módems y adaptadores de red son sólo unos pocos de los tipos de adaptadores de comunicaciones disponibles actualmente.

45 La descripción de los diferentes modos de realización ilustrativos ha sido presentada por propósitos de ilustración y descripción, y no pretende ser exhaustiva o limitada al modo de realización en la forma divulgada. Muchas modificaciones y variaciones serán evidentes para los expertos en la materia. Además, modos de realización ilustrativos diferentes pueden proporcionar diferentes características en comparación con otros modos de realización ilustrativos. El modo de realización o modos de realización seleccionados son elegidos y descritos con el fin de explicar mejor los principios de los modos de realización, la aplicación práctica, y para permitir a otras personas distintas del experto en la materia entender la divulgación para los varios modos de realización con varias modificaciones ya que
50 están adecuados al uso particular contemplado.

REIVINDICACIONES

1. Un método para referenciar puntos en una aeronave (102), que comprende:
- situar (202) un primer dispositivo (104) de medida próximo a una primera puerta (108) de la aeronave;
- situar (204) un segundo dispositivo (106) de medida próximo a una segunda puerta (110) de la aeronave;
- 5 determinar (206) una posición del segundo dispositivo de medida con respecto a una posición del primer dispositivo de medida;
- caracterizado porque el método además comprende:
- situar (208) una primera pluralidad de dispositivos (114) reflectores dentro de la aeronave próximos a la primera puerta en donde la primera pluralidad de dispositivos reflectores está en una primera trayectoria óptica con el primer dispositivo de medida;
- 10 situar (210) una segunda pluralidad de dispositivos (116) reflectores dentro de la aeronave próximos a la segunda puerta, en donde la segunda pluralidad de dispositivos reflectores está en una segunda trayectoria óptica con el segundo dispositivo de medida;
- medir (212) primeras distancias desde el primer dispositivo de medida a la primera pluralidad de dispositivos reflectores;
- 15 medir (214) segundas distancias desde el segundo dispositivo de medida a la segunda pluralidad de dispositivos reflectores; y
- basándose en una posición determinada del segundo dispositivo de medida y además basándose en las primeras distancias y las segundas distancias, determinar (216) terceras distancias entre cada uno de la primera pluralidad de dispositivos reflectores y cada uno de la segunda pluralidad de dispositivos reflectores, en donde la tercera distancias proporcionan una base de medida para una pluralidad de puntos en al menos uno de, un fuselaje y unas alas de la aeronave.
- 20
2. El método de la reivindicación 1, en donde la posición del segundo dispositivo (106) de medida con respecto a la posición del primer dispositivo (104) de medida es determinada mediante las medidas de luces (112) proyectadas entre el segundo dispositivo de medida y el primer dispositivo de medida.
- 25
3. El método de la reivindicación 2, en donde las medidas son procesadas mediante un software de metrología.
4. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las primeras distancias y las segundas distancia son medidas utilizando luces (118) proyectadas desde el primer dispositivo (104) de medida hasta la primera pluralidad de dispositivos (114) reflectores y luces (120) proyectadas desde el segundo dispositivo (106) de medida hasta la segunda pluralidad de dispositivos (116) reflectores.
- 30
5. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la primera puerta (108) es la trasera a babor de la aeronave (102) y la segunda puerta (110) es la delantera a babor de la aeronave.
6. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la primera pluralidad de dispositivos (114) reflectores y la segunda pluralidad de dispositivos (116) reflectores son reflectores de bolla de utillaje.
- 35
7. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los dispositivos (114, 116) reflectores están fijados a ajustes (502, 504, 506) de plataforma fijados a una superficie de cubierta de un área de pasajero primaria de la aeronave (102).
8. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde las tecnologías para medir y determinar las primeras y segundas distancias comprenden sistemas de radar láser combinados con esferas de acero como dispositivos (114, 116) reflectores, comprenden sistemas fotogramétricos digitales, y comprenden sistemas de escaneado láser.
- 40
9. Un sistema (100) de referencia de puntos en una aeronave, el sistema que comprende:
- la aeronave (102);
- un primer dispositivo (104) de medida próximo a una primera puerta (108) de la aeronave;
- un segundo dispositivo (106) de medida próximo a una segunda puerta (110) de la aeronave;

caracterizado porque el sistema de además comprende:

una primera pluralidad de dispositivos (114) reflectores situados dentro de la aeronave próximos a la primera puerta, en donde la primera pluralidad de dispositivos reflectores está en una primera trayectoria óptica con el primer dispositivo de medida; y

