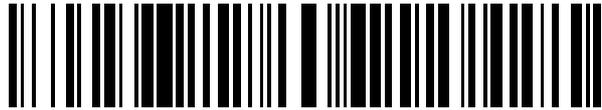


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 763 626**

51 Int. Cl.:

B64F 5/00 (2007.01)

B21J 15/02 (2006.01)

B21J 15/14 (2006.01)

B60G 3/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.12.2014 E 14196544 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2019 EP 2965994**

54 Título: **Estructura de retención ajustable para un dispositivo de cuna**

30 Prioridad:

09.07.2014 US 201462022641 P

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

29.05.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**OBEROI, HARINDER S;
GEROSA, ALFREDO JOSE;
BARRICK, KEVIN MARION;
DO, QUANG T;
HU, YUANXIN CHARLES;
SARH, BRANKO;
REESE, RICHARD GRIFFITH, IV y
GUDZINSKI, GREGORY**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 763 626 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

Estructura de retención ajustable para un dispositivo de cuna

Antecedentes

1. Campo:

5 La presente divulgación se relaciona en general con aeronaves y, en particular, con la construcción del fuselaje de una aeronave. Aún más particularmente, la presente divulgación se relaciona con un método, aparato y sistema para construir un dispositivo de montaje y soportar un conjunto de fuselaje usando el dispositivo de montaje a la vez que se construye el conjunto de fuselaje.

2. Antecedentes:

10 La construcción de un fuselaje puede incluir ensamblar paneles de revestimiento y una estructura de soporte para el fuselaje. Los paneles de revestimiento y la estructura de soporte pueden unirse entre sí para formar un conjunto de fuselaje. Por ejemplo, sin limitación, los paneles de revestimiento pueden tener miembros de soporte, tales como marcos y largueros, unidos a la superficie de los paneles de revestimiento que se enfrentarán al interior del conjunto de fuselaje. Estos miembros de soporte pueden usarse para formar la estructura de soporte para el conjunto de fuselaje. Los paneles de revestimiento pueden colocarse entre sí y los miembros de soporte pueden unirse entre sí para formar esta estructura de soporte.

15 Las operaciones de sujeción se pueden entonces realizar para unir los paneles de revestimiento y los miembros de soporte entre sí para formar el conjunto de fuselaje. Estas operaciones de sujeción pueden incluir, por ejemplo, operaciones de remachado, operaciones de atornillado de ajuste por interferencia, otros tipos de operaciones de fijación, o alguna combinación de las mismas. Es posible que sea necesario ensamblar el conjunto de fuselaje de manera que cumpla con los requisitos de la línea de molde exterior (OML) y los requisitos de la línea de molde interior (IML) para el conjunto de fuselaje.

20 Con algunos métodos actualmente disponibles para la construcción de un conjunto de fuselaje, pueden realizarse manualmente las operaciones de fijación realizadas para ensamblar los paneles de revestimiento y los miembros de soporte entre sí. Por ejemplo, sin limitación, un primer operador humano colocado en el exterior del conjunto de fuselaje y un segundo operador humano colocado en el interior del conjunto de fuselaje pueden usar herramientas manuales para realizar estas operaciones de sujeción. En algunos casos, este tipo de proceso de sujeción manual puede ser más laborioso, lento, ergonómicamente desafiante o más costoso de lo deseado. Además, algunos métodos de montaje actuales utilizados para construir fuselajes que involucran procesos de fijación manual pueden no permitir que se construyan fuselajes en las instalaciones o fábricas de montaje a las velocidades de montaje deseadas o costes de montaje deseados.

25 En algunos casos, los métodos de montaje actuales y sistemas utilizados para construir fuselajes pueden requerir que estos fuselajes se construyan en las instalaciones o fábricas específicamente designadas y configuradas de forma permanente para la construcción de fuselajes. Es posible que estos métodos y sistemas de montaje actuales no puedan acomodar diferentes tipos y formas de fuselajes. Por ejemplo, sin limitación, los equipos grandes y pesados necesarios para construir fuselajes pueden fijarse permanentemente a una fábrica y configurarse para usarse únicamente con fuselajes de un tipo específico.

30 Además, con algunos métodos de montaje actuales, soportar un fuselaje durante la construcción del fuselaje puede ser más difícil de lo deseado. Con algunos sistemas de montaje actuales, las estructuras utilizadas para soportar un fuselaje durante la construcción del fuselaje pueden ser dispositivos permanentes y no se pueden mover de un lugar a otro. Por lo tanto, sería deseable tener un método y un aparato que tenga en cuenta al menos algunos de los problemas discutidos anteriormente, así como otros posibles problemas.

35 El documento DE10134852 establece: "En un dispositivo de sujeción para sujetar componentes de gran tamaño, el cual tiene una pluralidad de unidades de sujeción, la invención consiste en que una parte de las unidades de sujeción dispuestas a lo largo de un lado del componente y provistas de acuerdo con la otra parte de las unidades de sujeción a lo largo del otro lado del componente y las unidades de sujeción tienen brazos de sujeción móviles y pivotantes, en donde se puede mover un número mínimo de brazos de sujeción fuera del área de trabajo de una máquina de procesamiento con el fin de hacer espacio para una máquina para realizar su ciclo de trabajo en el área de una unidad de sujeción, a la vez que el mayor número posible de unidades de sujeción continúan soportando el componente simultáneamente. Al prescindir de los sistemas de soporte rígidos con dispositivos específicos de geometría de manera que se reduce el coste de la tecnología del sistema y se logra una sujeción flexible de piezas de trabajo de diferentes formas y tamaños".

