(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 713 963**

(21) Número de solicitud: 201731337

(51) Int. Cl.:

G05B 19/4099 (2006.01)
G06T 7/00 (2007.01)
G06T 17/20 (2006.01)
B64F 5/10 (2007.01)

(12) PATENTE DE INVENCIÓN CON EXAMEN B2

(22) Fecha de presentación:

17.11.2017

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

24.05.2019

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

05.05.2020

Fecha de concesión:

28.12.2020

(45) Fecha de publicación de la concesión:

07.01.2021

(73) Titular/es:

AIRBUS DEFENCE AND SPACE SAU (100.0%)
Avenida John Lennon s/n
28906 Getafe (Madrid) ES

(72) Inventor/es:

ESTEBAN FINCK, Fernando;
JIMÉNEZ DURÁN, Francisco Javier;
LEÓN ARÉVALO, Francisco José;
RODRÍGUEZ GARRIGÓS, Francisco y
GRANERO MONTAGUD, Luis

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

(54) Título: **Método de fabricación y ensamblaje y sistema de partes de una aeronave**

(57) Resumen:

Método de fabricación y ensamblaje de partes de una aeronave que comprende los pasos siguientes:

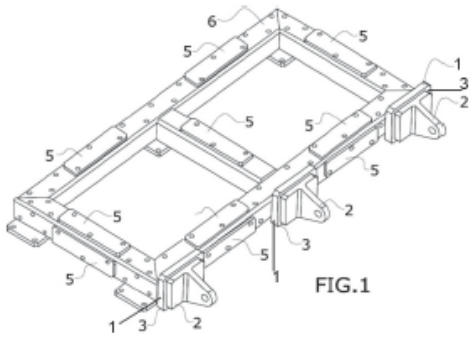
a) proporcionar una primera parte de aeronave (1) que comprende una superficie receptora (3) sobre la que se ensambla una superficie de acoplamiento (4) de una segunda parte de aeronave (2),

b) proporcionar en un programa de ordenador un modelo de la primera (1) y de la segunda (2) partes en su posición ensamblada,

c) digitalizar mediante un sistema de digitalización la superficie receptora (3),

d) colocar la digitalización en el modelo computarizado en la posición ensamblada,

e) obtener a partir del modelo computarizado y de la superficie receptora (3) digitalizada, un modelo diseñado por ordenador de la segunda parte de aeronave (2) en el que la superficie de acoplamiento (4) de la segunda parte de aeronave (2) ajuste con la superficie receptora (3) digitalizada.



Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 713 963 B2

DESCRIPCIÓN

Método de fabricación y ensamblaje y sistema de partes de una aeronave

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método de fabricación y ensamblaje y sistema de partes de una aeronave de fabricación rápida y que reduce la necesidad de utillajes para efectuar las operaciones de fabricación y ensamblaje.

Antecedentes de la invención

En la industria aeronáutica el ensamblaje de partes en estructuras grandes con tolerancias pequeñas es muy común, por ejemplo, se ejecuta en ejes de rotación en los estabilizadores horizontales, alas o fuselajes.

Actualmente, para ensamblar estas partes, se usan utillajes o herramientas con estructuras soldadas, grandes y estables, montadas y ensambladas con un sistema de verificación externo, como un seguidor de láser, telescopios de microalineación, tránsito o teodolitos. En algunos casos fotogrametría, brazos articulados, radares de láser o sistemas de medición óptica portátiles. Sobre estas estructuras la parte a ensamblar se coloca en la posición requerida.

Estos utillajes requieren unos cimientos con requisitos muy exigentes para evitar movimientos indeseados de la estructura metálica del utillaje y verificaciones constantes para asegurar que la estructura no se ha movido de su estado inicial. En general, el posicionado de partes de aeronave se ejecuta con partes auxiliares de herramientas sujetas a los utillajes y colocadas con un sistema de posicionamiento externo, por ejemplo, accesorios sujetos al utillaje que posicionan el eje de la aeronave en la posición apropiada.

Todos estos recursos necesarios para la fabricación corresponden a un 10% del coste global de una estructura aeronáutica. Los costes se dividen en costes no recurrentes (NCR), la inversión inicial, y los costes recurrentes (RC). Los costes de los utillajes y las herramientas son principalmente una parte de los costes no recurrentes.

Las estimaciones muestran que más de un tercio de los costes no recurrentes de la fabricación de una aeronave se deben a los utillajes y a las herramientas. Este hecho representa una inversión de capital enorme con periodos de amortización largos.

Más problemas asociados al uso de estructuras grandes con puntos esenciales de referencia o, lo que es lo mismo, puntos que requieren una verificación periódica son:

- Los utillajes están fabricados específicamente para un programa específico y sin la posibilidad de reusarse en otro programa. Cuando un programa termina es imposible reutilizar el utillaje puesto que no es posible adaptarlo a un programa nuevo.
- Los utillajes necesitan recalibrado para asegurar su exactitud. Esta operación periódica (normalmente una o dos veces por año) es costosa, complicada y requiere periodos largos de inactividad.
- La diferencia entre los materiales del utillaje y de la aeronave crea problemas de ensamblaje y medida debido a las dilataciones térmicas.