- 5 una segunda pluralidad de dispositivos (116) reflectores situados dentro de la aeronave próximos a la segunda puerta, en donde la segunda pluralidad de dispositivos reflectores está en una segunda trayectoria óptica con el segundo dispositivo de medida;

- 10 estando adaptado el primer dispositivo de medida para medir primeras distancias desde el primer dispositivo de medida hasta la primera pluralidad de dispositivos reflectores, y estando el segundo dispositivo de medida adaptado para medir segundas distancias desde el segundo dispositivo de medida hasta una segunda pluralidad de dispositivos reflectores, y

- 15 medios de determinación de terceras distancias para determinar, basándose en una posición predeterminada del segundo dispositivo de medida y además basándose en las primeras distancias y en las segundas distancias, tercera distancias entre cada una de la primera pluralidad de dispositivos reflectores y cada una de la segunda pluralidad de dispositivos reflectores, en donde las terceras distancias proporcionan una base de medida para una pluralidad de puntos en al menos uno de, un fuselaje y un ala de la aeronave.

10. El sistema (100) de la reivindicación 9, en donde la posición determinada del segundo dispositivo (106) de medida con respecto a una posición del primer dispositivo (104) de medida es determinada mediante la medida de luces (112) proyectadas entre el segundo dispositivo de medida y el primer dispositivo de medida.

- 20 11. El sistema (100) de la reivindicación 10, en donde las medidas son procesadas mediante un software (140) de metrología.

- 25 12. El sistema (100) de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en donde las primeras distancias y las segundas distancias son medidas utilizando luces (118) proyectadas desde el primer dispositivo (104) de medida hasta la primera pluralidad de dispositivos (114) reflectores y luces (120) proyectadas desde el segundo dispositivo (106) de medida hasta la segunda pluralidad de dispositivos (116) reflectores.

13. El sistema (100) de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en donde la primera puerta (108) es la trasera a babor de la aeronave (102) y la segunda puerta (110) es la trasera a estribor de la aeronave.

- 30 14. Sistema (100) de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, en donde la primera pluralidad de dispositivos (114) reflectores y la segunda pluralidad de dispositivos (116) reflectores son reflectores de bola de utillaje y están fijados a ajustes (502, 504, 506) de plataforma fijados a una superficie de cubierta de un área de pasajero primaria de la aeronave (102).

