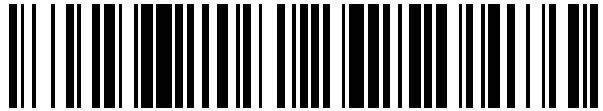


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 574 304**

51 Int. Cl.:

**B29C 70/38** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.12.2011** **E 11193564 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.05.2016** **EP 2465668**

54 Título: **Sistema y método de colocación de fibras**

30 Prioridad:

**15.12.2010 US 969106**

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

**16.06.2016**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**PEDIGO, SAMUEL F y**  
**JOHNSON, BRICE A**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 574 304 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 colocación de fibras

5 **Antecedentes**

El campo de la divulgación se refiere en general a sistemas de colocación de fibras y, más específicamente, a métodos y sistemas de colocación de fibras usando un dispensador estacionario.

10 En los sistemas de colocación de fibras tradicionales, el sistema de movimiento (tal como un robot u otro equipo de control numérico) se utiliza para pasar un sistema o cabezal complejo de dispensación de fibras sobre un mandril estacionario o un mandril montado en un eje rotatorio. Sin embargo, es complejo y difícil mover el sistema de dispensación de fibra y suministrar el material de fibra al cabezal móvil. Por ejemplo, el sistema de dispensación de fibra es parte del cabezal y, por lo tanto, el cabezal tiene necesariamente un tamaño grande. Cuando se mueve el  
15 cabezal para dispensar fibra sobre un mandril que tiene una forma compleja, es posible, debido al volumen del cabezal dispensador, que se produzcan colisiones accidentales entre el cabezal y la parte que se deposita. Esta posibilidad aumenta cuando se considera que para una colocación óptima del material de fibra, es deseable tener el cabezal normal en la superficie sobre la que se está dispensando el material. Para las máquinas de colocación de fibras que tienen el material montado en la máquina, pero no en el cabezal, utilizando un montaje en fileta, la trayectoria de la fibra puede ser compleja y propensa a inducir defectos en el material con múltiples redireccionamientos, peines y conjuntos de poleas utilizadas para guiar el material desde una fileta montada en uno o dos ejes de una máquina, al cabezal de dispensación montado sobre seis o más ejes.

25 Como se ha mencionado en el párrafo anterior, los sistemas de colocación de fibras tradicionales mueven el dispensador de fibras sobre el mandril. Una desventaja de un sistema de este tipo es que el sistema de movimiento debe llevar el suministro de material de fibra, así como todos los sistemas eléctricos, mecánicos y neumáticos requeridos para completar la operación de colocación de fibras, o montar un sistema de fileta en algún lugar de la máquina cerca del cabezal, con toda la complejidad del sistema como parte del sistema móvil. Por tanto, para los materiales montados sobre el cabezal, la cantidad de fibra que puede transportar razonablemente los sistemas de colocación de fibra tradicionales está limitada, lo que conlleva un tiempo de parada. Para los filetas montadas sobre la máquina, los múltiples materiales redirigen los sistemas necesarios para guiar el material al cabezal a través de una articulación adicional del cabezal, crean puntos de contacto que pueden inducir defectos en el material o recogen los desechos de la fibra o resina y hacen que el material se atasque, lo que da lugar a un tiempo de parada. Adicionalmente, si el plan de producción requiere una transferencia del parche del material desde el mandril a un  
35 conjunto más grande, se debe emplear un segundo sistema de movimiento.

40 El documento WO 2009/062749 se refiere a un dispositivo para producir un material compuesto de fibras que tiene al menos un dispositivo de suministro para colocar al menos un material en forma de red sobre una superficie de un molde de herramienta o un producto parcialmente acabado para producir el componente de compuesto de fibra, donde el dispositivo comprende al menos un carro sobre el cual el dispositivo de suministro está dispuesto y una trayectoria de guía rodeando al menos parcialmente la superficie en la dirección circunferencial de la misma, sobre la cual el carro para mover el dispositivo de suministro es móvil con relación a la superficie.

**Breve descripción**

45 En un aspecto de la invención, se proporciona un sistema de colocación de fibras tal como se expone en la reivindicación 1.

50 En otro aspecto de la invención, se proporciona un método para la fabricación de una parte de la fibra compuesta tal como se expone en la reivindicación 13.

Las características, funciones y ventajas que se han discutido se pueden conseguir independientemente en varias formas de realización o se pueden combinar en otras formas de realización más, detalles adicionales de las cuales se pueden ver con referencia a la siguiente descripción y dibujos.

55 **Breve descripción de las figuras**

La Figura 1 es una ilustración de un dispositivo de colocación de fibras conocido.

60 La Figura 2 es una ilustración de un sistema de colocación de fibras que incluye un mandril de laminado montado en un robot y un sistema de dispensación de colocación de fibras estacionario.

La Figura 3 es una ilustración del sistema de la Figura 2 que coloca un parche de material compuesto sobre una parte.

La Figura 4 es una ilustración del sistema de la Figura 2 que muestra el retorno del mandril al sistema de colocación de fibras después de la colocación del parche de material compuesto.

65 La Figura 5 es un diagrama de bloques de un sistema 200 adecuado para su uso con el sistema de colocación de fibras de las figuras 2-4.

La Figura 6 es un diagrama de una posible arquitectura de sistema para el controlador utilizado en el sistema de la Figura 5.

La Figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso para la fabricación y colocación de una pieza utilizando el sistema de las Figuras 2-4.

5 La Figura 8 es un diagrama de flujo de una producción de aeronaves y la metodología servicio.

La Figura 9 es un diagrama de bloques de una aeronave.

### Descripción detallada

10 La Figura 1 es una ilustración de un dispositivo de colocación de fibra 10 conocido que incluye un dispositivo de posicionamiento 12 y un efector terminal 14. El dispositivo de posicionamiento 12 está configurado para posicionar o, de otro modo, controlar el movimiento del efector terminal 14. En particular, el dispositivo de posicionamiento 12 es un dispositivo de posicionamiento de armadura robótica, de tipo pórtico o de tipo de eje fijo configurado para controlar varios ejes de movimiento.

15 El dispositivo de colocación de fibras 10 está configurado para fabricar un artículo 16 mediante la aplicación de una tongada de material 18 sobre un molde 20. Típicamente, el elemento 16 está fabricado con múltiples láminas o capas, que comprende una serie de tongadas de material dispuestas adyacentes entre sí 18. En varios moldes, el efector terminal 14 incluye un rodillo de compactación (no mostrado en la Figura 1) y / o barrido para aplicar la  
20 tongada de material 18 al molde 20. El molde 20 está configurado para proporcionar una superficie adecuadamente acabada y estable para la colocación de las láminas. Como se muestra, el molde 20 está controlado para rotar alrededor de un eje. Cuando se controla para rotar de este modo, el molde 20 se denomina típicamente mandril. Debe entenderse que la forma 20, o mandril, puede tener una forma muy compleja, en función de la pieza que se está fabricado, y pueden incluir superficies cóncavas profundas. En otras realizaciones, el molde 20 puede ser  
25 estacionario o estar controlado para moverse en varios ejes. Por ejemplo, el molde 20 se puede asegurar a una mesa deslizante o una mesa X-Y. El movimiento del molde 20 y el movimiento del dispositivo de posicionamiento 12 actúan para posicionar el efector terminal 14.