40 El documento FR2841809 establece: "El sistema flexible incluye una unidad de elementos (2) extensibles los cuales se pueden colocar contra la curvatura de la lámina (1) que se está ajustando. Estos elementos tienen soportes en el extremo, a los cuales se puede aplicar una tira (4) de fibra de carbono de manera que tomen la forma de la lámina curva. Otra unidad de este tipo se utiliza en la posición opuesta".

5 El documento DE102008062026 establece: "El dispositivo (1) tiene unidades (8-11) de posicionamiento que incluyen múltiples empalmes conectados indirectamente con múltiples secciones de una parte principal, donde una de las secciones está conectada con un riel a través del primer empalme. El segundo empalme se proporciona en un extremo de una parte auxiliar, donde la parte auxiliar está diseñada como una parte auxiliar tubular. El tercer empalme conecta una sección central de la parte principal con otro extremo de la parte auxiliar. La parte principal se forma como una parte principal tubular e incluye un rotor que se guía en un estator tubular. El primer extremo de la parte principal está sujeto a un portador (5)".

Resumen

10 En resumen, se proporciona un método para soportar un panel para un conjunto de fuselaje, comprendiendo el método: proporcionar un dispositivo de cuna que comprende una base y una estructura de retención ajustable que tiene una forma curva; y acoplar la estructura de retención ajustable con el panel, en donde acoplar la estructura de retención ajustable con el panel comprende: mover la estructura de retención ajustable con respecto a la base hacia el panel de tal manera que la estructura de retención ajustable incida en el panel; y permitir que la estructura de retención ajustable gire pasivamente alrededor de una interfaz esférica alrededor de un eje X, un eje Y y un eje Z hasta que la estructura de retención ajustable se alinee sustancialmente con el panel.

15 También se proporciona un dispositivo de cuna que comprende: una base; una estructura de retención ajustable para soportar uno o más paneles, la estructura de retención tiene una forma curva y está asociada con la base a través de un sistema de movimiento configurado para proporcionar movimiento con al menos un grado de libertad; y un miembro de conexión, en donde la estructura de retención ajustable está asociada de manera giratoria con el miembro de conexión de una manera que forma una interfaz esférica de tal manera que la estructura de retención ajustable sea capaz de girar pasivamente alrededor de la interfaz esférica para girar alrededor de un eje X, un eje Y, y un eje Z, en donde los sistemas de movimiento están dispuestos para trasladar el miembro de conexión a lo largo de al menos uno de un eje X, un eje Y o un eje Z con respecto a la base del dispositivo de cuna.

Breve descripción de los dibujos

25 Las características novedosas que se creen características de las realizaciones ilustrativas se exponen en las reivindicaciones adjuntas. Sin embargo, las realizaciones ilustrativas, así como un modo de uso preferido, objetivos adicionales y características de los mismos, se entenderán mejor con referencia a la siguiente descripción detallada de una realización ilustrativa de la presente divulgación cuando se leen en conjunto con los dibujos adjuntos, en donde:

30 La Figura 1 es una ilustración de un entorno de fabricación en la forma de diagrama de bloques útil para comprender la invención;

La Figura 2 es una ilustración de un conjunto de fuselaje en la forma de diagrama de bloques útil para comprender la invención;

La Figura 3 es una ilustración de una pluralidad de sistemas móviles de un sistema de fabricación flexible dentro de un entorno de fabricación útil para comprender la invención;

35 La Figura 4 es una ilustración de una pluralidad de plataformas móviles en la forma de diagrama de bloques útil para comprender la invención;

La Figura 5 es una ilustración de un flujo de un número de servicios a través de una red de servicio distribuida en la forma de un diagrama de bloques útil para comprender la invención;

40 La Figura 6 es una ilustración de un sistema de cuna en la forma de diagrama de bloques de acuerdo con una realización ilustrativa;

La Figura 7 es una ilustración de una vista isométrica de un entorno de fabricación útil para comprender la invención;

La Figura 8 es una ilustración de una primera torre acoplada a un dispositivo de servicio útil para comprender la invención;

La Figura 9 es una ilustración de una vista isométrica de un sistema de cuna de acuerdo con una realización ilustrativa;

45 La Figura 10 es una ilustración de una vista isométrica de un dispositivo de montaje formado usando un sistema de cuna y acoplado a una primera torre de acuerdo con una realización ilustrativa;

La Figura 11 es una ilustración de una vista isométrica de una etapa en el proceso de montaje para construir un conjunto de fuselaje que está siendo soportado por un dispositivo de montaje de acuerdo con una realización ilustrativa;

50 La Figura 12 es una ilustración de una vista isométrica de otra etapa en el proceso de montaje para construir un conjunto de fuselaje que está siendo soportado por un dispositivo de montaje de acuerdo con una realización ilustrativa;