Es conocido el documento US2015/0367579 A1 que divulga un proceso para la fabricación directa de una pieza en una posición estructural predeterminada. El proceso comprende: a) escanear, a través de un escáner tridimensional, la estructura en la región de la posición predeterminada; b) comparar una malla de superficie virtual de la posición predeterminada con una malla de superficie real de la posición predeterminada, la malla de superficie real calculada en base a los datos obtenidos del escaneo; c) determinar los espacios entre las dos mallas; d) calcular los datos para modelar una parte insertada, cuyas dimensiones llenan los espacios determinados, para obtener un modelo de parte insertada; e) fusión de un modelo virtual de una parte, vinculado con la posición predeterminada, con el modelo de parte insertado, para obtener un modelo ajustado a la geometría de la estructura en la región de la posición predeterminada; f) fabricar, por deposición de material, una parte ajustada en la posición predeterminada basada en el modelo ajustado.

Es también conocido el documento de GÓMEZ, A. et al: “Development based on reverse engineering to manufacture aircraft custom-made parts” de la publicación INTERNATIONA JOURNAL OF MECHATRONICS AND MANUFACTURING SYSTEMS, vol. 10, nº 1, páginas 40-58. ISSN: 1753-1039. Este documento divulga el resultado del proyecto MISTRAL dirigido a la necesidad de piezas hechas a medida en diferentes sectores industriales: prótesis médicas, piezas de automóviles, piezas de aviones, etc. En el sector aeroespacial, se utilizan

técnicas de ingeniería inversa para fabricar piezas que requieren personalizar la geometría para cada aeronave producida. Debido a las discrepancias entre la maqueta digital de la aeronave y los componentes reales, las partes de la interfaz fabricadas usando sólo la maqueta digital de la aeronave no encaja adecuadamente en el espacio físico disponible de cada aeronave. Ya que tienen que encajar con grandes componentes sujetos a estados de deformación variables en el proceso de montaje. Tomando un archivo con datos de nubes de puntos en 3D como entrada principal propone un enfoque alternativo al que se utiliza actualmente para fabricar piezas hechas a medida. El resultado es un desarrollo de prototipos llevado a cabo principalmente en CATIA v5.

Sumario de la invención

El método de fabricación y ensamblaje y el sistema objetos de la invención modifican el proceso de ensamblaje tradicional. Debido a los nuevos procesos de medida, diseño y fabricación, el ensamblaje de partes se puede hacer con gran precisión sin utillajes convencionales, reduciendo los costes de diseño, fabricación y ensamblaje. La no necesidad de utillajes convencionales implica no solo un ahorro de tiempo y de coste en el diseño, la fabricación y el mantenimiento de las partes, sino también la desaparición de la falta de flexibilidad de los métodos tradicionales.

El método de fabricación y ensamblaje objeto de la invención comprende los pasos siguientes:

-proporcionar una primera parte de aeronave que comprende al menos una superficie receptora sobre la que se ensambla una superficie de acoplamiento de una segunda parte de aeronave,

-proporcionar en un programa de ordenador un modelo de la primera y de la segunda partes de aeronave ubicadas en su posición ensamblada, el modelo de la segunda parte de aeronave comprendiendo creces de mecanizado en su superficie de acoplamiento,

-digitalizar mediante un sistema de digitalización la superficie receptora de la primera parte de aeronave obteniendo una superficie digitalizada, por ejemplo, formada por una nube de puntos,

-colocar la digitalización de la superficie receptora en el modelo computarizado de la primera y de la segunda partes de la aeronave en la posición ensamblada de forma que la

digitalización de la superficie receptora interseca con las creces de mecanizado de la superficie de acoplamiento de la segunda parte de aeronave,

-obtener en el modelo computarizado un modelo diseñado por ordenador de la segunda parte de aeronave en el que la superficie de acoplamiento de la segunda parte de aeronave adaptada para ensamblarse en la superficie receptora de la primera parte de aeronave encaja con la superficie receptora digitalizada,

-mecanizar la segunda parte de aeronave a ensamblar desde el modelo computarizado obtenido anterior,

-ensamblar la segunda parte de aeronave mecanizada con la primera parte de aeronave proporcionada.

Comprendiendo el método adicionalmente los pasos siguientes para alinear dicha superficie receptora digitalizada con el modelo diseñado por ordenador de la primera y de la segunda partes de aeronave:

- d.1) proporcionar un conjunto de elementos de referencia acoplados con la primera parte de aeronave,

- d.2) proporcionar un modelo computarizado de la primera y de la segunda partes de aeronave que comprenden dicho conjunto de elementos de referencia,

- d.3) digitalizar mediante un sistema de digitalización el conjunto de elementos de referencia,

- d.4) alinear los elementos de referencia digitalizados con el modelo computarizado de la primera y la segunda partes de aeronave.