30 Adicionalmente, el movimiento del molde 20 y el dispositivo de posicionamiento 12 generalmente están coordinados en un grado tal que los dispositivos funcionan esencialmente como una sola unidad. Las características del molde 20, tales como el tamaño, la forma, el contorno, y similares, se basan en parámetros de diseño de un artículo 16. El elemento 16 se muestra en la Figura 1 construido a partir de una pluralidad de tongadas 24. Cada capa de las tongadas 24 que se coloca sobre el molde 20 o un sustrato 26 se describe como una lámina y el artículo 16 se fabrica típicamente a partir de una pluralidad de láminas. El sustrato 26 incluye la superficie de molde 20 y / o una  
35 tongada 24 aplicada con anterioridad. Como se ha mencionado anteriormente, si el tamaño, la forma y el contorno del molde se hacen complejos, puede ser difícil colocar el efector terminal 14 en la posición correcta, cuando se fabrica una pieza, sin que se produzca un contacto físico no deseado entre los dos.

40 Con respecto a la descripción anterior de un dispositivo de colocación de fibras conocido, las realizaciones descritas en los párrafos siguientes se refieren a un método de fabricación y un sistema para la colocación de fibra. Haciendo referencia a la Figura 2, un sistema de colocación de fibras 100 incluye un mandril de laminado 110 montado en un robot 112. El mandril de laminado 110 está en interfaz con un sistema de dispensación de colocación de fibras estacionario 120 que permite fabricar cargas de tamaño pequeño o medio usando el robot 112 para pasar el mandril 110 sobre el sistema de dispensación de colocación de fibras estacionario 120 en un patrón que da lugar a la  
45 fabricación, por ejemplo, de un parche 150 de material compuesto. Con respecto a la realización descrita, algunas máquinas de colocación de fibras existentes tienen el mandril o herramienta montado en un eje de rotación con el fin de construir estructuras de tipo barril similares al bobinado de filamentos. El sistema de colocación de fibras 100 manipula el mandril de laminado en más de un grado de libertad, mientras que el sistema de dispensación de colocación de fibras 120 permanece estacionario.

50 El sistema de dispensación de colocación de fibras 120 incluye un rodillo de compactación 122 próximo a un extremo distal de un cabezal de suministro 124, para la colocación de la fibra sobre el mandril 110. Tal como se usa en el presente documento, una cabezal de suministro se refiere al conjunto de sistemas que pueden dispensar, compacto, o cortar el material. Una pieza del cabezal de suministro 124 es el rodillo de compactación 122. Debe  
55 tenerse en cuenta que el mandril 110 se puede fabricar de modo que tenga múltiples tamaños, formas y contornos, y que una ventaja de sistema de dispensación estacionario 120 es que se pueden usar carretes de fibras más grandes, en comparación con los sistemas de la técnica anterior que tenían que llevar la fibra para colocar. Otra ventaja del sistema de colocación de fibras 100 es que uno o más filetas grandes 140, dimensionadas para dichos carretes más grandes 142 de la fibra 144, pueden estar situados en una estación fija, que incorpora una trayectoria fija de la fibra entre el cabezal de suministro 124 y la fileta 140, lo que simplifica el transporte de las fibras 144 desde  
60 las filetas 140 al cabezal de suministro 124. En tal realización, las filetas 140 y carretes 142 se pueden montar de forma remota desde el cabezal de suministro real para proporcionar más espacio para el mandril 110 con respecto al cabezal de suministro 124, de modo que se permite la fabricación de piezas que incorporan contornos más grandes. En la realización mostrada en la Figura 2, múltiples filetas 140 y carretes 142 están localizados dentro del sistema de  
65 dispensación 120 como se muestra.

Más específicamente, el dispositivo de colocación de fibras complejo (sistema de dispensación 120) es fijo y el robot 112 mueve el mandril 110 sobre el rodillo de compactación 120 de tal manera que el material compuesto se compacta sobre el mandril 110 y se adhiere a él. Como se muestra, el robot es móvil en una oruga 160 y tiene un brazo articulado 162. Además, una vez que el material se ha depositado sobre el mandril 110 montado en el robot, el robot 112 puede mover fácilmente el mandril 110 a un conjunto más grande, tal como un laminado en barril 130 y transferir un parche 150 de material compuesto de fibras, como se muestra en las figuras 3 y 4. En otra realización, se proporciona un vehículo guiado automático (AGV), con el brazo robótico montado sobre el mismo, el AGV operable para mover el brazo robótico para transferir la pieza de la fibra de material compuesto desde el mandril 110 sobre un conjunto, tal como un laminado en barril 130. La realización concreta utilizada depende al menos parcialmente del tamaño y la complejidad de la pieza que se está fabricando.

Con las realizaciones descritas, se abandona la solución convencional de colocar la fibra sobre un mandril rotatorio sobre un solo eje o estacionario usando un dispositivo de dispensación montado sobre un brazo robótico. En cambio, y como se ilustra adicionalmente en la Figura 3, el mandril 110 es transportado por el robot 112 durante la aplicación de la fibra al mandril 110 desde el sistema de dispensación y durante la transferencia del parche 150 de material a una disposición más grande, de tal forma que se puede colocar sobre un laminado en barril 130. Como se muestra en la Figura 4, una pluralidad de filetas 140 y carretes también se puede localizar en remoto desde el sistema de dispensación 120, alimentándose las fibras respectivas 144 al sistema de dispensación para dirigir las al cabezal de suministro 122. La operación de tal realización permite el uso simultáneo de carretes adicionales 142 para la fabricación de múltiples piezas de fibra. Además, tal disposición permite el uso de carretes de fibra 142 mucho más grandes.

El sistema 100 incluye un sistema de suministro de material (sistema de dispensación 120) montado en el suelo 170 en lugar de ser transportado por un sistema de movimiento como se hace en los sistemas existentes en la actualidad. Además, en el sistema 100, el mandril 110 está montado en el sistema de movimiento (robot 112) en lugar de montarlo en el suelo 170 como es el caso en los sistemas existentes en la actualidad. En una realización, el rodillo de compactación 122 incorpora un único eje de rotación para adaptarse a diferentes ángulos de fibra y minimizar al menos una parte del movimiento del mandril 110. En un ejemplo, una alta relación de aspecto del mandril se beneficia de la rotación del rodillo de compactación 122 para las orientaciones de las capas de 0°/ 45°/ - 45°/ 90° utilizadas habitualmente sin tener que girar el mandril 110 a través de ese rango de movimiento.

