

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 382 078**

51 Int. Cl.:

B29C 70/38

(2006.01)

B29C 70/30

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08171011 .3**

96 Fecha de presentación: **08.12.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2067611**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.06.2009**

54 Título: **Método de fabricación de compuestos modulares**

30 Prioridad:
07.12.2007 US 952222

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
05.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
05.06.2012

73 Titular/es:
**The Boeing Company
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-2016, US**

72 Inventor/es:
**Brennan, Joseph D;
Jones, Darrell D y
Willden, Kurtis S**

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

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).

ES 2 382 078 T3

DESCRIPCIÓN

Método de fabricación de compuestos modulares.

5 CAMPO TÉCNICO

Esta invención se refiere en términos generales a la producción de aeronaves. Más particularmente, la invención se refiere a métodos y aparatos de fabricación en los que utilizan módulos compuestos para fabricar componentes y estructuras.

10 ANTECEDENTES

Algunos componentes de aeronaves comerciales modernos, tales como por ejemplo la piel del fuselaje de los aeronaves, pueden fabricarse mediante máquinas avanzadas para la colocación de fibras (AFP, advanced fiber placement). El proceso línea de base de la utilización de máquinas de AFP para los procesos de producción de aeronaves puede requerir una elevada inversión de capital en la adquisición de muchas máquinas de AFP, herramientas, superficie de piso necesarios en el taller de producción, y personal. Con los coeficientes actuales de deposición mediante AFP (por ejemplo, de aproximadamente 7 kg/h (15 libras/hora)), puede ser necesario una gran cantidad de máquinas de AFP para colocar la cantidad de material que es necesaria para soportar los coeficientes de producción aceptables de las aeronaves comerciales.

20 Por ello, se necesita un método de fabricación que pueda tener una capacidad de coeficientes relativamente elevados y bajos requerimientos en materia de inversión de capital, y que no requiera operadores y programadores habilidosos para su implementación.

25 En el documento EP 1995045, se revela un kit de acumulación por patrones prediseñados, y un método de producción.

En el documento EP 1995044 se revela método y aparato para la colocación por acumulación.

30 En el documento US 5954898 se revela un método y sistema para fabricar partes a partir de materiales compuestos. El método incluye acumular capas compuestas, quitar volumen a las capas mediante la aplicación de una presión, y calentar las capas de volumen disminuido mientras se las mantiene en la forma final de la parte con una fuerza suficiente para obtener y mantener la forma, espesor y densidad, de la parte.

35 COMPENDIO

La presente invención consiste en un método de fabricación modular compuesta, definido en la reivindicación 1 de las reivindicaciones adjuntas. En términos generales, la invención está orientada a un método de fabricación de compuestos. Una forma de realización ilustrativa del método incluye proveer una pluralidad de módulos compuestos; inspeccionar los módulos compuestos; proveer una herramienta de curado, y colocar los módulos compuestos sobre la herramienta de curado.

40 El método provee un elevado coeficiente de producción y requiere solamente una baja inversión de capital. Por otra parte, es posible que el método de producción no requiera operadores y programadores especializados para su implementación.

45 Opcionalmente, dicha herramienta de curado comprende una herramienta de moldeo exterior en la línea.

Opcionalmente, dicha herramienta de curado comprende una herramienta de moldeo interior en línea.

50 La presente invención también provee un avión fabricado mediante el método de producción modular compuesta.

La presente invención también provee un método para producir una estructura compuesta, que comprende:

55 proveer una herramienta;
proveer una pluralidad de módulos; y
colocar los módulos sobre la herramienta, de manera tal que:

cada uno de los módulos sea adyacente a por lo menos otro de los módulos; y
los módulos adyacentes puedan adherirse entre sí de manera de formar una estructura compuesta.

60 Opcionalmente, dicho paso de la colocación comprende colocar más de un módulo sobre la herramienta de manera sustancialmente simultánea.

Opcionalmente, el paso de la colocación comprende colocar los módulos sobre una herramienta de una manera secuencial, comprendiendo el método además:

65

realizar un procedimiento post-colocación sobre uno de los módulos que ha sido colocado sobre la herramienta, mientras se coloca un módulo subsiguiente sobre la herramienta.

5 Opcionalmente, dicho paso de la realización incluye inspeccionar uno de los módulos que ha sido colocado sobre la herramienta.

Opcionalmente, dicho paso de la realización incluye trabajar sobre una unión o junta formada entre módulos adyacentes.

10 Opcionalmente, el método comprende además curar la estructura compuesta.

La invención presente también provee un método para fabricar una estructura compuesta, que comprende:

15 preparar un módulo para su acumulación sobre una herramienta; y
colocar sobre la herramienta un módulo que ya ha sido preparado de acuerdo con dicho paso de preparación; siendo dichos pasos de preparación y de acumulación, realizables de manera sustancialmente simultánea.

Opcionalmente, dicho paso de la colocación comprende colocar una pluralidad de módulos sobre la herramienta, de manera tal que por lo menos dos de los módulos puedan ser colocados sobre la herramienta de una manera sustancialmente simultánea.

20 Opcionalmente, dicho paso de la colocación comprende colocar una pluralidad de los módulos sobre la herramienta de curado de una manera secuencial, comprendiendo el método además:

25 realizar un procedimiento de poscolocación sobre por lo menos uno de los módulos que ha sido colocado sobre la herramienta mientras se coloca un módulo subsiguiente sobre la herramienta; comprendiendo dicho procedimiento de poscolocación, un procedimiento de inspección; en donde dicho paso de la realización y dicho paso de colocar un módulo subsiguiente pueden llevarse a cabo de una manera sustancialmente simultánea.

30 Opcionalmente, dicho paso de la realización incluye trabajar sobre una junta o unión formada entre módulos colocados adyacentemente.

35 La presente invención también provee un método para producir una estructura compuesta mediante la utilización de una pluralidad de módulos prefabricados, comprendiendo el método:

40 preparar uno de los módulos para acumulación;
acumular un módulo preparado, de los módulos preparados; y
llevar a cabo un procedimiento de postacumulación sobre uno de los módulos acumulados; en donde dichos pasos de preparación, de acumulación y de llevar a cabo, pueden llevarse de manera de una manera sustancialmente simultánea.