Por tanto, los pasos claves del método de fabricación y ensamblaje reivindicados son: empezar con una superficie receptora que se puede colocar en una posición desconocida, digitalizar dicha superficie receptora, colocar dicha digitalización en un modelo teórico diseñado por ordenador de la primera y de la segunda partes de aeronave, por ejemplo un modelo CAD, en su posición real de ensamblado donde la superficie de acoplamiento de la

segunda parte de aeronave comprende creces de mecanizado, esto es, está sobredimensionada respecto a su tamaño nominal. La digitalización de la superficie receptora por tanto interseca con las creces de mecanizado de la superficie de acoplamiento de la segunda parte de aeronave y se consigue la superficie de acoplamiento de la segunda parte de aeronave mediante la obtención de una superficie que encaja con la nube de puntos, esto es, la superficie receptora digitalizada en el modelo computarizado teórico. Por ejemplo, con ingeniería inversa se obtendrá una reconstrucción CAD de la parte real de la segunda parte de aeronave que se adapta a la superficie receptora.

El modelo CAD obtenido de la segunda parte de aeronave comprende por tanto una superficie de acoplamiento que es una copia de la superficie receptora de la primera parte y por tanto implica que el ajuste entre ambos elementos puede tener desviaciones mínimas. Dicha ventaja evita la necesidad de emplear aplicaciones de líquidos o de sólidos entre ambas superficies en el proceso de ensamblado. La fabricación a medida de la segunda parte de aeronave permite su ajuste perfecto con la superficie receptora de la primera parte de aeronave cumpliendo con las tolerancias establecidas. Esto a su vez requiere la eliminación de elementos de cuña, tanto sólidos como líquidos en las interfaces de ambas partes. A continuación el modelo CAD será exportado a un formato propio para la mecanización de la segunda parte de aeronave.

La primera parte de aeronave se puede colocar en un elemento estable, siendo innecesaria una posición conocida. La ventaja principal respecto a los métodos conocidos es que el elemento donde la primera y la segunda partes se van a colocar no requiere una colocación precisa en una utillaje convencional. Este elemento de utillaje se puede remplazar gracias a la invención reivindicada mediante una estructura de soporte con restricciones mecánicas menores que implica una reducción de coste, mantenimiento, etc., en los modos de realización en los que esta estructura soporte es recomendable.

Por tanto, el método reivindicado comprende un conjunto de operaciones y de medidas que proporcionarán como resultado la fabricación, la colocación y el ensamblado de una parte, por ejemplo, un accesorio, un eje…en su posición de ensamblaje cumpliendo con requisitos de tolerancia.

También es un objeto de la invención un sistema de fabricación y ensamblaje que comprende:

-un modelo en un programa de ordenador de una primera y de una segunda partes de aeronave configuradas para colocarse en sus posiciones de ensamblaje, la primera parte configurada para tener al menos una superficie receptora en la que una superficie de acoplamiento de la segunda parte de aeronave se va a acoplar y el modelo de una segunda parte de aeronave que comprende creces de mecanizado en su superficie de acoplamiento,

-un sistema de digitalización configurado para digitalizar la superficie receptora de la primera parte de aeronave, por ejemplo, obteniendo una nube de puntos,

- el modelo en un programa de ordenador estando configurado para colocar la digitalización de la superficie receptora en su posición ensamblada de forma que la digitalización de la superficie receptora interseca con las creces de la superficie de acoplamiento de la segunda parte de aeronave,
- el modelo en un programa de ordenador también está configurado para obtener un modelo diseñado por ordenador de la segunda pieza de aeronave en el que la superficie de acoplamiento de la segunda parte de aeronave adaptada para ser ensamblada sobre la superficie receptora de la primera parte de aeronave está configurada para encajar con la superficie receptora digitalizada,

-un sistema de mecanizado configurado para mecanizar el modelo obtenido por diseño computarizado de la segunda parte de aeronave.

La primera parte de aeronave y el modelo computarizado de la primera y la segunda partes de aeronave comprenden un conjunto de elementos de referencia configurados para alinear los elementos de referencia digitalizados con el modelo computarizado de la primera y la segunda partes de aeronave.

Resumiendo, el sistema y el método reivindicados proporcionan las siguientes ventajas:

-Reducción de costes de utillajes.

-Reducción del tiempo de fabricación.

-Eliminación o reducción drástica del uso de líquidos o sólidos de cuña.

-Reducción del mantenimiento de utillajes.

-Fabricación a medida de componentes con un análisis detallado de cada uno y con trazabilidad dimensional.

Descripción breve de los dibujos

Para completar la descripción y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de la invención, se proporciona un conjunto de dibujos. Dichos dibujos forman una parte integral de la descripción e ilustran ejemplos de realización preferidos de la invención. Los dibujos comprenden las figuras siguientes.

La figura 1 muestra una vista en perspectiva de un modo de realización de una primera y una segunda parte de aeronave ensambladas, estando la primera estructura de aeronave montada sobre una estructura de soporte.

La figura 2 muestra una vista en perspectiva de la intersección de una superficie receptora digitalizada de la primera estructura de aeronave y un modelo CAD de la segunda estructura de aeronave.