El sistema 100 es distinto con respecto a las soluciones existentes en que el suministro y la aplicación del material y la colocación de fibra tradicional requieren un sistema electrónico, neumático y mecánico complejo. Si después un sistema tan complejo se monta en un brazo de robot, la complejidad se complica por el requisito de transportar los cables y mangueras eléctricos y neumáticos a un cabezal de suministro móvil. Para una fileta montada cerca, pero no en el cabezal de suministro, el transporte del material al cabezal sigue siendo complejo. Además, el peso y el tamaño del cabezal de suministro móvil limitan la velocidad con la que el sistema de movimiento puede aplicar el material.

El tamaño del cabezal de suministro móvil también puede limitar el acceso en zonas de contorno alto de la pieza que se está fabricando. Con las realizaciones descritas en el presente documento, el mandril 110 es una sencilla herramienta sólida montada en el brazo del robot son ningún sistema de control y sin cables ni mangueras. Los componentes de suministro de material complejo están montados en el suelo ya que son una parte del sistema de dispensación. Además de resolver las limitaciones mencionadas anteriormente, el sistema de suministro montado en el suelo puede transportar una mayor provisión de materias primas que permitirá reducir el tiempo de parada durante el funcionamiento.

Por último, el sistema 100 proporciona una solución cuando se desea disponer un parche de material, tal como el parche 150, y después transferir el parche 150 desde el mandril 110 a un conjunto más grande, tal como el un laminado en barril 130. El robot 112 que transporta el mandril 110 simplemente puede mover el parche 150 desde el sistema de suministro (dispensador 120) a la zona de montaje (laminado en barril 130) sin etapas adicionales.

La Figura 5 es un diagrama de bloques de un sistema 200 adecuado para su uso con el sistema de colocación de fibras 100. Como se muestra, el sistema 200 incluye un controlador 202. El controlador 202 es operable para ejecutar un código legible por ordenador. A este respecto, el sistema 200 incluye un conjunto de instrucciones o código legibles por ordenador 204. De acuerdo con el código 204, el controlador 202 está configurado para acceder a un archivo 206. Este archivo 206 incluye uno o más de los siguientes: un modelo legible por ordenador del elemento compuesto que se va a fabricar (por ejemplo, el parche 150); una representación legible por ordenador de la superficie del mandril 110; una representación legible por ordenador de la superficie de el laminado en barril 130; una representación legible por ordenador de los bordes del laminado en barril 130; el espesor del elemento compuesto que se va a fabricar; un código fuente basado sobre al menos uno de los elementos compuestos que se van a fabricar, el mandril 110, y el laminado en barril 130; un conjunto de instrucciones de movimiento para el robot 112 basadas en el código fuente; los datos recogidos al laminar el elemento compuesto que se va a fabricar; información de fecha y hora; información de la posición; números de identificación; y similares.

El controlador 202 está configurado además para comunicar a través de una red 208. La red 208 está incluida

opcionalmente para proporcionar capacidades adicionales de almacenamiento de y / o procesamiento. A este respecto, la red incluye una base de datos 210 y un servidor 212. La base de datos 210 está configurada para almacenar una copia del código 204 y / o el archivo 206. El servidor 212 está configurado para generar, almacenar y realizar cualquier procesamiento adecuado del código 204 y / o el archivo 206. De esta manera, los elementos compuestos, tal como el elemento compuesto (parche 150), generado en máquinas para diseño asistido por ordenador (CAD) tal como el servidor 212, por ejemplo, se pueden enviar al sistema de colocación de fibras 100. Además, el servidor 212 es operable, a través de la red 208, para dirigir las actualizaciones para el código 204 y / o el archivo 206. Además, el sistema 200 incluye, opcionalmente, una memoria 214. Si está presente, la memoria 214 está configurada para almacenar una copia del código 204 y / o el archivo 206.

Un controlador del dispositivo de colocación 216 se incluye opcionalmente en el sistema 200 dependiendo de los requisitos de los diversos accionadores y / o servomotores asociados con el sistema de colocación de fibras 100. Dependiendo de la configuración particular del sistema de colocación de fibras 100, una pluralidad de accionadores y / o servomotores modulan la rotación, la posición, la velocidad, la dirección, y similares del robot 112, y, por lo tanto, el mandril 110 del sistema de colocación de fibras 100. Más particularmente, estos accionadores y / o servomotores del robot 112 están al menos configurados para modular los diversos ejes del mandril 110 y / o la operación de control del sistema de dispensación 120, por ejemplo, las mordazas, los tensores, los carretes, los conjuntos de corte y cortadores de los mismos. Si está presente, los parámetros del controlador de dispositivo de colocación 216 están basados en la especificación de los diversos accionadores, servomotores y/o el controlador 202. El controlador del dispositivo de colocación 216, si está presente, está configurado para controlar algunos o todos estos accionadores y/o servomotores. Además, estos accionadores y / o servomotores son opcionalmente operables para su modulación por el controlador 202 directamente, y por lo tanto, el sistema 200 puede omitir el controlador del dispositivo de colocación 216.

El sistema 200, opcionalmente, incluye además una pluralidad de sensores configurados para detectar las diversas condiciones o características de funcionamiento adecuadas del sistema de colocación de fibras 100. Ejemplos de características adecuadas incluyen alguna o la totalidad de la temperatura de las fibras y / o mandril, la velocidad de alimentación y la dirección, la colocación del material, la integridad del soporte, el suministro de multifilamento y / o similares.

La Figura 6 es una posible arquitectura de sistema para el controlador 202. Como se muestra, el controlador 202 incluye un procesador 300. El procesador 300 está conectado operativamente a una fuente de alimentación 302, memoria 304, reloj 306, convertidor de analógico a digital (A / D) 308, y un puerto de entrada / salida (E / S) 310. El puerto de E / S 310 está configurado para recibir señales de cualquier dispositivo electrónico unido de manera adecuada y enviar estas señales al A / D 308 y / o al procesador 300. Si las señales están en formato analógico, las señales pueden proceder a través del convertidor A / D 308. A este respecto, el A / D 308 está configurado para recibir señales de formato analógico y convertir estas señales en las correspondientes señales en formato digital. Por el contrario, el A / D 308 está configurado para recibir señales en formato digital desde el procesador 300, convertir estas señales a formato analógico y enviar las señales analógicas al puerto E / S 310. De esta manera, los dispositivos electrónicos configurados para recibir señales analógicas pueden comunicarse con el procesador 300.