- La Figura 13 es una ilustración de una vista isométrica de otra etapa en el proceso de montaje para construir un conjunto de fuselaje que está siendo soportado por un dispositivo de montaje de acuerdo con una realización ilustrativa;
- 5 La Figura 14 es una ilustración de una vista isométrica de otra etapa en el proceso de montaje para construir un conjunto de fuselaje de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La Figura 15 es una ilustración de una vista isométrica de una segunda torre acoplada a un dispositivo de servicio y un dispositivo de montaje que soporta un conjunto de fuselaje de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La Figura 16 es una ilustración de una vista en corte isométrica de una pluralidad de plataformas móviles que realizan procesos de sujeción dentro de un interior de un conjunto de fuselaje de acuerdo con una realización ilustrativa;
- 10 La Figura 17 es una ilustración de una vista en sección transversal de un sistema de fabricación flexible que realiza operaciones en un conjunto de fuselaje de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La Figura 18 es una ilustración de una vista isométrica de un fuselaje completamente ensamblado de acuerdo con una realización ilustrativa;
- 15 La Figura 19 es una ilustración de una vista isométrica de conjuntos de fuselaje que se construyen dentro de un entorno de fabricación de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La Figura 20 es una ilustración de una vista isométrica de un dispositivo de cuna de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La Figura 21 es una ilustración de una vista isométrica ampliada de un miembro de retención y un sistema de movimiento de acuerdo con una realización ilustrativa;
- 20 La Figura 22 es una ilustración de una vista isométrica ampliada de una estructura de retención, un sistema de movimiento y un sistema de movimiento de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La Figura 23 es una ilustración de una vista isométrica ampliada de una estructura de retención y un sistema de movimiento de acuerdo con una realización ilustrativa;
- 25 La Figura 24 es una ilustración de una vista isométrica de un dispositivo de cuna con una unidad de servicios asociada con el dispositivo de cuna de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La Figura 25 es una ilustración de una vista isométrica ampliada de un dispositivo de cuna de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La Figura 26 es una ilustración de una vista isométrica ampliada de una estructura de retención de acuerdo con una realización ilustrativa;
- 30 La Figura 27 es una ilustración de una vista isométrica ampliada de una estructura de retención de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La Figura 28 es una ilustración de una vista lateral de una estructura de retención y un sistema de movimiento de acuerdo con una realización ilustrativa;
- 35 La Figura 29 es una ilustración de una vista frontal de una estructura de retención con un sistema de movimiento y otro sistema de movimiento de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La Figura 30 es una ilustración de una vista isométrica de un dispositivo de cuna con una unidad de servicios asociada con un dispositivo de cuna de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La Figura 31 es una ilustración de una vista isométrica ampliada de un dispositivo de cuna de acuerdo con una realización ilustrativa;
- 40 La Figura 32 es una ilustración de una vista isométrica de un dispositivo de cuna con una unidad de servicios asociada con un dispositivo de cuna de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La Figura 33 es una ilustración de un proceso para configurar un dispositivo de montaje en la forma de un diagrama de flujo de acuerdo con una realización ilustrativa;
- 45 La Figura 34 es una ilustración de un proceso para configurar un dispositivo de montaje en la forma de un diagrama de flujo de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La Figura 35 es una ilustración de un proceso para ajustar una estructura de retención de un dispositivo de cuna en la forma de un diagrama de flujo de acuerdo con una realización ilustrativa;

La Figura 36 es una ilustración del ajuste de una estructura de retención ajustable en la forma de un diagrama de flujo de acuerdo con una realización ilustrativa;

La Figura 37 es una ilustración de un sistema de procesamiento de datos en la forma de un diagrama de bloques útil para comprender la invención;

- 5 La Figura 38 es una ilustración de un método de fabricación y servicio de aeronaves en la forma de diagrama de bloques útil para comprender la invención; y

La Figura 39 es una ilustración de una aeronave en la forma de diagrama de bloques en la cual se puede implementar una realización ilustrativa.

Descripción detallada

- 10 Las realizaciones ilustrativas reconocen y toman en cuenta diferentes consideraciones. Por ejemplo, las realizaciones ilustrativas reconocen y toman en cuenta que puede ser deseable automatizar el proceso de construcción de un conjunto de fuselaje para una aeronave. La automatización del proceso de construcción de un conjunto de fuselaje para una aeronave puede mejorar la eficiencia de construcción, mejorar la calidad de construcción y reducir los costes asociados con la construcción del conjunto de fuselaje. Las realizaciones ilustrativas también reconocen y toman en
 15 cuenta que automatizar el proceso de construcción de un conjunto de fuselaje puede mejorar la exactitud y precisión con la cual se realizan las operaciones de montaje, asegurando así un mejor cumplimiento con los requisitos de la línea de molde exterior (OML) y los requisitos de la línea de molde interior (IML) para el conjunto de fuselaje.

- Además, las realizaciones ilustrativas reconocen y toman en cuenta que la automatización del proceso utilizado para
 20 construir un conjunto de fuselaje para una aeronave puede reducir significativamente la cantidad de tiempo necesario para el ciclo de construcción. Por ejemplo, sin limitación, puede reducirse la automatización de las operaciones de sujeción y, en algunos casos, eliminar, la necesidad de que operadores humanos realicen estas operaciones de sujeción, así como otros tipos de operaciones de montaje.

- Además, este tipo de automatización del proceso para la construcción de un conjunto de fuselaje para una aeronave
 25 puede ser menos laborioso, lento, ergonómicamente desafiante y costosa que la realización principalmente manual de este proceso. La mano de obra reducida puede tener un beneficio deseado para el trabajador humano. Además, la automatización del proceso de montaje del fuselaje puede permitir que los conjuntos de fuselaje se construyan en las instalaciones y fábricas de montaje deseadas a las velocidades de montaje y costes de montaje deseados.

- Las realizaciones ilustrativas también reconocen y toman en cuenta que puede ser deseable utilizar el equipo que
 30 puede ser guiado y operado de manera autónoma para automatizar el proceso de construcción de un conjunto de fuselaje. En particular, puede ser deseable tener un sistema de fabricación flexible autónomo compuesto por sistemas móviles que puedan ser guiados de manera autónoma a través del piso de una fábrica, posicionados de manera autónoma con relación al piso de la fábrica de acuerdo como sea necesario para construir el conjunto de fuselaje, operados de manera autónoma para construir el conjunto de fuselaje, y luego alejados de manera autónoma cuando se completa la construcción del conjunto de fuselaje.