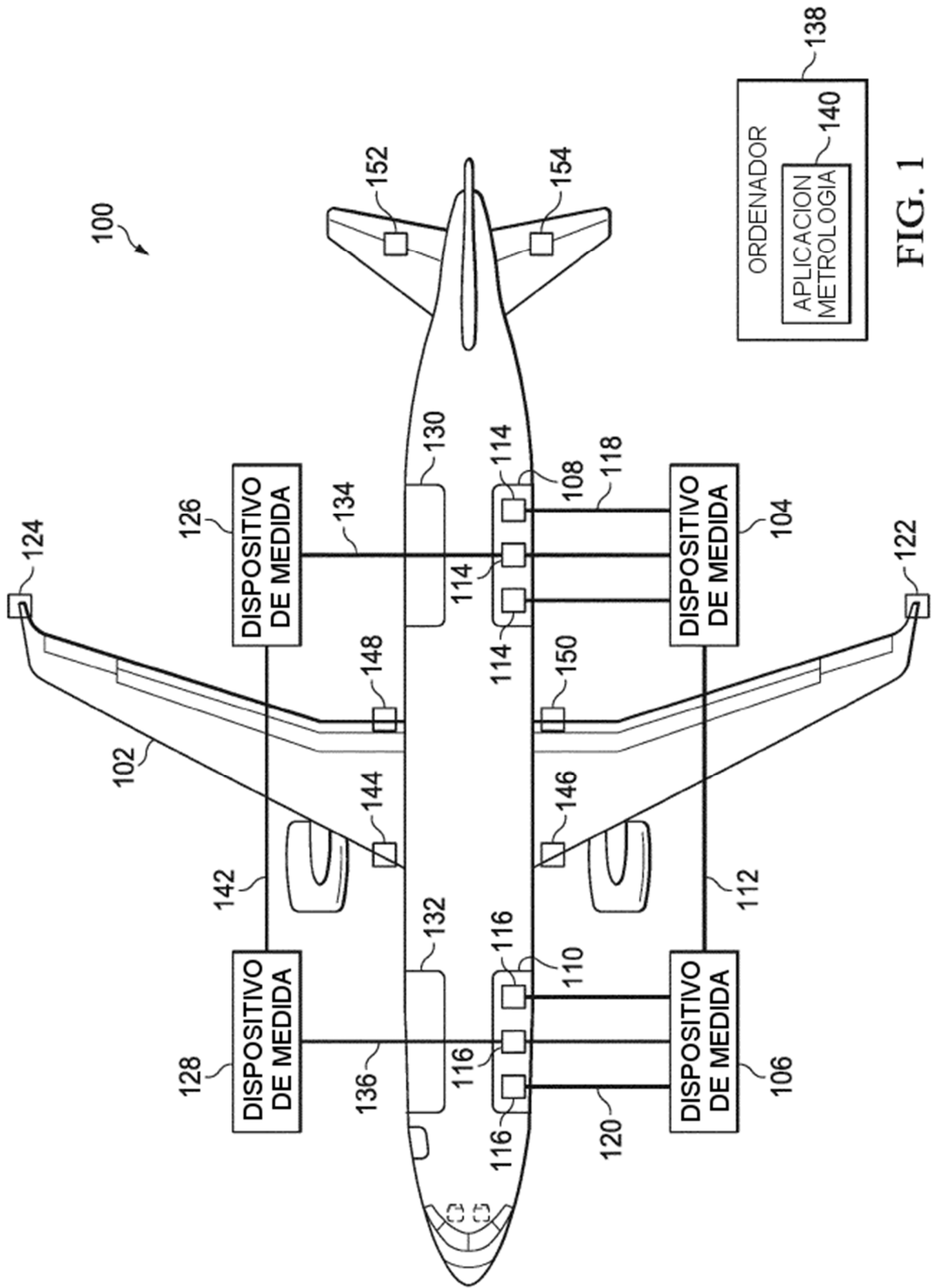