La figura 3 muestra una vista en perspectiva del modelo CAD de la segunda estructura de aeronave que tiene una superficie de acoplamiento obtenida a partir de la superficie receptora.

Descripción detallada de la invención

La figura 1 expone un modo de realización que muestra una primera parte de aeronave (1) acoplada a una estructura soporte (6) que comprende un conjunto de elementos de referencia (5), específicamente un conjunto de superficies de referencia, y tres superficies receptoras (3) pertenecientes a la primera parte de la aeronave (1), receptoras de tres segundas partes de aeronave (2), específicamente, tres accesorios adaptados para unirse a las tres superficies receptoras (3) pertenecientes a la primera parte de la aeronave (1).

Los elementos de referencia (5) se usarán para alinear adecuadamente la superficie receptora digitalizada (3) con el modelo diseñado por ordenador (CAD) de la primera (1) y de la segunda (2) partes de aeronave. Por tanto, el conjunto de elementos de referencia (5) colabora en la

alineación adecuada de la nube de puntos con el modelo CAD. Otra posibilidad, aunque menos preferida, es colocar los elementos de referencia (5) directamente sobre la primera parte de aeronave (1). La ventaja de colocar los elementos de referencia (5) en una estructura soporte (6) de la primera parte de aeronave (1) es que la parte de aeronave (1) no necesita manipularse para colocar o eliminar los elementos de referencia (5) además que la misma estructura soporte (6) con sus elementos de referencia (5) puede ser utilizada para el ensamblado de varias partes de aeronave (1, 2) del mismo tipo.

Por tanto, sería recomendable una estructura soporte (6) que comprende los elementos de referencia (5), esto es, una estructura externa soporte (6) que se usará para colocar los elementos de referencia (5). Esta estructura soporte (6) requiere alguna estabilidad dimensional pero no tan restrictiva como en el caso de los utillajes.

Así, el método comprende los pasos siguientes:

- a) proporcionar una primera parte de aeronave (1) que comprende al menos una superficie receptora (3) sobre la que se ensambla una superficie de acoplamiento (4) de una segunda parte de aeronave (2),

- b) proporcionar en un programa de ordenador un modelo de la primera (1) y de la segunda (2) partes de aeronave ubicadas en su posición ensamblada,

- c) digitalizar mediante un sistema de digitalización la superficie receptora (3) de la primera parte de aeronave (1) obteniendo una superficie digitalizada,

- d) colocar la digitalización de la superficie receptora (3) en el modelo computarizado de la primera (1) y de la segunda (2) partes de aeronave en la posición ensamblada. Donde el método comprende adicionalmente los pasos siguientes para alinear dicha superficie receptora digitalizada (3) con el modelo diseñado por ordenador de la primera (1) y de la segunda (2) partes de aeronave:

  - d.1) proporcionar un conjunto de elementos de referencia (5) acoplados con la primera parte de aeronave (1),
  - d.2) proporcionar un modelo computarizado de la primera (1) y de la segunda (2) partes de aeronave que comprenden dicho conjunto de elementos de referencia (5),

- d.3) digitalizar mediante un sistema de digitalización el conjunto de elementos de referencia (5),
- d.4) alinear los elementos de referencia (5) digitalizados con el modelo computarizado de la primera (1) y de la segunda (2) partes de aeronave,

- e) obtener a partir del modelo computarizado del segundo paso y de la superficie receptora (3) digitalizada, un modelo diseñado por ordenador de la segunda parte de aeronave (2) en el que la superficie de acoplamiento (4) de la segunda parte de aeronave (2) adaptada para ensamblarse en la superficie receptora (3) de la primera parte de aeronave (1) ajuste con la superficie receptora (3) digitalizada,

- f) mecanizar la segunda parte de aeronave (2) a ensamblar a partir del modelo computarizado de dicha segunda parte de la aeronave (2) obtenido en el paso anterior,

- g) ensamblar la segunda parte de aeronave (2) mecanizada con la primera parte de aeronave (1) proporcionada,

donde el modelo de la segunda parte (2) de aeronave comprende creces de mecanizado (8) en su superficie de acoplamiento (4) y donde se coloca la digitalización de la superficie receptora (3) en el modelo computarizado de la primera (1) y de la segunda (2) partes de aeronave en la posición ensamblada de forma que la digitalización de la superficie receptora (3) interseca con las creces de mecanizado (8) de la superficie de acoplamiento (4) de la segunda (2) parte de aeronave.

Una vez que los elementos de referencia (5) están establecidos y digitalizados, el paso siguiente es generar una nube de puntos que servirá como base para la obtención de las superficies deseadas. En esta digitalización, la información se ha conseguido tanto de la superficie receptora (3) como del conjunto de elementos de referencia (5) que se pueden usar para la alineación.

Como se ha expresado anteriormente, una vez que se han obtenido los resultados del proceso de digitalización, deben alinearse con el modelo CAD. La exactitud de este proceso de alineación es importante para conseguir un resultado preciso, y requiere la elección adecuada de los elementos de referencia de alineación (5). En este sentido, es recomendable que los elementos de referencia (5) usados en el proceso de alineación se distribuyan uniformemente

por toda la primera estructura de aeronave (1) o por toda la estructura soporte (6), según sea el caso.