El procesador 300 está configurado para recibir y transmitir señales a y desde el A / D 308 y / o el puerto de E / S 310. El procesador 300 está configurado además para recibir señales desde el reloj 306. Además, el procesador 300 está configurado para almacenar y recuperar datos electrónicos a y desde la memoria 304. Además, el procesador 300 está configurado para determinar señales operables para modular el controlador de dispositivo de colocación 216 y, de ese modo, controlar los diversos accionadores y / o servomotores del sistema de colocación de fibras 100 para ejercer una fuerza particular y / o rotar a un grado particular.

En una realización, el procesador 300 está configurado para ejecutar el código 204. Sobre la base de este conjunto de instrucciones y señales procedentes de los diversos componentes del sistema de colocación de fibras 100, el procesador 300 está configurado para: determinar un conjunto de instrucciones de movimiento para el robot 112 (y el mandril 110 fijado al mismo), dar instrucciones al sistema de dispensación 120 para la entrega de la fibra y similares.

La Figura 7 es un diagrama de flujo 400 que ilustra un proceso para la fabricación y colocación de una pieza utilizando el sistema de colocación de fibras 100 descrito en el presente documento. Se selecciona un programa para la fabricación de una pieza específica 402. Un mandril adecuado para la pieza seleccionada se fija 404 al brazo robótico. A continuación, el programa seleccionado se ejecuta 406 para hacer que el brazo robótico mueva el mandril con respecto al rodillo de compactación y el cabezal de suministro del sistema de suministro de colocación de fibras a medida que el sistema de suministro de colocación de fibras dispensa la fibra sobre el mandril. Cuando se ha completado la fabricación de la pieza, el mandril se mueve 408 a la ubicación donde la pieza se va a colocar sobre una herramienta y la pieza 410 se libera del mandril a la herramienta.

Las realizaciones descritas generalmente se refieren a un sistema de colocación de fibras que incluye un robot o cualquier otro sistema de movimiento controlado numérico, un mandril de laminado de colocación de fibras montado

- sobre el sistema de movimiento, un sistema de suministro de colocación de fibras montado estacionario y un software de control para guiar el robot (y, por lo tanto, el mandril), al tiempo que también se controla el sistema de suministro de colocación de fibras. Generalmente, mientras que tales realizaciones no están limitadas en cuanto a tamaño o configuración, el sistema descrito es particularmente útil para la realización de la colocación de fibras de
- 5 cargas compuestas sobre las piezas de tamaño pequeño y medio. El tamaño de dichas piezas solo está limitado por la capacidad de transporte de carga del dispositivo utilizado para manipular el mandril. Además, este sistema puede ser utilizado para transferir parches intermedios (duplicadores) de material compuesto de la zona de colocación de las fibras a laminados más grandes, tales como barriles de fuselaje.
- 10 Las realizaciones de la divulgación pueden describirse en el contexto del método de fabricación y servicio de aeronaves 500, como se muestra en la Figura 8 y una aeronave 600, como se muestra en la Figura 9. Durante la pre-producción, el método de fabricación y servicio de aeronaves 500 puede incluir la especificación y el diseño 502 de las aeronaves 600 504 y la provisión del material 504.
- 15 Durante la producción tiene lugar la fabricación de componentes y subconjuntos 506 y la integración de sistemas 508 de aeronaves 600. A partir de entonces, la aeronave 600 puede pasar la certificación y suministro 510 con el fin de ponerse en servicio 512. Cuando está siendo manejado por un cliente, se programa la aeronave 600 para el mantenimiento y el servicio 514 (que también puede incluir modificación, reconfiguración, renovación, etc.) de rutina.
- 20 Cada uno de los procesos del método de fabricación y servicio de aeronaves 500 se puede realizar o llevar a cabo mediante un integrador de sistemas, un tercero, y / o un operador (por ejemplo, un cliente). A los efectos de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas del sistema principal; un tercero puede incluir, por ejemplo, sin limitación, cualquier número de vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operador puede ser una línea aérea, una compañía de alquiler, una
- 25 entidad militar, una organización de servicios, y así sucesivamente.
- Como se muestra en la Figura 9, las aeronaves 600 producidas mediante el método de fabricación y servicio de aeronaves 500 puede incluir fuselaje 602 con una pluralidad de sistemas 604 e interiores 606. Ejemplos de sistemas 604 incluyen uno o más de sistema de propulsión 608, sistema eléctrico 610, sistema hidráulico 612 y sistema ambiental 614. En este ejemplo se puede incluir un número cualquiera de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de la divulgación pueden aplicarse a otras industrias, tal como la industria de automoción.
- 30 Los aparatos y métodos incorporados en el presente documento pueden usarse durante una cualquiera o más de las etapas del método de fabricación y servicio de aeronaves 500. Por ejemplo, sin limitación, los componentes o subconjuntos correspondientes a la fabricación de componentes y subconjuntos 506 pueden fabricarse de una manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras la aeronave 600 está en servicio.
- 35 Asimismo, pueden usarse una o más realizaciones del aparato, realizaciones del método, o una combinación de los mismos pueden ser utilizados durante la fabricación de los componentes y el subconjunto 506 y la integración de sistemas 508, por ejemplo, sin limitación, mediante el montaje sustancialmente rápido o la reducción de costes de la aeronave 600. Del mismo modo, se puede usar una o más de realizaciones del aparato, realizaciones del método o una combinación de los mismos mientras la aeronave 600 está en servicio, por ejemplo, sin limitación, para el mantenimiento y el servicio 514 puede utilizarse durante la integración del sistema 508 y / o el mantenimiento y el
- 40 servicio 514 para determinar si las piezas pueden estar conectadas y / o acopladas entre sí.
- 45 La descripción de las diferentes realizaciones ventajosas se ha presentado con fines de ilustración y descripción, y no pretende ser exhaustiva o limitada a las realizaciones en la forma divulgada. Muchas modificaciones y variaciones serán evidentes para los expertos normales en la técnica. Además, diferentes realizaciones ventajosas pueden proporcionar diferentes ventajas en comparación con otras realizaciones ventajosas. La forma de realización realizaciones seleccionadas se eligen y describen con el fin de explicar mejor los principios de las realizaciones, la aplicación práctica, y para permitir a otros expertos en la materia comprender la divulgación de diversas realizaciones con diversas modificaciones que sean adecuadas al uso concreto contemplado.
- 50 Esta descripción escrita utiliza ejemplos para divulgar diversas realizaciones, que incluyen el mejor modo de permitir que cualquier persona experta en la técnica ponga en práctica dichas realizaciones, incluyendo fabricar y usar cualquier dispositivo o sistema y realizar cualquier procedimiento incorporado. El alcance patentable está definido mediante las reivindicaciones.
- 55
- 60

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de colocación de fibras (100) que comprende:

5 un sistema de movimiento que comprende un brazo robótico (112);  
un mandril de laminado de colocación de fibras (110) montado sobre dicho brazo robótico; y  
un sistema de suministro de colocación de fibras (120) que comprende un cabezal de suministro (124), dicho  
brazo robótico operable para el movimiento de dicho mandril de laminado de colocación de fibras (110) con  
respecto a y próximo a dicho cabezal de suministro (124) para la fabricación de una pieza de la fibra compuesta  
10 (150),

**caracterizado por que** dicho sistema de movimiento está configurado para:

15 mover el mandril de laminado de colocación de fibras compuestas (110) desde dicho sistema de suministro  
de colocación de fibras (120) a un laminado más grande (130); y  
transferir la pieza de la fibra compuesta (150) desde dicho mandril de laminado de colocación de (110) al  
laminado más grande (130).