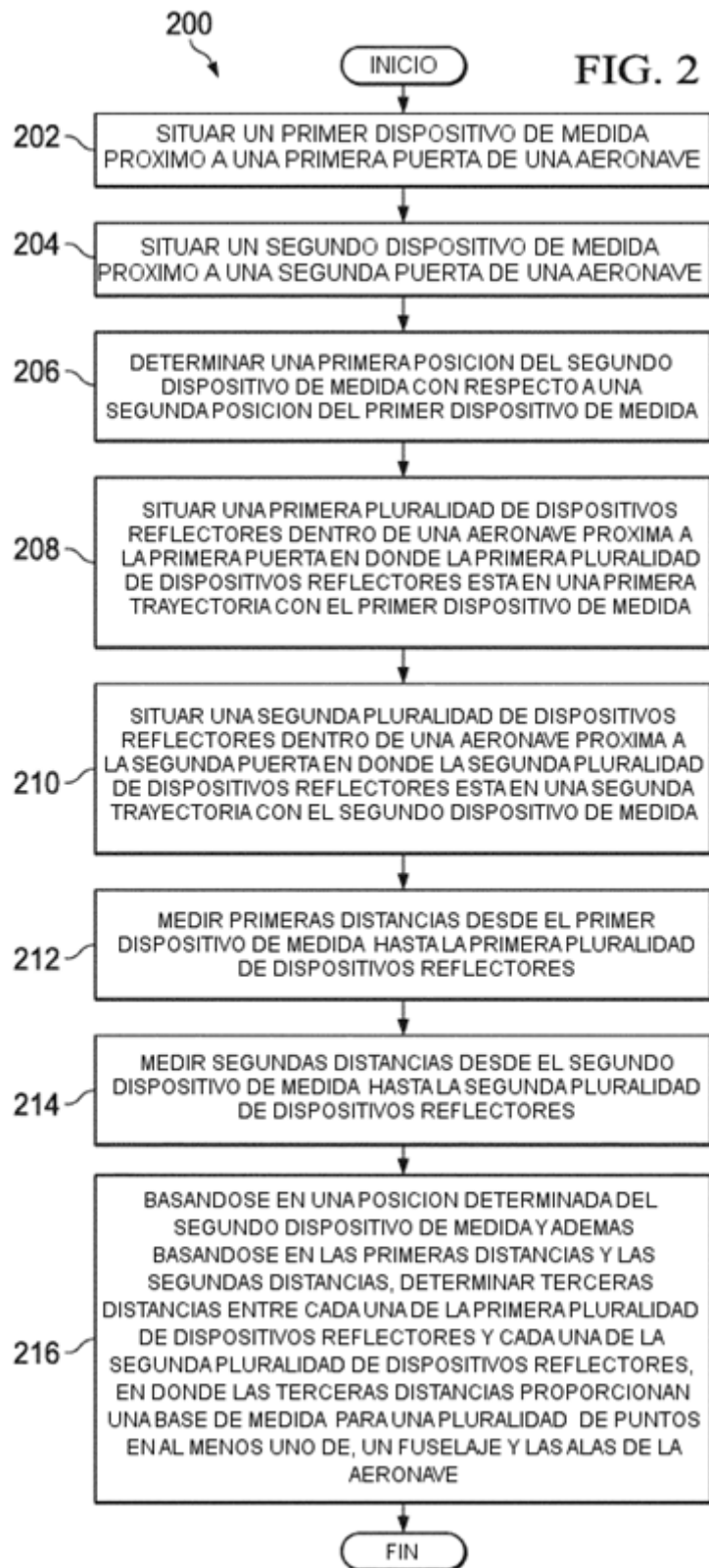