Opcionalmente, el método comprende además los pasos consistentes en:

45 acumular una pluralidad de módulos de manera tal que por lo menos dos de los módulos sean acumulados de manera sustancialmente simultánea o de una manera secuencial; y
llevar a cabo un procedimiento de inspección sobre por lo menos uno de entre la pluralidad de módulos que ha sido acumulado, o un procedimiento de unión entre módulos adyacentemente acumulados mientras se acumula un módulo subsiguiente, en donde dicho paso de la realización y dicho paso de la acumulación de un módulo subsiguiente se llevan a cabo de una manera sustancialmente simultánea.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS ILUSTRACIONES

55 La Figura 1 es una vista superior esquemática de un sistema de producción que es adecuado para implementar una forma de realización ilustrativa del método modular compuesto para la fabricación de pieles de fuselaje.

La Figura 2 es una vista en perspectiva de un sistema de producción que es adecuado para la implementación de una forma de realización ilustrativa del método modular compuesto para la fabricación de pieles de fuselaje.

60 La Figura 3 es una vista extrema de una máquina SADL (semi-automated doubler locator, localizador doblador semiautomatizada), de una máquina para recoger y colocar, y de una herramienta de curado.

La Figura 4 es un diagrama de flujo que resume una forma de realización ilustrada del método modular compuesto para la fabricación de pieles de fuselaje.

La Figura 5 es un diagrama de flujo de una metodología para la producción y servicio de aeronaves.

La Figura 6 es un diagrama de recuadros de una aeronave.

65 La Figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra formas de realización para la producción de estructuras compuestas.

La Figura 8 ilustra formas de realización adicionales para fabricar estructuras compuestas.

La Figura 9 es una vista en sección transversal de módulos compuestos colocados adyacentemente entre sí.

DESCRIPCIÓN DETALLADA.

Refiriéndonos inicialmente a las Figuras 1- 3 de los dibujos, en los mismos puede observarse un sistema de producción que es adecuado para la implementación de una forma de realización ilustrativa del método de producción modular compuesta, indicado en términos generales mediante el número de referencia 1. El sistema de producción 1 se muestra en vista superior en la Figura 1 y en una vista en perspectiva en la Figura 2. El método de producción modular compuesta puede utilizar un equipo simple, correctamente dimensionado, para permitir la deposición de materiales compuestos en procesos en paralelo en lugar de en serie, como parte de la fabricación de fuselajes o de otras partes compuestas para aeronaves. La utilización de un enfoque de proceso en paralelo para la laminación automatizada de módulos de piel para fuselajes de aeronaves, o de otras partes, puede reducir drásticamente el tiempo de flujo requerido para fabricar una parte individual. Esto puede reducir la inversión de capital necesario, la superficie necesaria para el taller y el personal de soporte requerido para fabricar pieles compuestas de fuselaje para aeronaves u otras partes. Por otra parte, es posible utilizar el método en la fabricación de partes compuestas en formas de capas planas acumuladas tales como pieles para el fuselaje de aeronaves, por ejemplo y sin limitación, o de partes compuestas de capas acumuladas contorneada tales como las pieles de alas y estabilizadores de aeronaves, a título de ejemplo y sin limitación. Puede utilizarse el método para fabricar paneles, secciones de cuartos, secciones de semifuselaje, secciones de fuselaje superiores a la mitad, o secciones de cuerpo entero.

Como se muestra en las Figuras 1 y 2, el sistema de producción 1 puede incluir una o múltiples máquinas de acumulación de cintas planas (FTLMs, flat tape lay up machines) 2 para facilitar la fabricación de partes compuestas de acumulación planas tales como pieles de fuselaje de aeronaves, por ejemplo sin limitación. A título adicional o como alternativa, el sistema de producción 1 puede incluir una o más máquinas de acumulación de tipo contorno (CTLMs, contour type layup machines) (no se muestra) para facilitar la fabricación de partes compuestas acumulativas contorneadas tales como la piel de alas de aeronaves, piel de nariz y y/o piel de la cola, por ejemplo y sin limitación. El FTLM y el CTML pueden tener un diseño que es conocido de las personas con pericia en la especialidad. Si bien en lo que sigue se describirá una estructura y método, dados a título de ejemplo, para operar el FTLM 2, debe reconocerse y entenderse que es posible utilizar el mismo método de operación con respecto a uno o más CTLMs además de, o en lugar de los FTLMs 2.

Cada FTLM 2 puede incluir un par de rieles de pista de bastidor de forma general alargada, paralelos, separados entre sí, 3. Un bastidor de carruaje 4 puede abarcar y estar adaptado para recorrer en forma transversal, en ambas direcciones, los rieles de pista del bastidor, 3. El bastidor de carruaje 4 puede incluir un par de miembros de bastidor de forma general alargada, paralelos, separados entre sí, 5. Los miembros de bastidor de carruaje, 5, pueden estar orientados en una relación generalmente perpendicular con respecto a los rieles de pista de bastidor, 3.

Es posible adaptar un carruaje de corte 6 para atravesar en dirección bidireccional los miembros de bastidor de carruaje 5, del bastidor de carruaje 4. Un motor de carruaje (no se muestra) puede acoplarse con el carruaje de corte 6 a efectos de facilitar el movimiento de carruaje de corte 6 sobre el bastidor de carruaje 4. Puede proveerse un dispositivo de corte 7 sobre el carruaje de corte 6. En algunas formas de realización, el dispositivo de corte 7 puede ser una cuchilla ultrasónica, si bien pueden utilizarse implementos de corte alternativos conocidos de la persona con pericia en la especialidad que sean adecuados para esta finalidad.

Es posible prever una pista para la rotación de una plataforma de transferencia, 10, que puede ser circular o anular, entre los rieles de pista de bastidor, 3, y por debajo del bastidor de carruaje, 4. Puede haberse provisto de manera removible una plataforma de transferencia 4 sobre la pista para la rotación de la plataforma de transferencia 10. La plataforma de transferencia 14 puede tener una forma general cuadrada. Las porciones esquineras 14a de la plataforma de transferencia, 10, de acuerdo con los conocimientos de la persona con pericia en la especialidad tal como mediante rodillos (no se muestra), por ejemplo y sin limitación. Como se describirá en lo que sigue, es posible colocar una lámina portadora 16 sobre la plataforma de transferencia 14. Puede colocarse un módulo compuesto 18 sobre la lámina portadora 16. La plataforma de transferencia 14 puede hacerse rotar sobre la pista para la rotación de la plataforma de transferencia, 10; el bastidor de carruaje, 4, puede moverse a lo largo de los rieles de la pista de bastidor, 3, y el carruaje de corte 6 puede moverse a lo largo de los miembros del bastidor de carruaje, 5, del bastidor de carruaje, 4, a efectos de facilitar el corte del módulo compuesto 18 a lo largo de uno o más ejes seleccionados, mediante la operación del dispositivo de corte 7.