20 2. El sistema de colocación de fibras (100) de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicho laminado más grande  
(130) es un laminado en barril.

3. El sistema de colocación de fibras (100) de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicho cabezal de suministro  
(124) es estacionario.

25 4. El sistema de colocación de fibras (100) de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicho mandril de laminado de  
colocación de fibras (110) comprende una pluralidad de mandriles, dichos mandriles extraíbles de dicho brazo  
robótico (112) y fabricados para que tengan múltiples tamaños, formas y contornos para la fabricación de múltiples  
piezas.

30 5. El sistema de colocación de fibras (100) de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicho sistema de movimiento  
comprende:

35 una pista (160), dicho brazo robótico (112) móvil a lo largo de dicha pista (160) para la transferencia de la pieza  
de fibra compuesta (150) desde dicho mandril de laminado de colocación de fibras (110) al laminado más  
grande; (130).

o:

40 un vehículo guiado automático operable para mover dicho brazo robótico para la transferir la pieza de fibra  
compuesta (150) desde dicho mandril de laminado de colocación de fibras (110) al laminado más grande. (130).

6. El sistema de colocación de fibras (100) de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicho brazo robótico (112)  
comprende un brazo articular (162).

45 7. El sistema de colocación de fibras (100) de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicho sistema de suministro de  
colocación de fibras (120) comprende componentes de suministro de material operables para el suministro de fibras  
a dicho cabezal de suministro (124).

50 8. El sistema de colocación de fibras (100) de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicho sistema de suministro de  
colocación de fibras (120) comprende:

55 un sistema estacionario montado en una superficie (170); y  
un cabezal de suministro (124) operativamente unido a dicho sistema estacionario, comprendiendo dicho cabezal  
de suministro (124) un rodillo de compactación (120) en un extremo distal del mismo, teniendo dicho rodillo de  
compactación (120) un único eje de rotación.

9. El sistema de colocación de fibras (100) de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende además un dispositivo  
de procesamiento programado para guiar a dicho brazo robótico (112) y controlar la operación de dicho sistema de  
suministro de colocación de fibras (120).

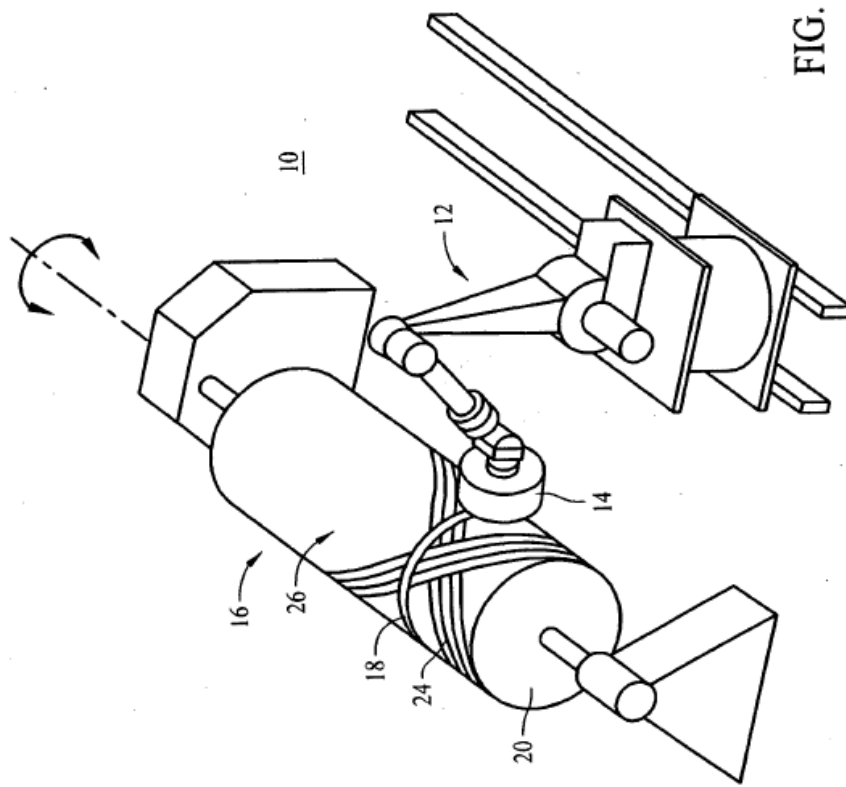
60 10. El sistema de colocación de fibras (100) de acuerdo con la reivindicación 9 donde dicho dispositivo de  
procesamiento está programado con al menos uno de un modelo legible por ordenador de la pieza de fibra  
compuesta (150) que se va a fabricar, una representación legible por ordenador de una superficie de dicho mandril  
(110), una representación legible por ordenador de una superficie sobre la que la pieza de fibra compuesta se va a  
colocar (130), y un espesor de la pieza de fibra compuesta que se va a fabricar.

65 11. El sistema de colocación de fibras (100) de acuerdo con la reivindicación 9, donde dicho dispositivo de

procesamiento está programado con al menos uno de un conjunto de instrucciones de movimiento para dicho sistema de movimiento y un conjunto de instrucciones para dispensar material de fibra a partir de dicho sistema de suministro de colocación de fibras (120).