- 35 Como se usa en este documento, realizar cualquier operación, acción, o etapa autónoma puede significar realizar esa operación sustancialmente sin ninguna intervención humana. Por ejemplo, sin limitación, una plataforma que puede guiarse de manera autónoma es una plataforma que puede guiarse de manera sustancialmente independiente de cualquier entrada humana. De esta manera, una plataforma que se puede guiar de manera autónoma puede ser una plataforma que sea capaz de guiarse o ser guiada de manera sustancialmente independiente de la entrada humana.

- 40 Por lo tanto, las realizaciones ilustrativas proporcionan un método, un aparato, y un sistema para la construcción de un conjunto de fuselaje para una aeronave. En particular, las realizaciones ilustrativas proporcionan un sistema de fabricación flexible autónomo que automatiza la mayoría, si no todo, el proceso de construcción de un conjunto de fuselaje. Por ejemplo, sin limitación, el sistema de fabricación flexible autónomo puede automatizar el proceso de
 45 instalación de sujetadores para unir paneles de revestimiento de fuselaje y una estructura de soporte de fuselaje para construir el conjunto de fuselaje.

- Sin embargo, las realizaciones ilustrativas reconocen y toman en cuenta que la automatización del proceso para la
 construcción de un conjunto de fuselaje usando un sistema de fabricación flexible autónomo, puede presentar desafíos técnicos únicos que requieren soluciones técnicas únicas. Por ejemplo, las realizaciones ilustrativas reconocen y
 50 toman en cuenta que puede ser deseable proporcionar servicios a todos los diversos sistemas dentro del sistema de fabricación flexible autónomo. En particular, puede ser deseable proporcionar estos servicios de una manera que no interrumpa o demore el proceso de construcción del conjunto de fuselaje o restrinja el movimiento de diversos sistemas móviles dentro del sistema de fabricación flexible autónomo sobre un piso de fábrica.

- Por ejemplo, sin limitación, puede ser deseable proporcionar un conjunto de servicios, tales como energía,
 55 comunicaciones, y aire, al sistema de fabricación flexible autónomo utilizando una infraestructura que incluye sólo una única conexión directa a cada uno de un conjunto de fuentes de servicio que proporcionan el conjunto de servicios. Estas conexiones directas pueden estar sobre el suelo, enterradas o empotradas. Estas conexiones directas pueden

- establecerse utilizando, por ejemplo, sin limitación, un dispositivo de servicio. Por lo tanto, la infraestructura puede incluir un dispositivo de servicio que proporciona una conexión directa a cada uno de los conjuntos de fuentes de servicio y un área de montaje con un espacio en el piso lo suficientemente grande como para permitir que los diversos sistemas de un sistema de fabricación flexible autónomo se acoplen al dispositivo de servicio y entre sí en serie. De esta manera, el conjunto de servicios puede fluir a partir del conjunto de fuentes de servicio al dispositivo de servicio y luego con la corriente a los diversos sistemas del sistema de fabricación flexible autónomo dentro del área de montaje.
- Por lo tanto, las realizaciones ilustrativas proporcionan una red de servicio distribuida que puede ser utilizada para proporcionar servicios a los diversos sistemas del sistema de fabricación flexible autónomo. La red de servicio distribuida puede proporcionar estos servicios de una manera que no restrinja ni impida el movimiento de los diversos sistemas móviles del sistema de fabricación flexible autónomo. Los diferentes sistemas móviles del sistema de fabricación flexible autónomo se pueden acoplar de manera autónoma entre sí para crear esta red de servicio distribuida.
- Además, las realizaciones ilustrativas reconocen y toman en cuenta que puede ser deseable tener un aparato y un método para soportar un conjunto de fuselaje durante la construcción del conjunto de fuselaje de una manera que cumpla con las tolerancias deseadas. En particular, puede ser deseable tener un método y un aparato para soportar un conjunto de fuselaje que permita que el conjunto de fuselaje se construya dentro de las tolerancias seleccionadas de los requisitos de la línea de molde exterior y los requisitos de la línea de molde interior para el conjunto de fuselaje. Por lo tanto, las realizaciones ilustrativas proporcionan un sistema de cuna que puede usarse para formar un dispositivo de montaje para sostener y soportar un conjunto de fuselaje.
- Con referencia ahora a las figuras y, en particular, con referencia a las Figuras 1-6, las ilustraciones de un entorno de fabricación se representan en la forma de diagramas de bloques de acuerdo con una realización ilustrativa. En particular, en las Figuras 1-6, se describen un conjunto de fuselaje, un sistema de fabricación flexible, los diversos sistemas dentro del sistema de fabricación flexible que pueden usarse para construir el conjunto de fuselaje y una red de servicio distribuida.
- Volviendo ahora a la Figura 1, se representa una ilustración de un entorno de fabricación en la forma de un diagrama de bloques. En este ejemplo ilustrativo, el entorno 100 de fabricación puede ser un ejemplo de un entorno en el cual al menos una porción del fuselaje 102 puede fabricarse para la aeronave 104.
- El entorno 100 de fabricación puede tomar diversas formas diferentes. Por ejemplo, sin limitación, el entorno 100 de fabricación puede adoptar la forma de una fábrica, una instalación de fabricación, un área de fábrica al aire libre, un área de fabricación cerrada, una plataforma en alta mar o algún otro tipo de entorno 100 de fabricación adecuado para construir al menos una porción de fuselaje 102.
- El fuselaje 102 puede construirse usando el proceso 108 de fabricación. El sistema 106 de fabricación flexible puede usarse para implementar al menos una porción del proceso 108 de fabricación. En un ejemplo ilustrativo, el proceso 108 de fabricación puede automatizarse sustancialmente usando el sistema 106 de fabricación flexible. En otros ejemplos ilustrativos, solo una o más etapas del proceso 108 de fabricación pueden estar sustancialmente automatizadas.
- El sistema 106 de fabricación flexible puede configurarse para realizar al menos una porción del proceso 108 de fabricación de manera autónoma. De esta manera, el sistema 106 de fabricación flexible puede denominarse como sistema 112 de fabricación flexible autónomo. En otros ejemplos ilustrativos, el sistema 106 de fabricación flexible puede denominarse como un sistema de fabricación flexible automatizado.
- Tal como se representa, el proceso 108 de fabricación puede incluir el proceso 110 de montaje para la construcción del conjunto 114 de fuselaje. El sistema 106 de fabricación flexible puede estar configurado para realizar al menos una porción de proceso 110 de montaje de manera autónoma.
- El conjunto 114 de fuselaje puede ser el fuselaje 102 en cualquier etapa durante el proceso 108 de fabricación antes de la finalización del proceso 108 de fabricación. En algunos casos, el conjunto 114 de fuselaje puede usarse para referirse a un fuselaje 102 parcialmente ensamblado. Dependiendo de la implementación, uno o más componentes adicionales pueden necesitar estar unidos al conjunto 114 de fuselaje para completar totalmente el montaje del fuselaje 102. En otros casos, el conjunto 114 de fuselaje puede usarse para referirse al fuselaje 102 completamente ensamblado. El sistema 106 de fabricación flexible puede construir el conjunto 114 de fuselaje hasta el punto necesario para mover el conjunto 114 de fuselaje a una etapa siguiente en el proceso de fabricación para construir aeronaves 104. En algunos casos, al menos una porción del sistema 106 de fabricación flexible puede usarse en una o más etapas posteriores en el proceso de fabricación para construir aeronaves 104.
- En un ejemplo ilustrativo, el conjunto 114 de fuselaje puede ser un conjunto para la formación de una sección particular de fuselaje 102. Como un ejemplo, el conjunto 114 de fuselaje puede tomar la forma del conjunto 116 de fuselaje posterior para formar una sección posterior del fuselaje 102. En otro ejemplo, el conjunto 114 de fuselaje puede tomar la forma del conjunto 117 de fuselaje delantero para formar una sección delantera del fuselaje 102. En aún otro ejemplo, el conjunto 114 de fuselaje puede tomar la forma del conjunto 118 de fuselaje medio para formar una sección