FIG. 1



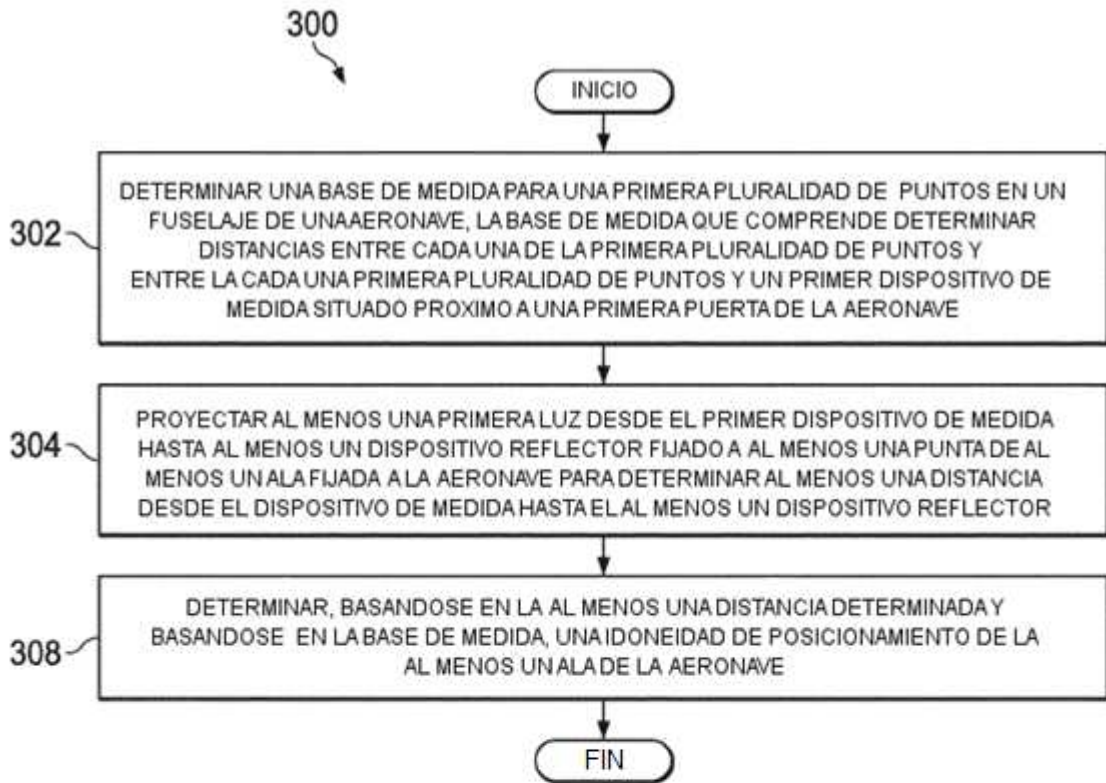


FIG. 3

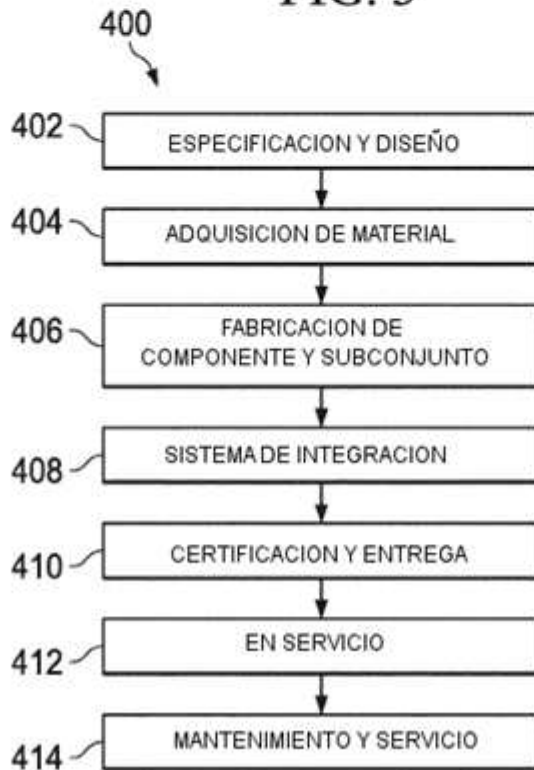