- 5 12. El sistema de colocación de fibras (100) de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicho brazo robótico (112) es operable para el movimiento de dicho mandril (110) a través de más de un grado de libertad.
13. Un método para la fabricación de una pieza de fibra compuesta, comprendiendo dicho método:
- 10 colocar un mandril (110) para la fabricación de una pieza seleccionada (150) sobre un brazo robótico (112); y hacer funcionar el brazo robótico (112) para mover el mandril (110) con respecto a un cabezal de suministro (124) de un sistema de suministro de colocación de fibras (120) a medida que el sistema de suministro de colocación de fibras dispensa la fibra compuesta sobre el mandril seleccionado (110);
- 15 **caracterizado por que** el sistema de suministro de colocación de fibras es estacionario y accionando el brazo robótico (112) para mover el mandril (110) desde el sistema de suministro de colocación de fibras (120) a un lugar donde la pieza de fibra compuesta (150) se va a colocar en un laminado más grande (130); y transferir la pieza de fibra compuesta (150) del mandril (110) al LAYUP más grande (130) mediante la liberación de la pieza de fibra compuesta del mandril (110).
- 20 14. El método de acuerdo con la reivindicación 13, donde el funcionamiento del brazo robótico (112) para mover el mandril (110) comprende la ejecución de un programa seleccionado para operar el brazo robótico y hacer que el sistema de suministro de colocación de fibras estacionario (120) dispense la fibra compuesta a través de un cabezal de suministro (124).
- 25 15. El método de acuerdo con la reivindicación 13 que comprende además seleccionar un programa asociado con una pieza de fibra compuesta (150) que se va a fabricar.