Una vez que se ha procesado la nube de puntos obtenidos en el proceso de digitalización, dicha nube de puntos se exportará en un formato apropiado, por ejemplo .asc, al programa de modelado elegido, esto es, CATIA. Es importante señalar que en este punto es recomendable tener en cuenta un conjunto de consideraciones:

1. Cuanto más uniforme sea la distribución de puntos generada en la nube de puntos, mejor será la superficie generada.
2. Habiendo alineado previamente todos los elementos del conjunto medido, la situación de estos respecto al modelo CAD será correcta.

Una vez que la nube de puntos está disponible, el método comprende el paso siguiente c.1) que sería, opcionalmente, establecer los parámetros para crear una función matemática (7) de la superficie receptora (3), por tanto, se extrae una función matemática (7) de la nube de puntos de la superficie receptora (3) usando un programa informático.

Con una función matemática (7) de la superficie receptora (3) generada a partir de la nube de puntos, y dado que tiene la posición apropiada para intersecar con el modelo CAD teórico de la segunda parte de aeronave (2), se generará el modelo final de la segunda parte de aeronave (2) para fabricación. Así, una operación sencilla de compensado nos permitirá obtener la morfología deseada respecto al accesorio teórico del ejemplo de realización.

Como se ha expresado anteriormente, el modelo CAD de la segunda parte de aeronave (2) comprende creces de mecanizado (8) para su mecanizado y ajuste posteriores sobre la superficie receptora (3). Es importante recordar que como los accesorios que se posicionan comprenden creces de mecanizado (8), aparecerán intersecciones entre las superficies receptoras y dichos accesorios. Estas intersecciones se usarán para cortar posteriormente la longitud de los accesorios.

Adicionalmente, en un modo de realización, para digitalizar la primera parte de aeronave (1) completa, se ejecuta una pluralidad de pasos de digitalización, digitalizando así la primera parte de aeronave (1) en secciones que posteriormente se alinean. Por ejemplo, cuando se crean sombras debidas a la forma de la primera parte de aeronave (1) que hacen necesaria

la digitalización de la parte (1) desde puntos de vista diferentes o cuando la primera parte de aeronave (1) es demasiado grande para digitalizarse en un solo paso.

Para alinear adecuadamente las secciones diferentes de digitalización para formar la primera parte de aeronave (1) completa, se colocan objetivos de alineación sobre la estructura de soporte (6) o sobre la primera parte de aeronave (1). Como se ha explicado previamente para los elementos de referencia (5), se prefiere colocar los objetivos de alineación sobre la estructura soporte (6) por las mismas razones expuestas arriba.

En un modo de realización, los objetivos de alineación son pegatinas pequeñas que se colocan sobre la superficie de la estructura soporte (6). Usando métodos ópticos, como fotogrametría, se puede obtener con gran precisión la posición relativa de los objetivos de alineación, dichos objetivos de alineación definen un esqueleto fotogramétrico de la estructura soporte (6). Las posiciones se usarán para ensamblar las diferentes nubes de puntos obtenidas en el proceso de digitalización. El esqueleto de fotogrametría se usa simplemente para hacer referencia o solapar las tomas diferentes que se hacen del elemento aeronáutico, y sobre todo para reducir los errores de medida.

Usando un sistema de digitalización de alta resolución, la superficie receptora (3) se digitalizará, alineando automáticamente la superficie (3) digitalizada con el esqueleto de fotogrametría de la estructura soporte (6) gracias al reconocimiento del objetivo. Por tanto, se ejecutan los pasos c.2) siguientes:

- c.2.1) proporcionar un conjunto de objetivos de alineación acoplados a la primera parte de aeronave (1),
- c.2.2) definir un esqueleto fotogramétrico de los objetivos de alineación acoplados a la primera parte de aeronave (1),
- c.2.3) proporcionar un modelo computarizado de la primera (1) y la segunda (2) partes de aeronave que comprenden dicho conjunto de objetivos de alineación,
- c.2.4) digitalizar mediante un sistema de digitalización el conjunto de objetivos de alineación,
- c.2.5) alinear el esqueleto fotogramétrico con el modelo de programa de ordenador de la primera parte de aeronave (1),
- c.2.6) digitalizar la superficie receptora (3).

Más específicamente en un modo de realización, se ejecutan los pasos siguientes:

- Colocar un conjunto de objetivos de alineación, por ejemplo, pegatinas, en secciones diferentes de la estructura soporte (6) de la primera parte de aeronave (1) que servirán como puntos de referencia de las tomas distintas a efectuar.
- Producir un esqueleto fotogramétrico a partir del conjunto de elementos de objetivo.
- Alinear el esqueleto fotogramétrico que comprende los elementos de objetivo con el modelo CAD de la primera parte de aeronave (1).
- Digitalizar las zonas receptoras (3) mediante un sistema de digitalización de alta resolución.