central del fuselaje 102 o alguna otra sección central del fuselaje 102 entre las secciones posterior y delantera del fuselaje 102.

5 Tal como se representa, el conjunto 114 de fuselaje puede incluir una pluralidad de paneles 120 y estructura 121 de soporte. La estructura 121 de soporte puede estar compuesta de una pluralidad de miembros 122. La pluralidad de miembros 122 se pueden utilizar ya sea para soportar la pluralidad de paneles 120 y conectar la pluralidad de paneles 120 entre sí. La estructura 121 de soporte puede ayudar a proporcionar resistencia, rigidez y soporte de carga para el conjunto 114 de fuselaje.

10 La pluralidad de miembros 122 puede estar asociada con una pluralidad de paneles 120. Como se usa en este documento, cuando un componente o estructura está "asociado" con otro componente o estructura, la asociación es una asociación física en los ejemplos representados.

15 Por ejemplo, un primer componente, tal como uno de la pluralidad de miembros 122, puede ser considerado para estar asociado con un segundo componente, tal como uno de la pluralidad de paneles 120, siendo al menos uno de asegurado al segundo componente, vinculado al segundo componente, montado en el segundo componente, unido al componente, acoplado al componente, soldado al segundo componente, fijado al segundo componente, adherido al segundo componente, pegado al segundo componente o conectado al segundo componente de alguna otra manera adecuada. El primer componente también puede estar conectado al segundo componente usando uno o más componentes. Por ejemplo, el primer componente puede estar conectado al segundo componente usando un tercer componente. Además, el primer componente puede considerarse asociado con el segundo componente al formarse como parte del segundo componente, una extensión del segundo componente, o ambos. En otro ejemplo, el primer componente puede considerarse parte del segundo componente que está co-curado con el segundo componente.

20 Como se usa en este documento, la frase "al menos uno de," cuando se utiliza con una lista de elementos, significa que diferentes combinaciones de uno o más de los elementos enumerados se pueden utilizar y sólo uno de los elementos de la lista pueden ser necesarios. El elemento puede ser un objeto, cosa, acción, proceso o categoría en particular. En otras palabras, "al menos uno de" significa que se puede usar cualquier combinación de elementos o número de elementos de la lista, pero no todos los elementos de la lista pueden ser necesarios.

25 Por ejemplo, "al menos uno del elemento A, elemento B, y elemento C" o "al menos uno del elemento A, elemento B, o elemento C" puede significar elemento A; elemento A y elemento B; elemento B; elemento A, elemento B y elemento C; o elemento B y elemento C. En algunos casos, "al menos uno del elemento A, elemento B y elemento C" puede significar, por ejemplo, sin limitación, dos del elemento A, uno del elemento B y diez del elemento C; cuatro del elemento B y siete del elemento C; o alguna otra combinación adecuada.