Como se muestra en las Figuras 1-3, el sistema de producción 1 puede además incluir una máquina SADL (doblador localizador semiautomatizada), 22. La máquina SADL 22 puede incluir un pedestal 23 que puede ser hecho transportable mediante múltiples ruedas de pedestal, 24. Sobre el pedestal 23 puede proveerse una plataforma formadora de módulos, 25. La plataforma formadora de módulos, 25, puede estar adaptada para recibir y soportar una lámina portadora 16 sobre la cual se deposita un módulo compuesto 18 para fines que se definirán en lo que sigue.

Tal como también se muestra en las Figuras 1- 3, el sistema de producción 1 puede además incluir una máquina de recoger y colocar, 30. Tal como se muestra en las Figuras 1 y 2, la máquina de recoger y colocar, 30, puede estar situada en una posición generalmente adyacente a la máquina SADL 22. Como también se muestra en la Figura 1, en algunas formas de realización puede proveerse una máquina SADL 22 en una posición generalmente adyacente a los extremos respectivos de la máquina de recoger y colocar 30. La máquina de recoger y colocar 30 puede incluir una grúa de pórtico 31 que tiene un par de rieles de forma general alargada, paralelos entre sí, separados entre sí, 32. Los rieles 32 de la grúa de pórtico 31 pueden estar soportados, cada uno de ellos, por múltiples soportes de riel, separados entre sí, 33, como se muestra en la Figura 3. Por lo menos un carruaje de cabezal de colocación 36, puede abarcar y acoplarse de manera deslizable con los rieles 32 de la grúa de pórtico 31. Cada carruaje de cabezal de colocación 36 puede estar adaptado para recorrer de manera bidireccional los rieles 32, tal como se indica mediante la doble flecha 8 en la Figura 1. Un motor de carruaje (no se muestra) puede acoplarse con cada carruaje de cabezal de colocación 36 a efectos de facilitar el movimiento del carruaje de cabezal de colocación 36 sobre los rieles 32. Como se muestra en las Figuras 2 y 3, puede haber un cabezal colocador de módulos, 40, suspendido desde cada carruaje de cabezal de colocación 36. El cabezal de colocación de módulos, 40, puede incluir un vástago de cabezal 41 y un miembro de acoplamiento con un módulo, de forma general curvada o arqueada, 42. El vástago de cabezal 41 del cabezal de colocación de módulos 40, puede estar fijado al carruaje de cabezal de colocación, 36, para lo cual se utiliza cualquier técnica adecuada conocida de la persona con pericia en la especialidad. En algunas formas de realización, por lo menos un reborde 37 para la montura del cabezal, se extiende desde el carruaje del cabezal de colocación, 36. Por lo menos una ménsula para la fijación del módulo, 44, se extiende desde el vástago del cabezal, 41. La ménsula para la fijación de módulos, 44, puede estar conectada al por lo menos un reborde para el montaje del cabezal, 37, mediante un miembro sujetador del cabezal.

Como también puede observarse en las Figuras 2 y 3, el miembro de acoplamiento con los módulos, 42, del cabezal colocador de módulos, 40, puede incluir una superficie formadora de módulos, de forma general convexa, 43. Un escáner 49 de un sistema de escaneo de inspección 46 puede estar adaptado para recorrer transversalmente la superficie formadora de módulos, 43, del miembro de acoplamiento con los módulos, 42. El escáner 49 puede estar fijado al miembro de acoplamiento con los módulos, 42, de acuerdo con el conocimiento de las personas con la pericia necesaria para esta finalidad. En algunas formas de realización, puede preverse una ranura de escáner de forma general alargada, curvada, 47, en el miembro de acoplamiento con los módulos, 42, generalmente adyacente y a lo largo de, la superficie formadora de módulos, 43. Una ménsula de escáner 48 puede acoplarse con la ranura de escáner 47 para atravesar la ranura de escáner 47. El escáner 49 puede estar provisto sobre la ménsula de escáner 48. Un motor de escáner (no se muestra) puede acoplarse con la ménsula de escáner 48 a efectos de facilitar el movimiento selectivo de la ménsula de escáner 48 en la ranura de escáner 47 y del escáner 49 a lo largo de, y adyacente a, la superficie formadora de módulo, 43, del miembro de acoplamiento con los módulos, 42. Puede haber un sistema de análisis y control de inspección (no se muestra) conectado al motor del escáner (no se muestra), del escáner 49, a efectos de facilitar el movimiento de escaneo del escáner 49 y para recuperar y analizar imágenes recibidas procedentes desde el escáner 49.

El sistema de producción 1 puede además incluir una herramienta, alma o molde de curado, 54. La herramienta de curado 54 puede ser una herramienta de curado OML (Outer Mold Line) o un IML (Inner Mold Line), por ejemplo sin limitación. Como se muestra en las Figuras 1, 2 y 3, la herramienta de curado 54 puede estar situada en una posición generalmente adyacente a la máquina SADL 22 y entre los rieles 32 de la máquina de recoger y colocar 30. Tal como se muestra en la Figura 3, en algunas formas de realización la herramienta de curado 54 puede incluir una base de herramienta 55 y lados de herramienta generalmente paralelos, separados entre sí, 56, que se extienden desde la base de la herramienta, 55. Puede haberse previsto una superficie generalmente curva o semicircular 57 para la colocación de módulos, 57, en la base de la herramienta, 55, y los lados de la herramienta, 56, y puede extenderse a lo largo de la longitud de la herramienta de curado 54. Sin embargo, debe reconocerse y entenderse que la herramienta de curado 54 (tal como en el caso de las herramientas de curado IML, por ejemplo) no han de tener necesariamente una sección transversal completamente cilíndrica o semicilíndrica, como se muestra con respecto a la superficie colocadora de módulos, 57, de la herramienta de curado 54. Bajo determinadas circunstancias en las que se desea utilizar el método de fabricación sobre cuartos de paneles, por ejemplo y sin limitación, podrían utilizarse herramientas de curado 54 que tienen tanto una configuración de OML como una configuración de IML. Por otra parte, la herramienta de curado 54 puede ser considerada como un molde, herramienta, herramienta de curado de ala o de estabilizador, o en cualquier configuración, en función de la parte que ha de fabricarse.