REIVINDICACIONES

1.- Método de fabricación y ensamblaje de partes de una aeronave que comprende los pasos siguientes:

- a) proporcionar una primera parte de aeronave (1) que comprende al menos una superficie receptora (3) sobre la que se ensambla una superficie de acoplamiento (4) de una segunda parte de aeronave (2),

- b) proporcionar en un programa de ordenador un modelo de la primera (1) y de la segunda (2) partes de aeronave ubicadas en su posición ensamblada,

- c) digitalizar mediante un sistema de digitalización la superficie receptora (3) de la primera parte de aeronave (1) obteniendo una superficie digitalizada,

- d) colocar la digitalización de la superficie receptora (3) en el modelo computarizado de la primera (1) y de la segunda (2) partes de aeronave en la posición ensamblada

- e) obtener a partir del modelo computarizado del segundo paso y de la superficie receptora (3) digitalizada, un modelo diseñado por ordenador de la segunda parte de aeronave (2) en el que la superficie de acoplamiento (4) de la segunda parte de aeronave (2) adaptada para ensamblarse en la superficie receptora (3) de la primera parte de aeronave (1) ajuste con la superficie receptora (3) digitalizada,

- f) mecanizar la segunda parte de aeronave (2) a ensamblar a partir del modelo computarizado de dicha segunda parte de la aeronave (2) obtenido en el paso anterior,

- g) ensamblar la segunda parte de aeronave (2) mecanizada con la primera parte de aeronave (1) proporcionada,

estando el método caracterizado por que

el modelo de la segunda parte (2) de aeronave comprende creces de mecanizado (8) en su superficie de acoplamiento (4) y por que se coloca la digitalización de la superficie receptora (3) en el modelo computarizado de la primera (1) y de la segunda (2) partes de aeronave en

la posición ensamblada de forma que la digitalización de la superficie receptora (3) interseca con las creces de mecanizado (8) de la superficie de acoplamiento (4) de la segunda (2) parte de aeronave, y por que el método comprende adicionalmente los pasos siguientes para alinear dicha superficie receptora digitalizada (3) con el modelo diseñado por ordenador de la primera (1) y de la segunda (2) partes de aeronave:

- d.1) proporcionar un conjunto de elementos de referencia (5) acoplados con la primera parte de aeronave (1),

- d.2) proporcionar un modelo computarizado de la primera (1) y de la segunda (2) partes de aeronave que comprenden dicho conjunto de elementos de referencia (5),

- d.3) digitalizar mediante un sistema de digitalización el conjunto de elementos de referencia (5),

- d.4) alinear los elementos de referencia (5) digitalizados con el modelo computarizado de la primera (1) y la segunda (2) partes de aeronave.

2.- Método de fabricación y ensamblaje de partes de una aeronave, según la reivindicación 1, que comprende adicionalmente el paso previo de proporcionar la primera parte de aeronave (1) sobre una estructura soporte (6), dicha estructura soporte (6) comprendiendo los elementos de referencia (5).

3.- Método de fabricación y ensamblaje de partes de una aeronave, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la superficie digitalizada de la superficie receptora (3) de la primera parte de aeronave (1) está formada por una nube de puntos y el método comprende además el paso c.1) de obtener una función matemática (7) a partir de la nube de puntos mediante un sistema de procesado computarizado.

4.- Método de fabricación y ensamblaje de partes de una aeronave, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la digitalización de la primera parte de aeronave (1) se ejecuta en pasos de secciones diferentes de la primera parte de aeronave (1) que posteriormente se alinean para formar la parte completa de aeronave (1).

5.- Método de fabricación y ensamblaje de partes de una aeronave, según la reivindicación 4, que comprende adicionalmente los pasos c.2) siguientes para la alineación de las diferentes secciones de la primera parte de la aeronave (1):

- c.2.1) proporcionar un conjunto de objetivos de alineación acoplado a la primera parte de aeronave (1),

- c.2.2) definir un esqueleto fotogramétrico de los objetivos de alineación acoplados a la primera parte de aeronave (1),

- c.2.3) proporcionar un modelo computarizado de la primera (1) y de la segunda (2) partes de aeronave que comprenden dicho conjunto de objetivos de alineación,

- c.2.4) digitalizar mediante un sistema de digitalización el conjunto de objetivos de alineación,

- c.2.5) alinear el esqueleto fotogramétrico con el modelo computarizado de la primera parte de aeronave (1),

- c.2.6) digitalizar la superficie receptora (3).