30 En estos ejemplos ilustrativos, un miembro de la pluralidad de miembros 122 puede estar asociado con al menos uno de la pluralidad de paneles 120 en un número de diferentes maneras. Por ejemplo, sin limitación, un miembro de una pluralidad de miembros 122 puede estar unido directamente a un solo panel, unido a dos o más paneles, unido a otro miembro que está directamente unido a al menos un panel, unido a al menos un miembro que está directa o indirectamente unido a al menos un panel, o asociado con al menos uno de la pluralidad de paneles 120 de alguna otra manera.

35 En un ejemplo ilustrativo, sustancialmente todos o toda de la pluralidad de miembros 122 pueden estar asociados con la pluralidad de paneles 120 antes del comienzo del proceso 110 de montaje para la construcción de conjunto 114 de fuselaje. Por ejemplo, una porción correspondiente de la pluralidad de miembros 122 puede estar asociada con cada panel de una pluralidad de paneles 120 antes de que la pluralidad de paneles 120 se unan entre sí mediante el proceso 110 de montaje.

40 En otro ejemplo ilustrativo, solamente una primera porción de la pluralidad de miembros 122 puede estar asociada con la pluralidad de paneles 120 antes del comienzo del proceso 110 de montaje. El proceso 110 de montaje puede incluir unir una porción restante de la pluralidad de miembros 122 a la pluralidad de paneles 120 para al menos uno de proporcionar soporte a la pluralidad de paneles 120 o conectar la pluralidad de paneles 120 entre sí. La primera porción de la pluralidad de miembros 122 unidos a la pluralidad de paneles 120 antes del proceso 110 de montaje y la porción restante de la pluralidad de miembros 122 unidos a la pluralidad de paneles 120 durante el proceso 110 de montaje pueden formar juntos la estructura 121 de soporte.

45 En aún otro ejemplo ilustrativo, todos de la pluralidad de miembros 122 pueden estar asociados con pluralidad de paneles 120 durante el proceso 110 de montaje. Por ejemplo, cada uno de la pluralidad de paneles 120 puede estar "desnudo" sin ninguno de los miembros unidos a o de otra manera asociados con el panel antes del proceso 110 de montaje. Durante el proceso 110 de montaje, la pluralidad de miembros 122 puede asociarse entonces con la pluralidad de paneles 120.

50 De esta manera, la estructura 121 de soporte para conjunto 114 de fuselaje puede construirse en un número de diferentes maneras. El conjunto 114 de fuselaje que comprende una pluralidad de paneles 120 y la estructura 121 de soporte se describen con mayor detalle a continuación en la Figura 2.

La construcción del conjunto 114 de fuselaje puede incluir unir una pluralidad de paneles 120 entre sí. La unión de una pluralidad de paneles 120 puede realizarse en un número de maneras diferentes. Dependiendo de la implementación, unir una pluralidad de paneles 120 entre sí puede incluir unir uno o más de la pluralidad de miembros 122 a uno o más de la pluralidad de paneles 120 u otros miembros de la pluralidad de miembros 122.

- 5 En particular, unir la pluralidad de paneles 120 puede incluir unir al menos un panel a al menos otro panel, unir al menos un miembro a al menos otro miembro, o unir al menos un miembro a al menos un panel o alguna combinación de los mismos. Como un ejemplo ilustrativo, unir un primer panel y un segundo panel entre sí puede incluir al menos uno de los siguientes: sujetar el primer panel directamente al segundo panel, unir un primer miembro asociado con el primer panel a un segundo miembro asociado con el segundo panel, unir un miembro asociado con el primer panel directamente al segundo panel, unir un miembro asociado con el primer panel y el segundo panel a otro miembro, unir un miembro seleccionado tanto al primer panel como al segundo panel, o algún otro tipo de operación de unión.

El proceso 110 de montaje puede incluir operaciones 124 que pueden realizarse para unir una pluralidad de paneles 120 entre sí para construir el conjunto 114 de fuselaje. En este ejemplo ilustrativo, el sistema 106 de fabricación flexible puede usarse para realizar al menos una porción de las operaciones 124 de manera autónoma.

- 15 Las operaciones 124 pueden incluir, por ejemplo, pero no se limitan a, operaciones 125 de conexión temporal, operaciones 126 de perforación, operaciones 128 de inserción de sujetadores, operaciones 130 de instalación de sujetadores, operaciones 132 de inspección, otros tipos de operaciones de montaje, o alguna combinación de las mismas. Las operaciones 125 de conexión temporal pueden realizarse para conectar temporalmente la pluralidad de paneles 120 entre sí. Por ejemplo, sin limitación, las operaciones 125 de conexión temporal pueden incluir fijar temporalmente una pluralidad de paneles 120 entre sí usando sujetadores de tachuela.

Las operaciones 126 de perforación pueden incluir la perforación de agujeros a través de uno o más de la pluralidad de paneles 120 y, en algunos casos, a través de uno o más de la pluralidad de miembros 122. Las operaciones 128 de inserción de sujetadores pueden incluir la inserción de sujetadores en los agujeros perforados por las operaciones 126 de perforación.

- 25 Las operaciones 130 de instalación de sujetadores pueden incluir instalar completamente cada uno de los sujetadores que se han insertado en los agujeros. Las operaciones 130 de instalación de sujetadores pueden incluir, por ejemplo, sin limitación, operaciones de remachado, operaciones de atornillado de ajuste por interferencia, otros tipos de operaciones de instalación de sujetadores, o alguna combinación de las mismas. Las operaciones 132 de inspección pueden incluir la inspección de los sujetadores completamente instalados. Dependiendo de la implementación, el sistema 106 de fabricación flexible puede usarse para realizar cualquier número de estos diferentes tipos de operaciones 124 de manera sustancialmente autónoma.