FIG. 4

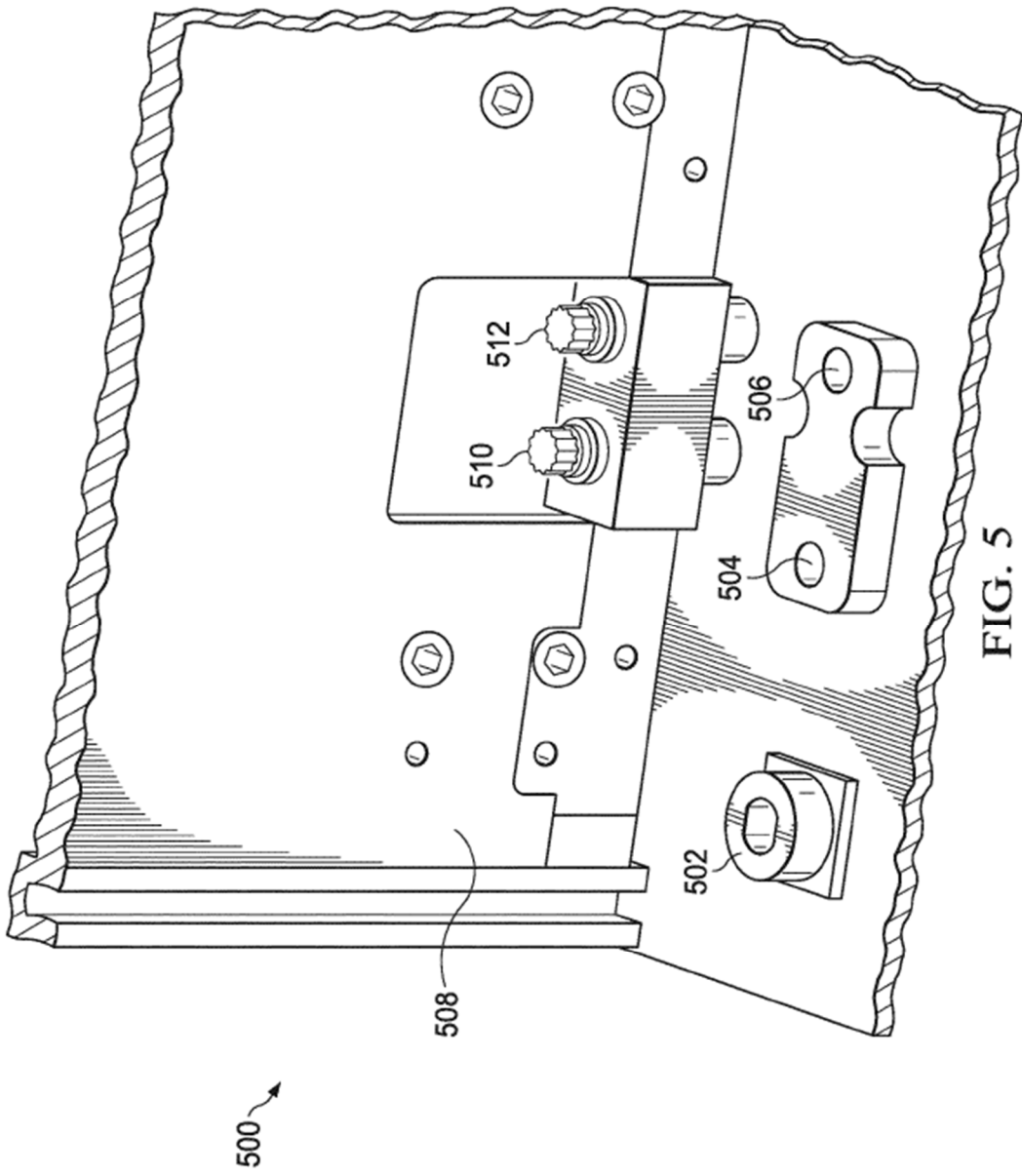


FIG. 5

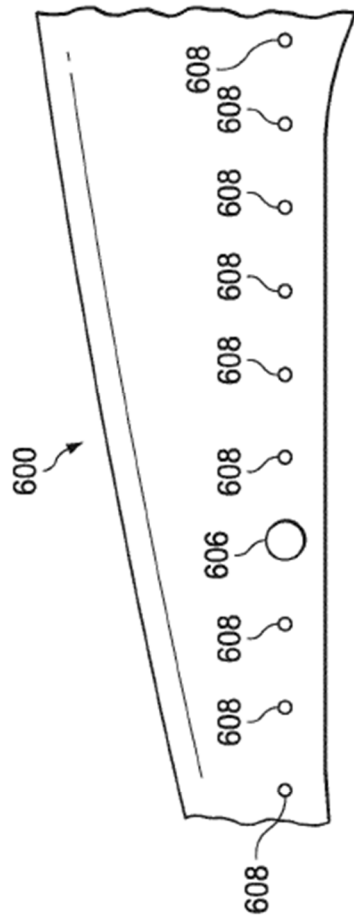


FIG. 6B