6.- Sistema de fabricación y ensamblaje de partes de una aeronave, caracterizado por que comprende:

- un modelo en un programa de ordenador de la primera (1) y de la segunda (2) partes de aeronave configuradas para estar colocadas en sus posiciones de ensamblaje, la primera parte de aeronave (1) está configurada para tener al menos una superficie receptora (3) sobre la que una superficie de acoplamiento (4) de la segunda parte de aeronave (2) se va a ensamblar,

- un sistema de digitalización configurado para digitalizar la superficie receptora (3) de la primera parte de aeronave (1),

  - el modelo en un programa de ordenador está configurado para colocar la digitalización de la superficie receptora (3) en la posición de ensamblaje,

- el modelo en un programa de ordenador también está configurado para obtener un modelo diseñado por ordenador de la segunda parte de aeronave (2) en el que la superficie de acoplamiento (4) de la segunda parte (2) adaptada para ensamblarse en la superficie receptora (3) de la primera parte (1) está configurada para encajar con la superficie receptora (3) digitalizada,

- un sistema de mecanizado configurado para mecanizar el modelo diseñado por ordenador de la segunda parte (2),

estando el sistema caracterizado por que el modelo de la segunda parte de aeronave (2) comprende creces de mecanizado en su superficie de acoplamiento, estando el modelo en un programa de ordenador configurado para colocar la digitalización de la superficie receptora (3) en la posición de ensamblaje de forma que la digitalización de la superficie receptora (3) interseca con las creces de mecanizado (8) de la superficie de acoplamiento (4) de la segunda parte de aeronave (2) y donde la primera parte de aeronave (1) y el modelo computarizado de la primera (1) y la segunda (2) partes de aeronave comprenden un conjunto de elementos de referencia (5) configurados para alinear los elementos de referencia (5) digitalizados con el modelo computarizado de la primera (1) y la segunda (2) partes de aeronave.

7.- Sistema de fabricación y ensamblaje de partes de una aeronave, según la reivindicación 6, que comprende una estructura soporte (6) de la primera parte de aeronave (1), dicha estructura soporte (6) comprende los elementos de referencia (5).

8.- Sistema de fabricación y ensamblaje de partes de una aeronave, según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 7, donde el sistema de digitalizado está configurado para obtener una nube de puntos de la digitalización de la superficie receptora (3) de la primera parte de aeronave (1) y el sistema de fabricación y ensamblaje comprende un sistema de procesado configurado para definir una función matemática para la superficie receptora (3) a partir de la nube de puntos y para obtener un modelo diseñado por ordenador de la segunda parte (2) en el que la superficie de la segunda parte (2) adaptada para ensamblarse sobre la superficie receptora (3) de la primera parte de aeronave (1) se adapta a la superficie receptora matemática (3).

9.- Sistema de fabricación y ensamblaje de partes de una aeronave, según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, que comprende:

- un conjunto de objetivos de alineación acoplados a la primera parte de aeronave (1),

- un sistema fotogramétrico configurado para digitalizar los objetivos de alineación y para definir un esqueleto fotogramétrico de dichos objetivos de alineación,

- el modelo computarizado de la primera (1) y de la segunda (2) partes de aeronave que comprenden dicho conjunto de objetivos de alineación,

- el sistema de digitalización configurado para digitalizar el conjunto de objetivos de alineación,

- el modelo computarizado configurado para el esqueleto fotogramétrico con el modelo en un programa de ordenador de la primera parte de aeronave (1).