- 30 Tal como se representa, el sistema 106 de fabricación flexible puede incluir pluralidad de sistemas 134 móviles, sistema 136 de control, y sistema 138 de servicio. Cada uno de la pluralidad de sistemas 134 móviles puede ser un sistema móvil que se puede guiar. En algunos casos, cada uno de la pluralidad de sistemas 134 móviles puede ser un sistema móvil que se puede guiar de manera autónoma. Por ejemplo, sin limitación, cada uno de la pluralidad de sistemas 134 móviles puede incluir uno o más componentes que pueden ser guiados de manera autónoma dentro del entorno 100 de fabricación de una ubicación a otra ubicación. La pluralidad de sistemas 134 móviles se describe con mayor detalle a continuación en la Figura 3.

- 35 En este ejemplo ilustrativo, el sistema 136 de control puede usarse para controlar la operación del sistema 106 de fabricación flexible. Por ejemplo, sin limitación, el sistema 136 de control puede usarse para controlar la pluralidad de sistemas 134 móviles. En particular, el sistema 136 de control puede usarse para dirigir el movimiento de cada uno de la pluralidad de sistemas 134 móviles dentro del entorno 100 de fabricación. El sistema 136 de control puede estar asociado al menos parcialmente con la pluralidad de sistemas 134 móviles.

- 40 En un ejemplo ilustrativo, el sistema 136 de control puede incluir un conjunto de controladores 140. Como se usa en este documento, un "conjunto de" elementos puede incluir uno o más elementos. De esta manera, el conjunto de controladores 140 puede incluir uno o más controladores.

- 45 Cada uno del conjunto de controladores 140 pueden implementarse utilizando hardware, firmware, software, o alguna combinación de los mismos. En un ejemplo ilustrativo, el conjunto de controladores 140 puede estar asociado con una pluralidad de sistemas 134 móviles. Por ejemplo, sin limitación, uno o más del conjunto de controladores 140 pueden implementarse como parte de la pluralidad de sistemas 134 móviles. En otros ejemplos, uno o más del conjunto de controladores 140 pueden implementarse independientemente de la pluralidad de sistemas 134 móviles.

- 50 El conjunto de controladores 140 puede generar comandos 142 para controlar la operación de una pluralidad de sistemas 134 móviles del sistema 106 de fabricación flexible. El conjunto de controladores 140 puede comunicarse con una pluralidad de sistemas 134 móviles utilizando al menos uno de un enlace de comunicaciones inalámbricas, un enlace de comunicaciones por cable, un enlace de comunicaciones ópticas u otro tipo de enlace de comunicaciones. De esta manera, se puede usar cualquier número de tipos diferentes de enlaces de comunicaciones para la comunicación con y entre el conjunto de controladores 140.