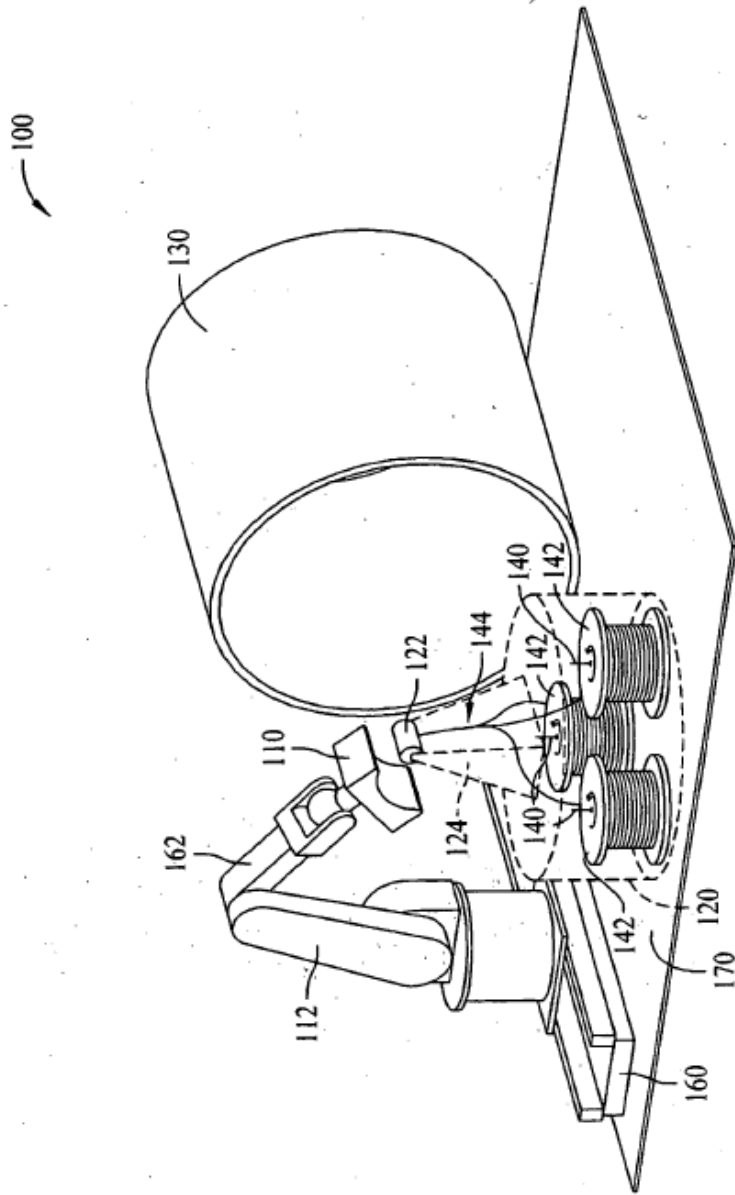


FIG. 2

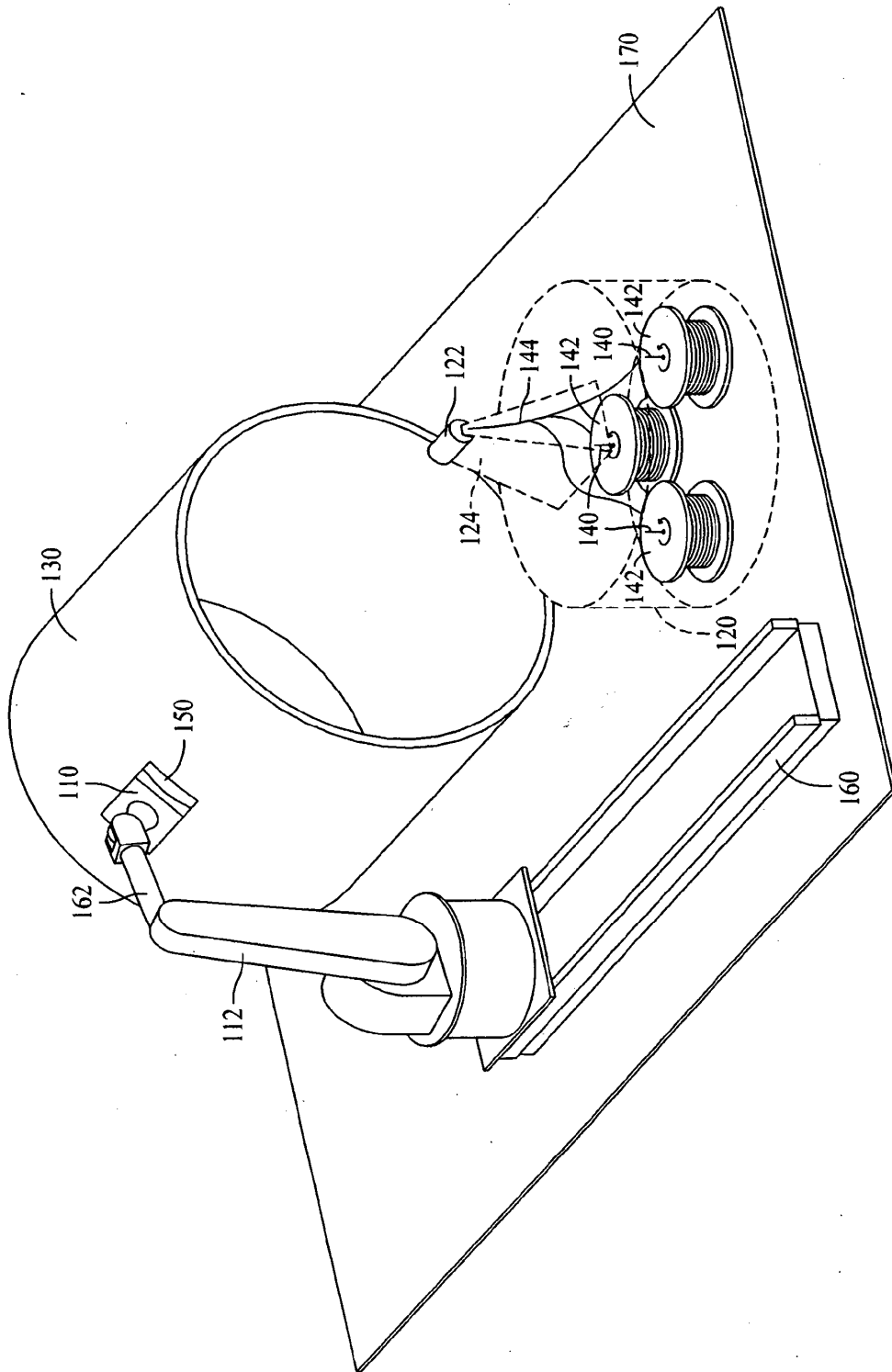


FIG. 3

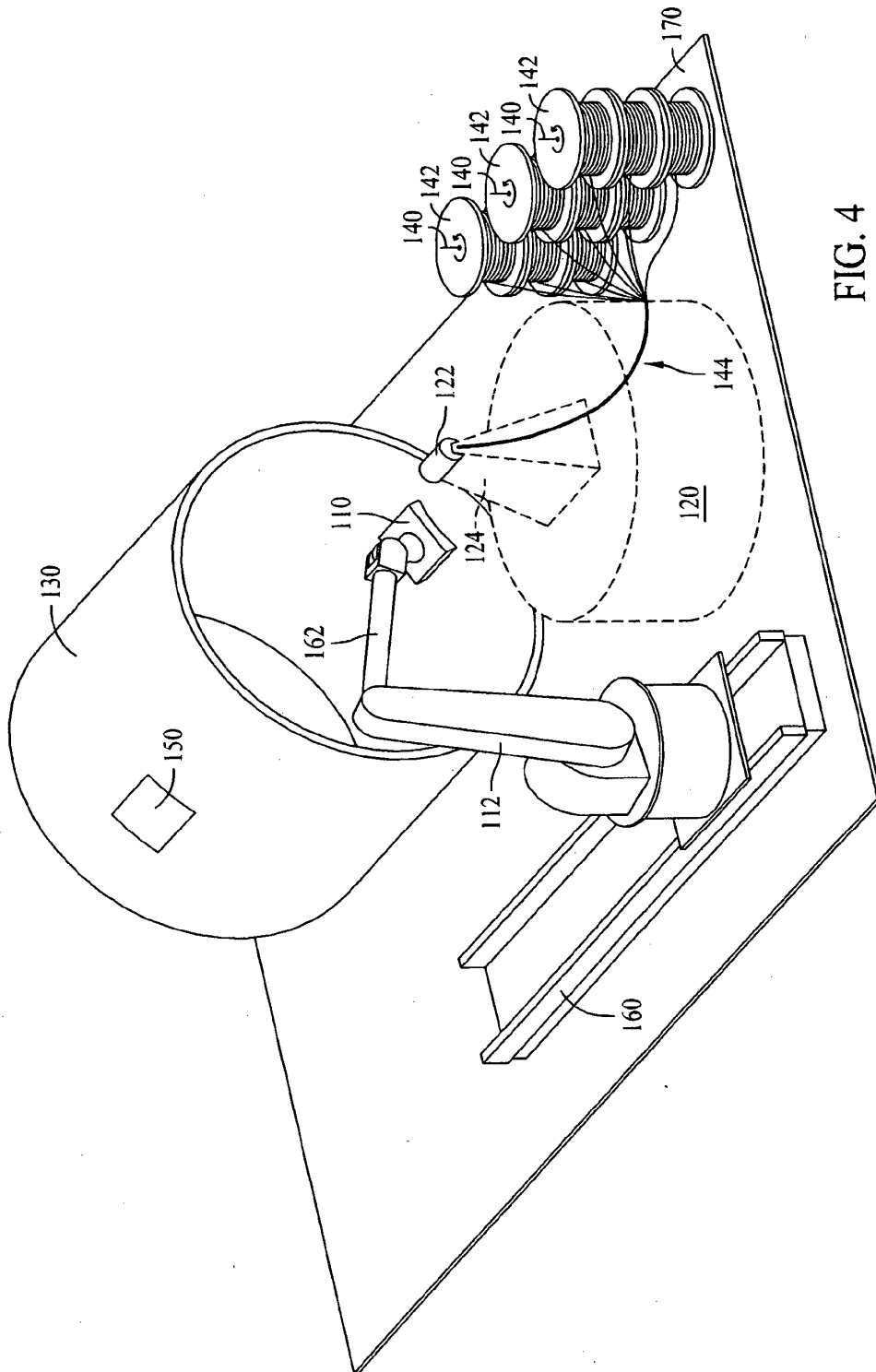


FIG. 4

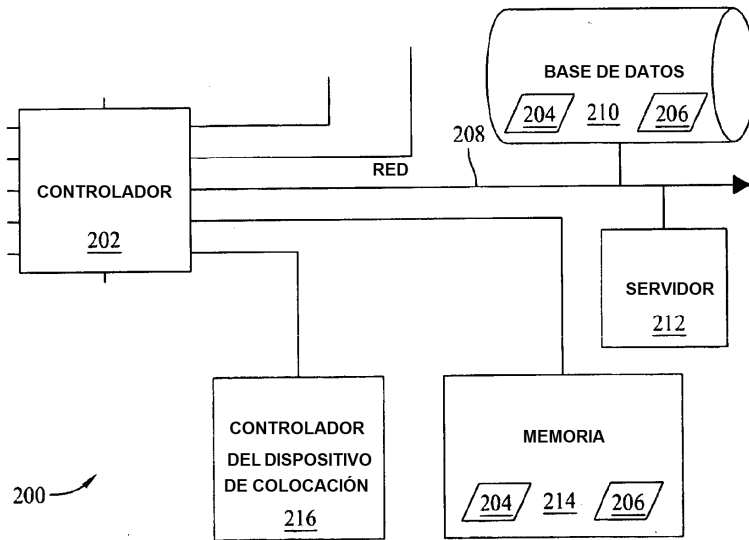


FIG. 5