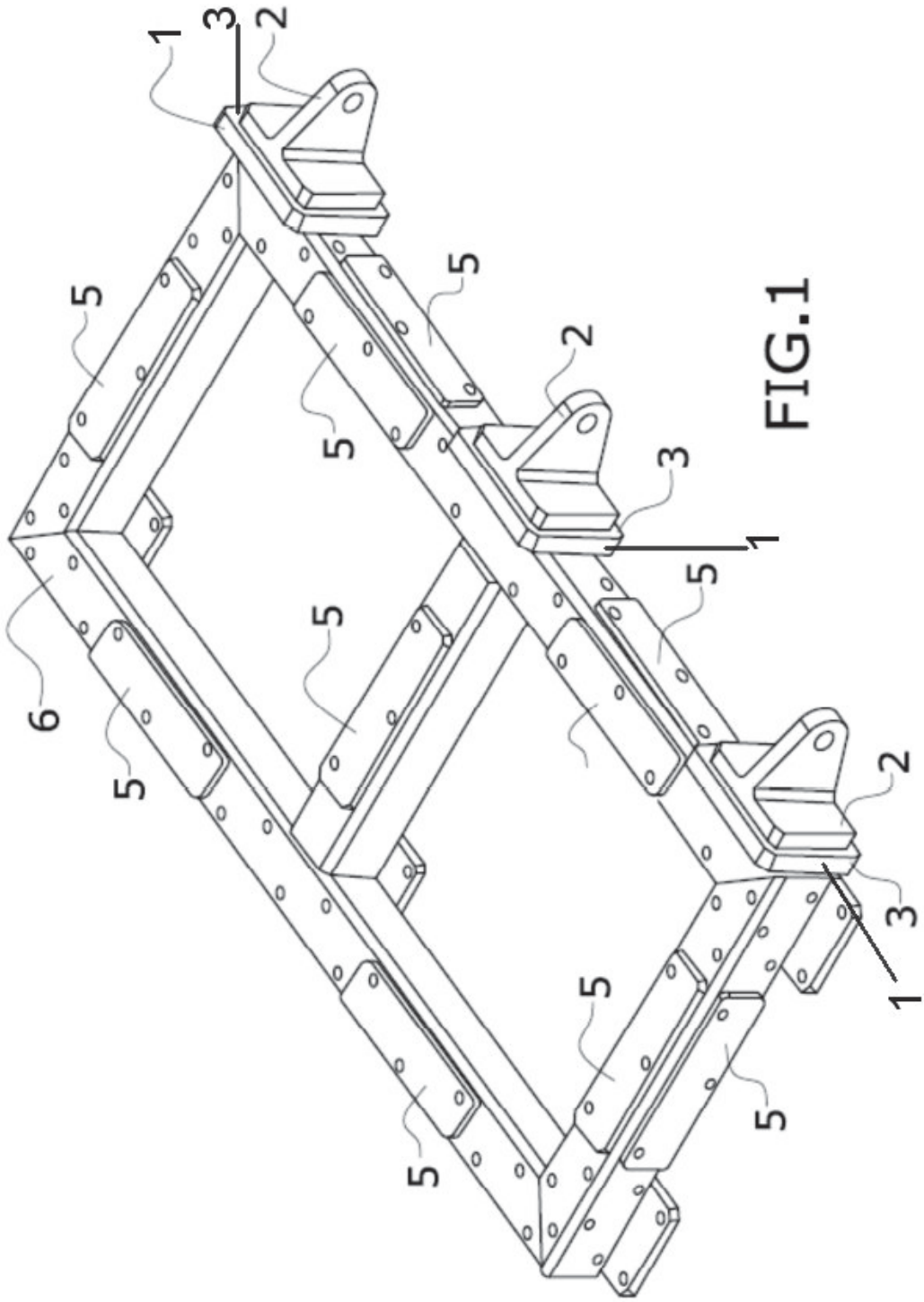


FIG.1

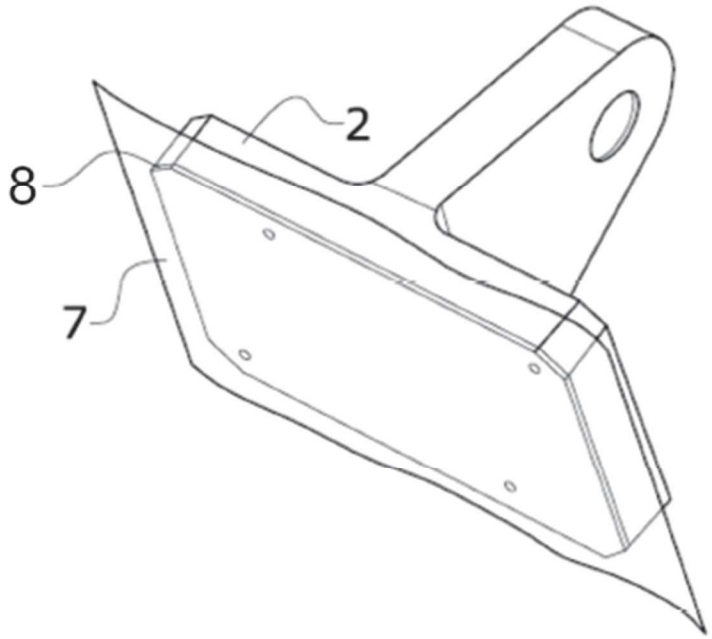


FIG.2

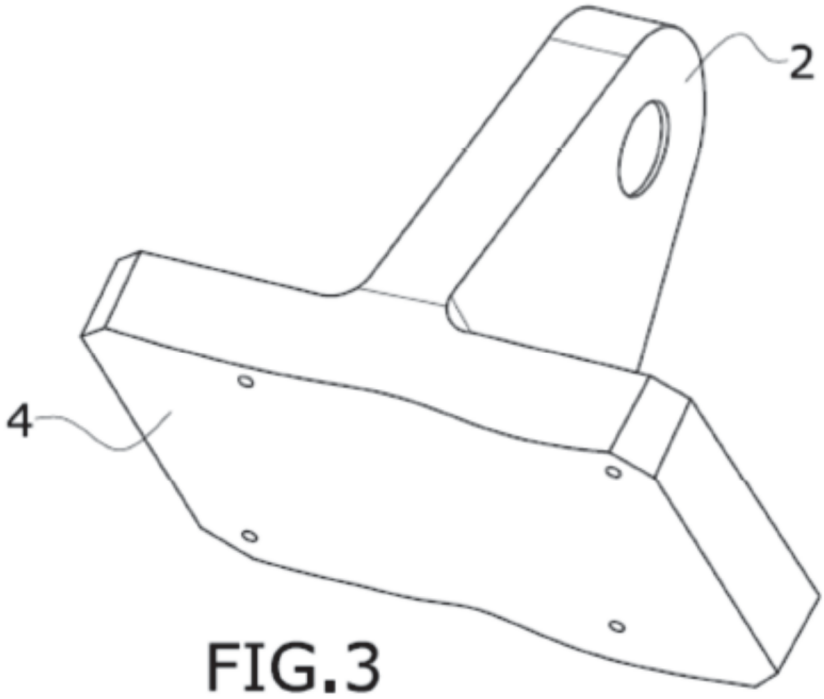


FIG.3