En una implementación típica del método de fabricación modular compuesta, es posible utilizar el método para fabricar la piel de un fuselaje de aeronave, 60 (Figura 1) mediante la utilización de los múltiples módulos compuestos 18. En función de la aplicación y de la parte que ha de fabricarse, cada módulo 18 puede incluir cualquier combinación de preimpregnado de fibras de carbono unidireccionales; tela preimpregnada de fibras de carbono; fibras de vidrio; KEVLAR[®] (poli (p-fenilenterteraftalimida); u otros materiales. Cada módulo 18 puede tener por lo menos un pliego. Sobre una plataforma de transferencia 14 puede colocarse inicialmente una lámina portadora, 16, sobre la cual puede depositarse un módulo compuesto 18. La plataforma de transferencia 14 puede ser colocada sobre la pista anular para la rotación de la plataforma de transferencia, 10, de un FTLM 2. El dispositivo de corte 7 sobre el carruaje de corte 6 puede ser operado para recortar o cortar el módulo compuesto 18 dándose a éste las dimensiones y forma deseadas. Durante la operación de recortado, corte o formación del módulo, el módulo

compuesto 18 puede ser posicionado en orientaciones seleccionadas con respecto al dispositivo de corte 7 mediante el movimiento del carruaje de corte 6 a lo largo de los miembros del bastidor de carruaje, 5, del bastidor de carruaje 4; el movimiento del bastidor de carruaje, 4, a lo largo de los rieles de pista del bastidor, 3; y/o una rotación de la plataforma de transferencia 14 sobre la pista para la rotación de la plataforma de transferencia, 10. Cada FTLM 2 puede facilitar la formación de módulos a elevada velocidad de los módulos compuestos 18 que han de formar la piel 60 para el fuselaje de una aeronave, 60, por lo cual se usa la tecnología del recorte neto.

Después de recorte o corte del módulo compuesto 18, es posible remover desde la pista para la rotación de la plataforma de transferencia 10, la plataforma de transferencia 14, sobre la cual está depositada la lámina portadora 16 y el módulo compuesto recortado o cortado 18. La plataforma de transferencia 14 puede ser transportada desde el FTLM 2 a una de las máquinas SADL 22. La remoción de la plataforma de transferencia 14 desde la pista para la rotación de la plataforma de transferencia, 10, y/o el transporte de la plataforma de transferencia 14, puede ser automatizados o manuales. En la máquina de SADL 22, la lámina portadora 16 puede ser retirada de la plataforma de transferencia 14 y colocada sobre la plataforma formadora de módulos, 25, de la máquina de SADL 22. La lámina portadora 16 puede estar provista con múltiples aberturas para trabajar con herramientas o indexadoras (no se muestra) que pueden estar indexadas con respecto a la máquina de SADL 22 a efectos de facilitar el posicionamiento y colocación correctos de la lámina portadora 16 sobre la plataforma formadora de módulos, 25.

Seguidamente puede operarse el carruaje del cabezal de colocación, 36, de modo que se deslice a lo largo de los rieles 32 sobre la grúa de pórtico 31 de la máquina de recoger y colocar 30, a efectos de posicionar el miembro que entra en contacto con el módulo, 42, del cabezal colocador de módulos, 40, directamente sobre el módulo compuesto 18. La plataforma formadora de módulos, 25, de la máquina SADL 22 puede seguidamente ser elevada contra la superficie formadora de módulos, 43, del miembro que entra en contacto con los módulos, 42, de manera de formar o dar contorno al módulo compuesto plano 18, dándole el contorno generalmente convexo de la superficie formadora de módulos 43, tal como se indica mediante línea de trazos en la Figura 3, por medio de un proceso de compactación de módulos. La formación y contorneo del módulo 18 con respecto a la superficie formadora de módulos, 43, del módulo de acoplamiento con los módulos, 42, pueden ser automatizados. A continuación es posible transportar módulos compuestos adicionales 18 desde la máquina FTLM 2 hacia la plataforma formadora de módulos, 25, de la máquina SADL 22, y conformárselo con respecto a la superficie formadora de módulos 43 del miembro que entra en contacto con los módulos, 42, de una manera laminada o de múltiples pliegos, en función de necesidad, de manera de lograr un espesor deseado para la piel de fuselaje de aeronave, 60 (Figura 1). Por lo tanto, es posible colocar sucesivos módulos compuestos 18 unos sobre otros de manera de formar un módulo laminado 18 que tiene múltiples pliegos. En función de la aplicación, el cabezal colocador de módulos, 40, puede colocar pliegos de fibras continuos o pliegos de tela continuos en conjunción con tejidos de puntos de los módulos compuestos 18. En algunas aplicaciones, es posible acoplar módulos adyacentes 18 entre sí de acuerdo con el conocimiento de la persona con pericia en la especialidad. Debe reconocerse y entenderse que los módulos compuestos 18 no siempre han de ser formados sobre la superficie formadora de módulos 43 del miembro que entra en contacto con los módulos, 42, sobre el cabezal colocador de módulos, 40. En el caso de una herramienta de curado de IMF 54, es posible formar los módulos 18 directamente sobre la herramienta de curado 54 o sobre otros pliegues de piel, para lo cual se utiliza la máquina SADL 22.

Una vez que se haya situado la cantidad deseada de módulos compuestos 18 sobre el cabezal colocador de módulos 40 de la máquina de recoger y colocar 30, es posible operar el escáner 49 del sistema de escaneo de inspección 49, para que recorra transversalmente la superficie formadora de módulos, 43, del miembro que entra en contacto con los módulos, 43, a los fines de inspeccionar los módulos compuestos 18. Los módulos compuestos defectuosos 18 pueden ser removidos del cabezal colocador de módulo 40, y ser reemplazados con módulos compuestos no defectuosos 18. La inspección de los módulos 18 sobre el cabezal colocador de módulos, 40, puede ser un proceso automatizado.

El carruaje del cabezal de colocación, 36, de la máquina de recoger y colocar 30, puede seguidamente ser operado para que recorra transversalmente los rieles 32 sobre la grúa de pórtico 31 de la máquina de recoger y colocar 30 y para facilitar la colocación precisa de los módulos compuestos apilados, laminados, comprimidos e inspeccionados, 18, en la ubicación deseada sobre la superficie colocadora de módulos, 57 (Figura 3) de la herramienta de curado 54. Los módulos adicionales, apilados, laminados y comprimidos 18, pueden ser conformados de manera similar y ser colocados en las ubicaciones deseadas sobre la superficie colocadora de módulos, 57, de manera de formar la piel del fuselaje de aeronave, 60. Los bordes 19 de los módulos de los módulos adyacentes, 18 pueden ser inclinados y superpuestos con un bisel o chanfle (no se muestra) o unidos mediante empalme a bisel (no se muestra) hasta que se hayan acumulados todas las capas de la piel 60 para el fuselaje de aeronave.