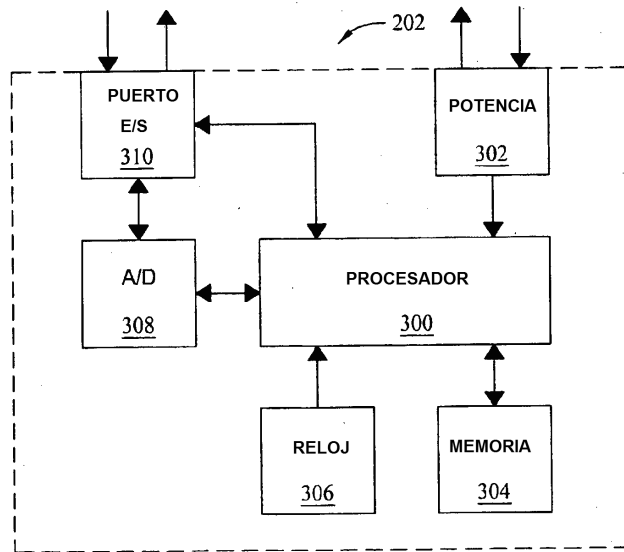


FIG. 6

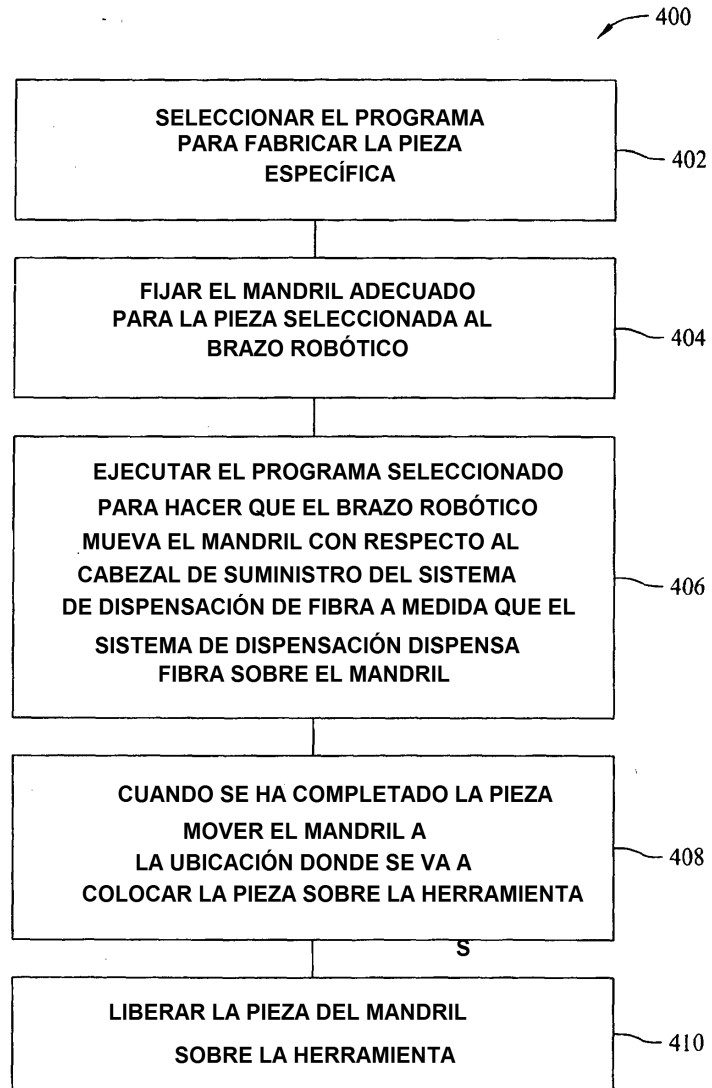


FIG. 7

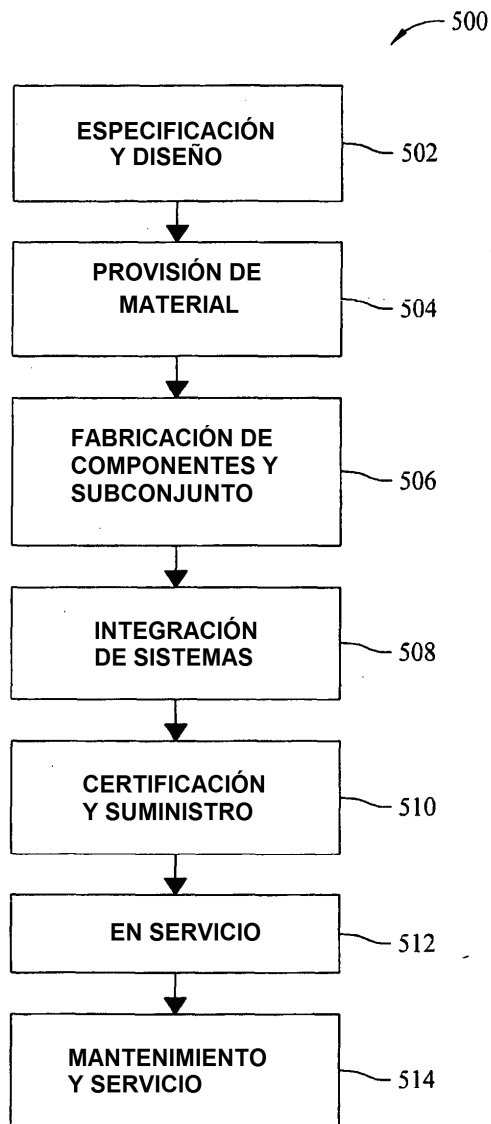


FIG. 8

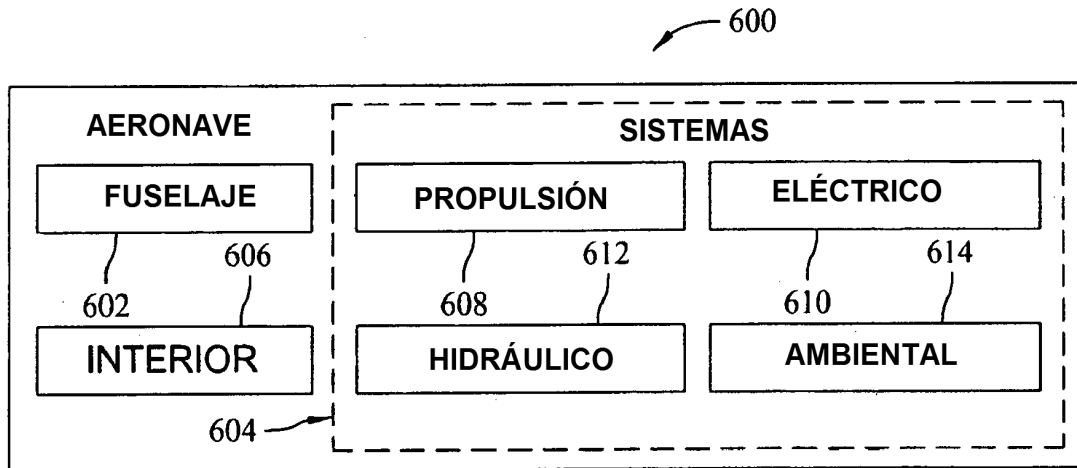


FIG. 9