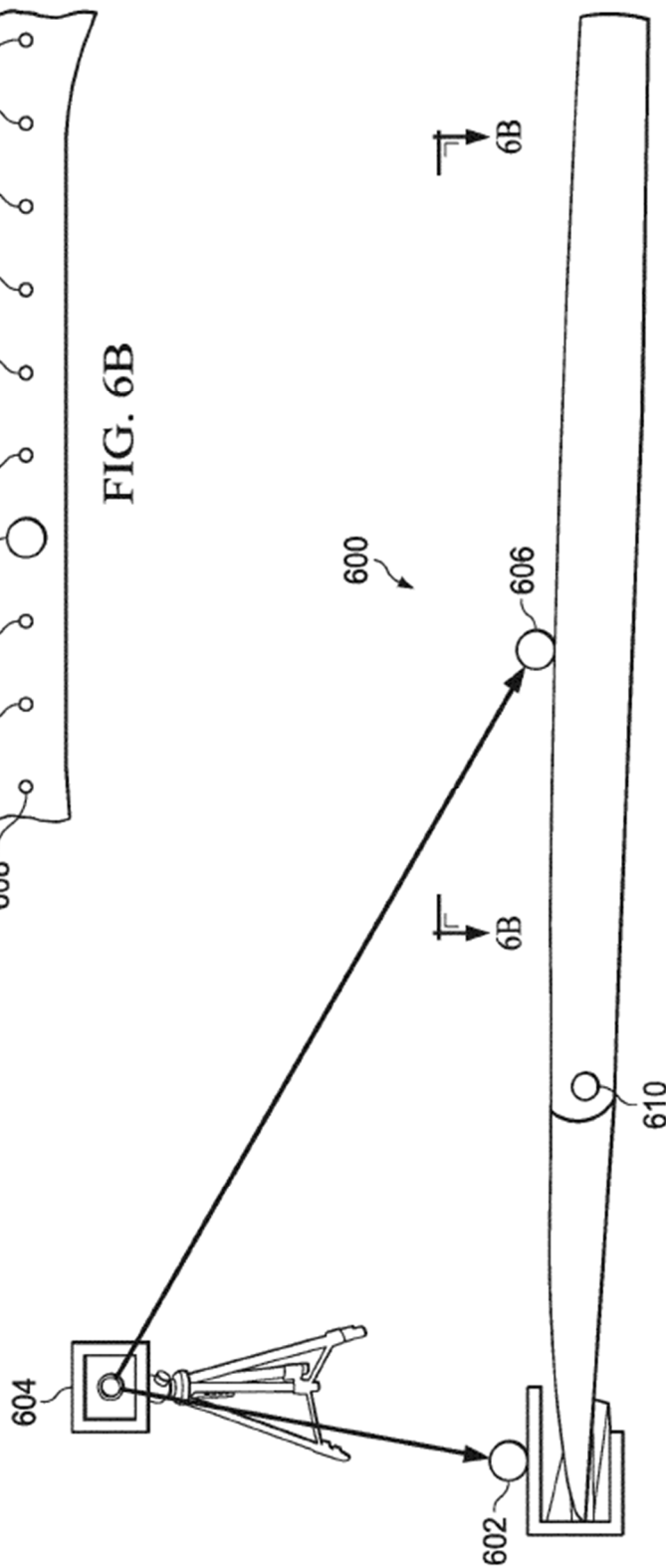


FIG. 6A

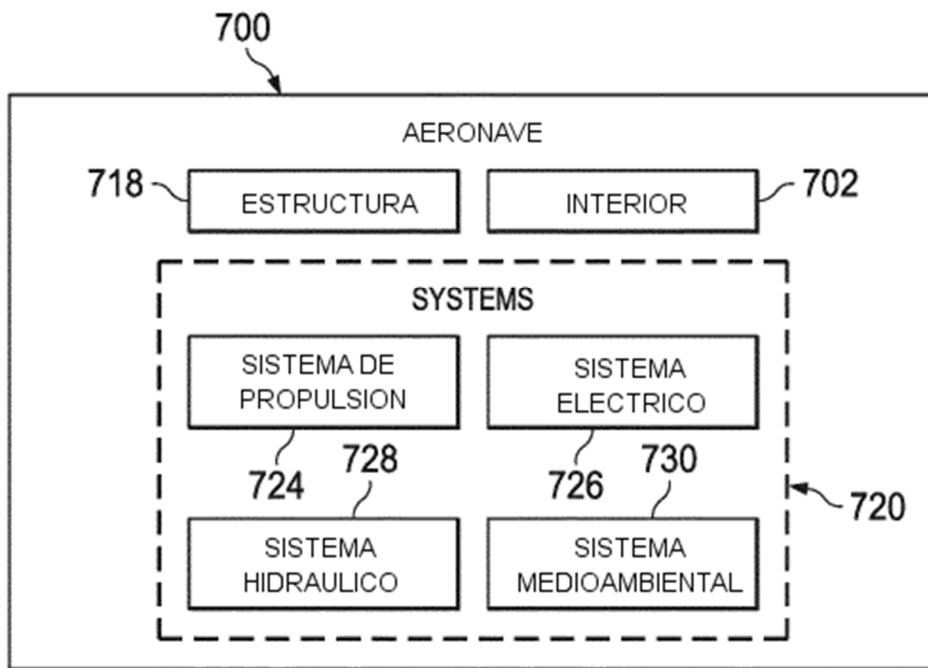


FIG. 7