Con referencia ahora al diagrama de flujo 300 de la Figura 4, en la misma se resume una forma de realización ilustrativa de un método de fabricación modular compuesta. Puede utilizarse el método para fabricar una piel para fuselaje de aeronave provista, por ejemplo y sin limitación, con el espesor deseado. En el recuadro 302 es posible acumular las capas de un módulo compuesto. El módulo puede ser un módulo de piel de fuselaje de aeronave que puede utilizarse para fabricar una estructura tal como una piel de fuselaje de aeronave, por ejemplo y sin limitación, y puede ser formada mediante capas acumuladas mediante, por ejemplo y sin limitación, una máquina FTLM (Flat Tape Layup Machine). A título adicional o como alternativa, puede utilizarse el módulo para fabricar una estructura

tal como la piel de un ala de aeronave, piel de nariz o piel de cola de una aeronave, por ejemplo y sin limitación, caso éste en el que es posible formar el módulo acumulando capas mediante una máquina CTLM (contour tape layup machine). En el recuadro 304, es posible transferir el módulo a una máquina SADL (Semi-automated Doubler Locator). En el recuadro 306, es posible conformar el módulo dándole el contorno de una piel para fuselaje de aeronave o de otra estructura. En el recuadro 308, pueden repetirse los pasos llevados a cabo en los recuadros 302, 304 y 306 de manera de lograr un espesor deseado para la piel de fuselaje de aeronave o para otra estructura. En el recuadro 310, es posible inspeccionar los módulos. En el recuadro 312, los módulos apilados o laminados pueden ser apilados sobre una herramienta de curado. La herramienta de curado puede ser una herramienta de curado OML (Outer Mold Line) o IML (Inner Mold Line). En el 314, es posible repetir de acuerdo con necesidad los pasos realizados en los recuadros 302, 304, 306, 308, 310 y 312, de manera de acumular por completo las capas de la piel de fuselaje de aeronave o de otra estructura.

Con referencia ahora a las Figuras 5 y 6, los rasgos de la presente invención pueden ser utilizados en el contexto de un método para la fabricación y servicio de aeronaves, 78, como se muestra en la Figura 5, y en una aeronave 94 como se muestra en la Figura 6; ambos se hallan fuera de los alcances de la presente invención. Durante la preproducción, el método 78, dado a título de ejemplo, puede incluir la especificación y diseño 80 de la aeronave 94 y la obtención de los materiales, 82. Durante la producción, tiene lugar la fabricación de los componentes y de los subconjuntos 84 y la integración del sistema 86 de la aeronave. Seguidamente, la aeronave 94 puede pasar por el proceso de certificación y entrega 88 a efectos de ser puesta en servicio 90. Mientras se halla en servicio por un cliente, es posible programar la aeronave 94 para su mantenimiento y servicio de rutina 92 (que también puede incluir las modificaciones, reconfiguraciones, reacondicionamientos, etc.).

Cada uno de los procesos del método 78 puede ser llevado a cabo o ejecutado por un integrador de sistemas, una tercera parte, y/o un operador (por ejemplo, un cliente). A los fines de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir sin limitación, cualquier cantidad de fabricantes de aeronaves y subcontratistas de sistemas principales de aeronaves; una tercera parte puede incluir sin limitación cualquier cantidad de vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operador puede ser una línea aérea, compañía de leasing, entidad militar, organización de servicio, etc.

Como se muestra en la Figura 6, la aeronave 94 producida mediante el método 78 dado a título de ejemplo puede incluir un armazón de aeronave 98 con una pluralidad de sistemas 96 y un interior 100. Los ejemplos de sistemas de elevado nivel 98 incluyen uno o más de los siguientes: un sistema de propulsión 102, un sistema eléctrico 104, un sistema hidráulico 106, y un sistema ambiental 108. Puede incluirse cualquier cantidad de otros sistemas. Si bien se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de la invención pueden aplicarse a otras industrias, tales como la industria automotriz.

El aparato incorporado en la presente puede emplearse durante una o más cualquiera de las etapas del método de producción y servicios 78. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes al proceso de producción 84 pueden fabricarse o producirse en una manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras en la aeronave 94 está en servicio. Asimismo, una o más formas de realización del aparato pueden ser utilizados durante las etapas de producción 84 y 86, por ejemplo, con lo cual se acelera sustancialmente el ensamble de una aeronave 94 o se reducen los costos de dicho ensamble. De manera similar, es posible utilizar una o más formas de realización del aparato mientras el aeronave 94 está en servicio, por ejemplo sin limitación, para mantenimiento y servicio 92.

Como se mencionó en lo que precede, el método modular compuesto de fabricación puede utilizar un equipamiento correctamente dimensionado para permitir la acumulación de capas depositadas de materiales compuestos en procesos paralelos en lugar de en serie, como parte de la fabricación de fuselajes de aeronaves o de otras partes. En este aspecto, se hace referencia las Figuras 7 y 8. De acuerdo con una cantidad de formas de realización, un método 700 para fabricar una estructura compuesta puede incluir colocar 702 una pluralidad de los módulos 18 sobre la herramienta 54 de manera tal que cada uno de los módulos 18 sea adyacente a por lo menos otro módulo 18, como se muestra en la Figura 9, y de manera tal que los módulos adyacentes 18 pueden adherirse entre sí, tal como en una junta 704, de manera de formar una estructura compuesta.

En algunas de las formas de realización, es posible colocar más de un módulo 18 sobre la herramienta 54 de manera sustancialmente simultánea; en tales formas de realización, es posible prever una pluralidad de las plataformas de transferencia 14. Además, en la formación de la estructura compuesta, es posible colocar los módulos 18 sobre la herramienta 54 de una manera sustancialmente secuencial, con un procedimiento de poscolocación 706 que se lleva a cabo sobre uno de los módulos 18 que ya ha sido colocado sobre la herramienta 54 (tal como se indica mediante la notación $n-2$ en la Figura 8) mientras se coloca un módulo subsiguiente 18 sobre la herramienta 54 (tal como se indica mediante la notación $n-1$ en la Figura 8). En muchas formas de realización, el paso de la colocación 700 y el paso del proceso de post colocación, 706, pueden llevarse a cabo mientras se está preparando un módulo subsiguiente 708 para su colocación, tal como se indica mediante la notación en la Figura 8).

En cuanto a la realización de un procedimiento de poscolocación 706, el mismo puede incluir inspeccionar 710 uno de los módulos 18 que ya ha sido colocado sobre la herramienta 18 (como se indica mediante la notación $n-2$ en

la Figura 8). La realización 706 de un procedimiento de poscolocación puede también incluir el trabajar sobre la junta 704 formada entre módulos presentes 18. En algunas de las formas de realización tales como las mostradas en las Figuras 7 y 8, el método de fabricación 700 puede incluir la realización de por ejemplo los pasos de inspección 710 y el paso del proceso de poscolocación 706 sobre diferentes módulos colocados 18 de manera sustancialmente simultánea.

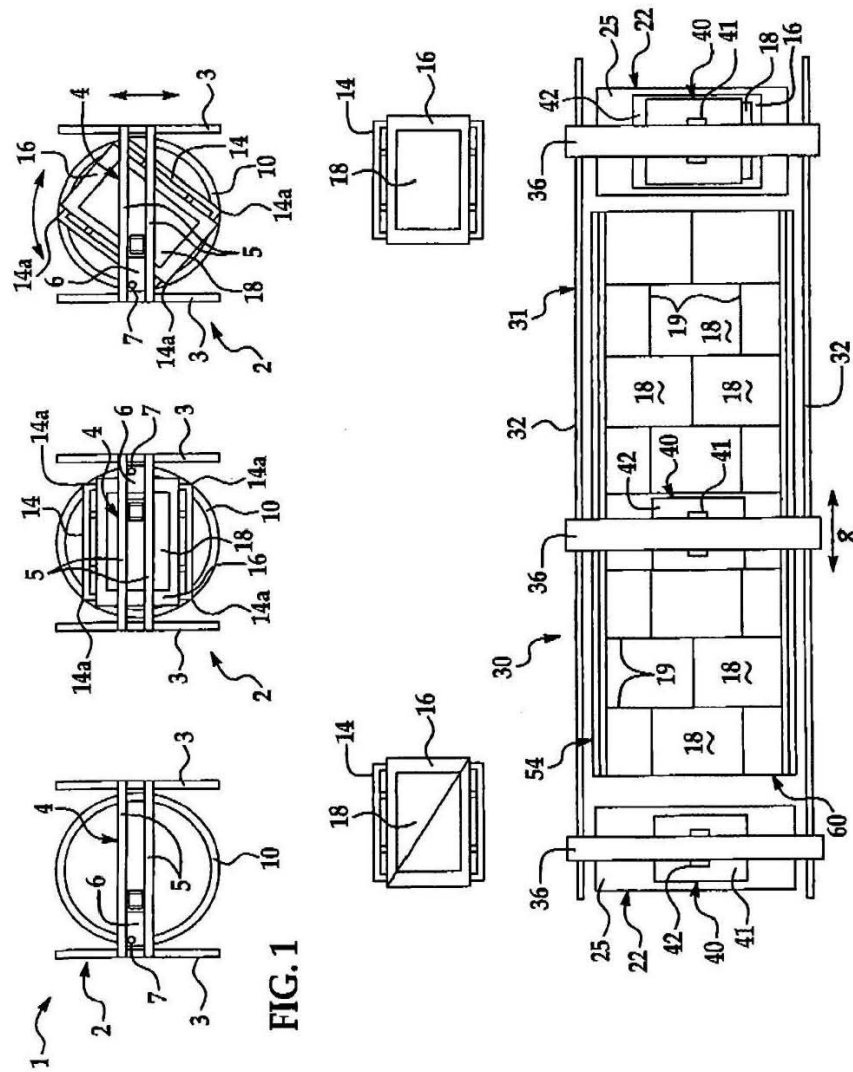
En muchas formas de realización, la colocación 702 de un módulo 18 sobre una herramienta 54 puede incluir cargar 712 un módulo 18 sobre una plataforma de transferencia 54, indexar 714 el módulo cargado en una posición adecuada, y/o seguidamente acumular el módulo 716 sobre una herramienta 54. Una vez que la totalidad de los módulos 18 haya sido colocada sobre la herramienta 54 y se hayan llevado a cabo todos los procedimientos subsiguientes de poscolocación 706, entonces es posible curar la estructura.

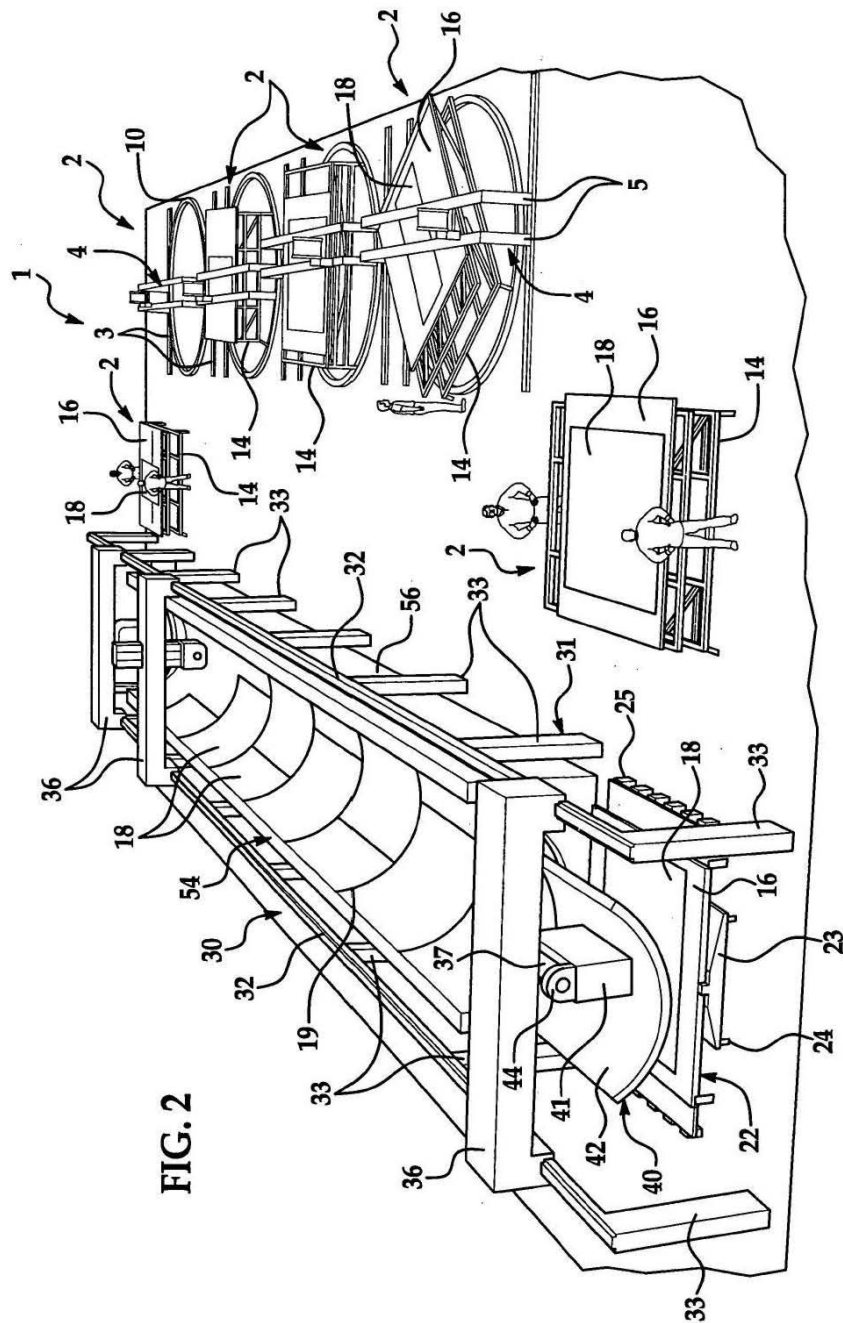
Si bien se han descrito las formas de invención de esta invención con respecto a determinadas formas de realización dadas a título de ejemplo, debe entenderse que las formas de realización específicas han sido dadas a fines de ilustración y no de limitación, ya que a la persona con pericia en la especialidad se le ocurrirán otras variaciones.

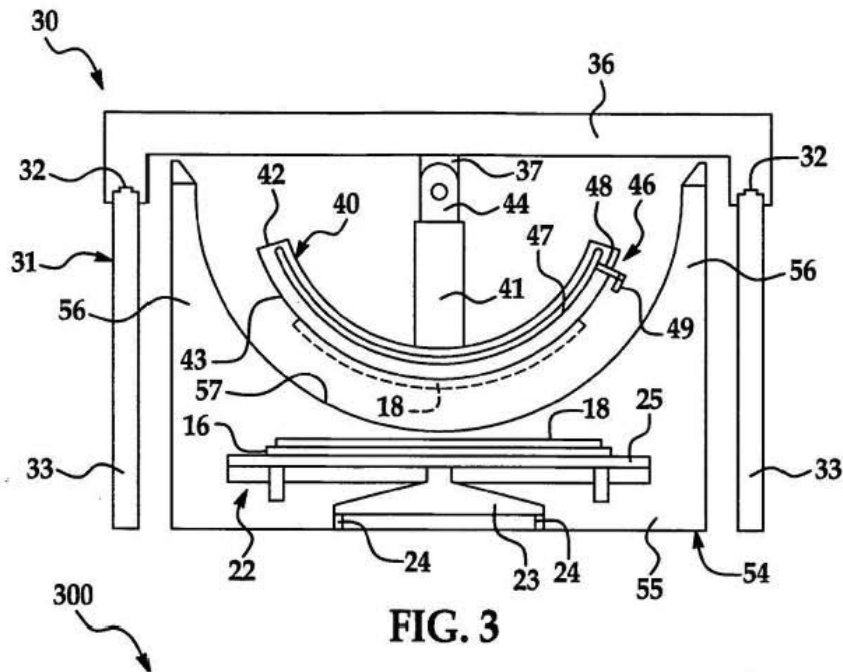
REIVINDICACIONES

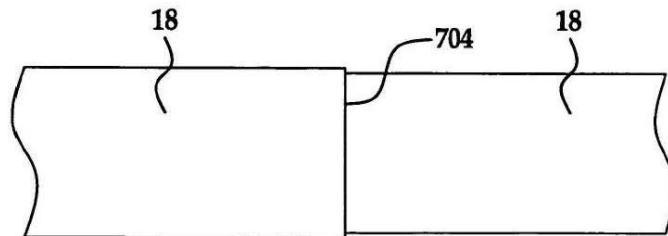
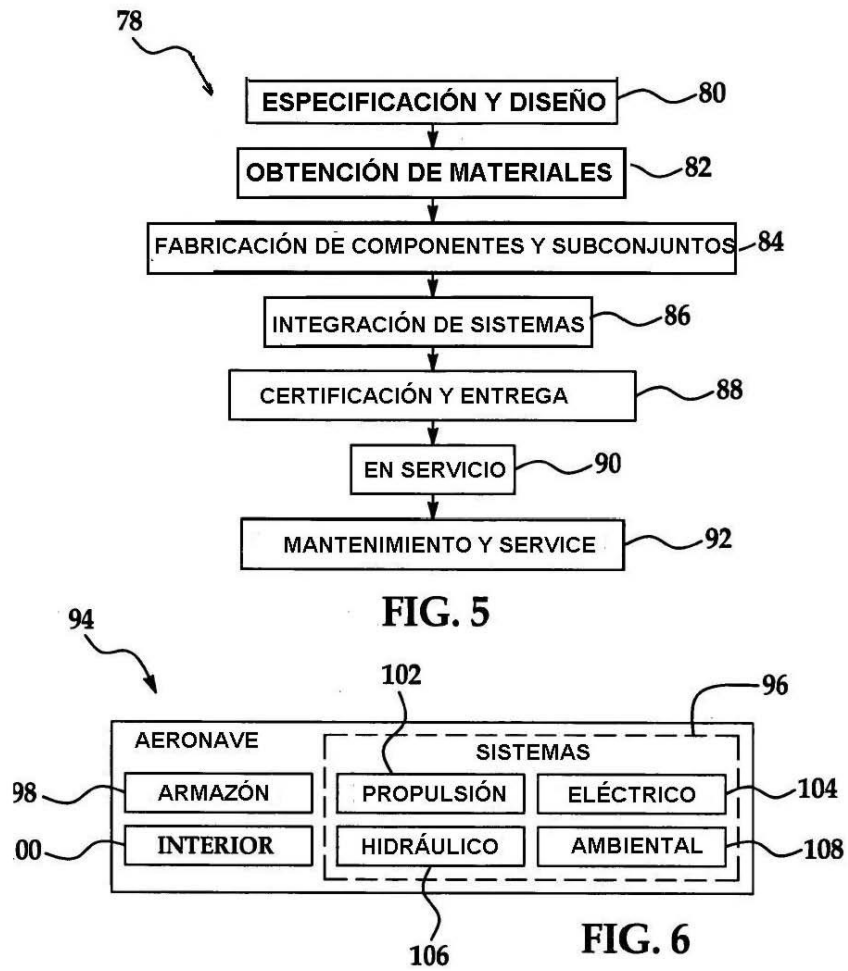
1. Un método de fabricación modular compuesta, que comprende:

- 5 proveer una pluralidad de módulos compuestos de acumulación de cintas (18);
 proveer una herramienta de curado (54) que comprende una superficie para la colocación de módulos (57),
 estando la superficie para la colocación de módulos (57) configurada para recibir una pluralidad de módulos
 (18) de modo tal que cada módulo (18) es adyacente a por lo menos otro de los módulos (18);
 10 inspeccionar dichos módulos compuestos (18) mediante un sistema de inspección (46);
 colocar dicho módulos compuestos (18) sobre dicha superficie para la colocación de módulos (57) de dicha
 herramienta de curado (54);
 acoplar dichas dicho módulos compuestos adyacentes de dicha pluralidad de módulos compuestos (18) entre
 sí; y
 15 curar los módulos (18) sobre la herramienta de curado (54);
caracterizado porque además comprende compactar cada módulo compuesto (18) contra una superficie
 formadora de módulos (43) de un miembro que entra en contacto con módulos (42) de modo tal que se
 imparte un contorno seleccionado a cada uno de estos módulos compuestos (18), y seguidamente dicha
 inspección, antes de que cada módulo compuesto (18) sea colocado sobre dicha superficie para la colocación
 20 de módulos (57) de dicha herramienta de curado (54);
 en el que el sistema de inspección (46) es un sistema de escáner de inspección que tiene un escáner (49)
 fijado al miembro que entra en contacto con los módulos (42) y adaptado para recorrer transversalmente la
 superficie formadora de módulos (43).
- 25 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende cortar dichos módulos compuestos (18)
 antes de aplicar un contorno seleccionado a cada uno de dichos módulos compuestos.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada uno de dicha pluralidad de módulos compuestos (18)
 comprende por lo menos un pliego.
- 30 4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende colocar módulos compuestos sucesivos de
 dicha pluralidad de módulos compuestos (18) el uno sobre el otro de manera de formar una pluralidad de pliegos.
5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichos módulos compuestos (18) comprenden bordes de
 35 módulo inclinados dispuestos en una relación de superposición entre sí sobre dicha herramienta de curado (54).
6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada uno de dicho módulos compuestos (18) incluye
 cualquier combinación de un preimpregnado de fibras de carbono unidireccionales, una tela de fibras de carbono,
 fibras de vidrio, una tela de fibra de vidrio, poli (p-fenileneterftalamida) o tela de poli (p-fenileneterftalamida).
- 40 7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde:
 dicha herramienta de curado (54) comprende una base de herramienta (55) y lados de herramienta separados entre
 sí (56) que se extienden desde dicha base de herramienta (55); y
 dicha superficie para la colocación de los módulos (57) está provista en dichos lados de la herramienta (56) y en
 45 dicha base de herramienta (55), y tiene forma general cóncava.









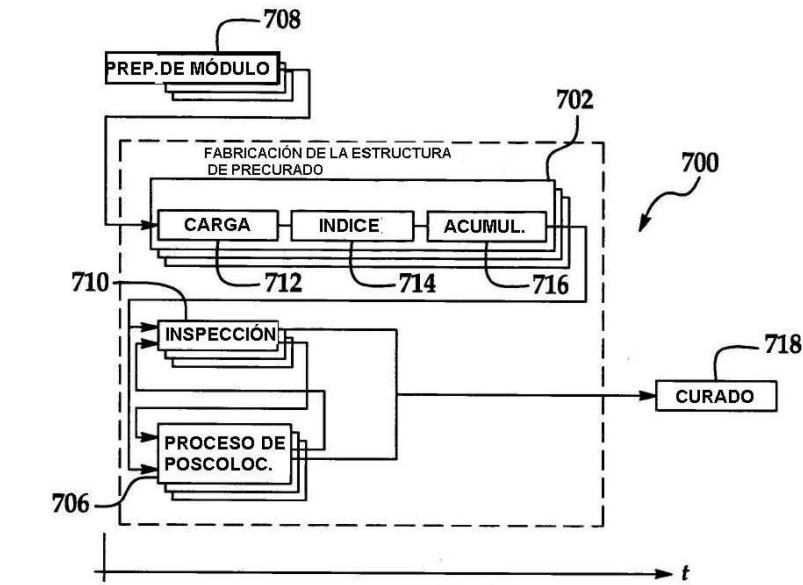


FIG. 7

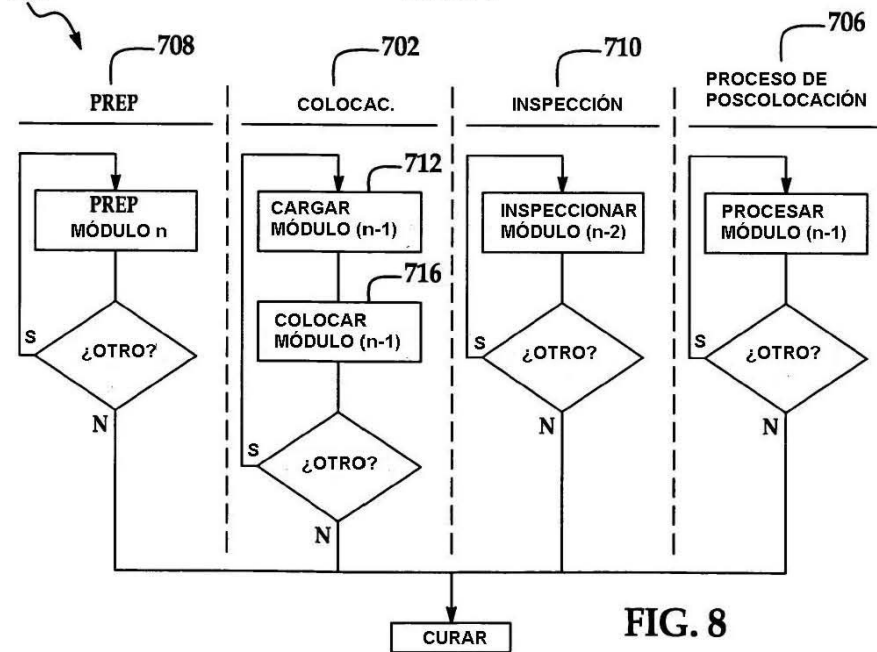


FIG. 8