- 5 En estos ejemplos ilustrativos, el sistema 136 de control puede controlar la operación de la pluralidad de sistemas 134 móviles usando datos 141 recibidos a partir del sistema 133 de sensor. El sistema de sensor 133 puede estar compuesto de cualquier número de sistemas de sensores individuales, dispositivos de sensor, controladores, otros tipos de componentes, o combinación de los mismos. En un ejemplo ilustrativo, el sistema 133 de sensor puede incluir el sistema 135 de seguimiento por láser y el sistema 137 de radar. El sistema 135 de seguimiento por láser puede estar compuesto por cualquier número de dispositivos de seguimiento por láser, objetivos con láser o una combinación de los mismos. El sistema 137 de radar puede estar compuesto por cualquier número de sensores de radar, objetivos de radar o una combinación de los mismos.
- 10 El sistema 133 de sensor puede usarse para coordinar el movimiento y la operación de los diversos sistemas móviles en una pluralidad de sistemas 134 móviles dentro del entorno 100 de fabricación. Como un ejemplo ilustrativo, el sistema 137 de radar puede usarse para sistemas móviles de macro posicionamiento, sistemas dentro de sistemas móviles, componentes dentro de sistemas móviles, o alguna combinación de los mismos. Además, el sistema 135 de seguimiento por láser puede usarse para micro posicionar sistemas móviles, sistemas dentro de sistemas móviles, componentes dentro de sistemas móviles, o alguna combinación de los mismos.
- 15 La pluralidad de sistemas 134 móviles puede usarse para formar una red 144 de servicio distribuida. Dependiendo de la implementación, uno o más de la pluralidad de sistemas 134 móviles pueden formar una red 144 de servicio distribuida. El número de servicios 146 puede fluir a partir del número de fuentes 148 de servicio a los diversos sistemas móviles de la pluralidad de sistemas 134 móviles que conforman la red 144 de servicio distribuida.
- 20 En este ejemplo ilustrativo, cada uno del número de fuentes 148 de servicio puede estar situado con el entorno 100 de fabricación. En otros ejemplos ilustrativos, uno o más del número de fuentes 148 de servicio puede estar situados fuera de la entorno 100 de fabricación. El correspondiente servicio proporcionado por estas una o más fuentes de servicios se pueden realizar dentro del entorno 100 de fabricación utilizando, por ejemplo, sin limitación, uno o más cables de servicio.
- 25 En un ejemplo ilustrativo, la red 144 de servicio distribuida puede permitir que el número de servicios 146 fluya directamente a partir del número de fuentes 148 de servicio a un sistema móvil en la pluralidad de sistemas 134 móviles sobre algún número de cables de servicio. Este sistema móvil puede distribuir entonces el número de servicios 146 a otros sistemas móviles de la pluralidad de sistemas 134 móviles de tal manera que estos otros sistemas móviles no necesiten recibir directamente el número de servicios 146 a partir del número de fuentes 148 de servicio.
- 30 Tal como se representa, la red 144 de servicio distribuida puede estar formada usando el sistema 138 de servicio. El sistema 138 de servicio puede incluir el dispositivo 150 de servicio. El sistema 138 de servicio puede estar configurado para conectarse al número de fuentes 148 de servicio de tal manera que el número de servicios 146 pueda fluir de un número fuentes 148 de servicio al dispositivo 150 de servicio. El dispositivo 150 de servicio puede estar sobre el suelo o en el suelo, dependiendo de la implementación. Por ejemplo, sin limitación, el dispositivo 150 de servicio puede estar incrustado en un piso dentro del entorno 100 de fabricación.
- 35 El dispositivo 150 de servicio puede distribuir entonces el número de servicios 146 a uno o más de la pluralidad de sistemas 134 móviles. En particular, un acoplamiento autónomo de uno de la pluralidad de sistemas 134 móviles al dispositivo 150 de servicio puede ser seguido por cualquier número de acoplamientos autónomos de sistemas móviles entre sí en serie para formar una red 144 de servicio distribuida. El dispositivo 150 de servicio puede distribuir el número de servicios 146 a cada uno de la pluralidad de sistemas 134 móviles con la corriente del dispositivo 150 de servicio en la serie de acoplamientos autónomos de los sistemas móviles.
- 40 Dependiendo de la implementación, la red 144 de servicio distribuida puede tener una configuración similar a una cadena o una configuración en forma de árbol. En un ejemplo ilustrativo, la pluralidad de sistemas 134 móviles puede incluir los sistemas A, B, C y D móviles (no se muestran en la figura) con el sistema A móvil acoplado de manera autónoma al dispositivo 150 de servicio y los sistemas B, C y D móviles acoplados de manera autónoma a sistema A móvil y entre sí en serie. Un ejemplo de una configuración similar a una cadena para la red 144 de servicio distribuida puede incluir el número de servicios 146 que fluyen a partir del número de fuentes 148 de servicio a través de cierto número de cables de servicio al dispositivo 150 de servicio, a partir del dispositivo 150 de servicio al sistema A móvil, a partir del sistema A móvil al sistema B móvil, a partir del sistema B móvil al sistema C móvil, y a partir del sistema C móvil al sistema D móvil. Un ejemplo de una configuración en forma de árbol para la red 144 de servicio distribuida puede incluir el número de servicios 146 que fluyen a partir del número de fuentes 148 de servicio sobre cierto número de cables de servicio al dispositivo 150 de servicio, a partir del dispositivo 150 de servicio al sistema A móvil, a partir del sistema A móvil al sistema B móvil y al sistema C móvil, y a partir del sistema C móvil al sistema D móvil. Un ejemplo de una manera en la cual la red 144 de servicio distribuida puede implementarse usando una pluralidad de sistemas 134 móviles se describe con mayor detalle a continuación en la Figura 5.
- 55 En algunos ejemplos ilustrativos, múltiples sistemas de fabricación flexible pueden usarse para construir múltiples conjuntos de fuselaje simultáneamente. Por ejemplo, el sistema 106 de fabricación flexible puede ser un primer sistema de fabricación flexible de diversos sistemas de fabricación flexible.

5 En un ejemplo ilustrativo, el sistema 106 de fabricación flexible, el segundo sistema 152 de fabricación flexible, y el tercer sistema 154 de fabricación flexible pueden ser usados para construir el conjunto 116 de fuselaje posterior, el conjunto 118 de fuselaje medio, y el conjunto 117 de fuselaje delantero, respectivamente. El conjunto 116 de fuselaje posterior, el conjunto 118 de fuselaje medio y el conjunto 117 de fuselaje delantero se pueden unir para formar un fuselaje 102 totalmente ensamblado. De esta manera, en este ejemplo, el sistema 106 de fabricación flexible, el segundo sistema 152 de fabricación flexible y el tercer sistema 154 de fabricación flexible pueden formar conjuntamente el sistema 158 de fabricación de fuselaje flexible.

10 Por lo tanto, cualquier número de conjuntos de fuselaje, tal como el conjunto 114 de fuselaje, se pueden construir dentro del entorno 100 de fabricación utilizando cualquier número de sistemas de fabricación flexible implementados de una manera similar al sistema 106 de fabricación flexible. De manera similar, cualquier número de fuselajes completos, tales como el fuselaje 102, pueden construirse dentro del entorno 100 de fabricación usando cualquier número de sistemas de fabricación de fuselaje flexible implementados de manera similar al sistema 158 de fabricación de fuselaje flexible.

15 Con referencia ahora a la Figura 2, se representa una ilustración del conjunto 114 de fuselaje de la Figura 1 en la forma de un diagrama de bloques. Como se describió anteriormente, el conjunto 114 de fuselaje puede incluir una pluralidad de paneles 120 y una estructura 121 de soporte. El conjunto 114 de fuselaje puede usarse para referirse a cualquier etapa en la construcción del conjunto 114 de fuselaje. Por ejemplo, el conjunto 114 de fuselaje puede usarse para referirse a uno solo de la pluralidad de paneles 120, múltiples de la pluralidad de paneles 120 que se han unido o se están uniendo, un conjunto de fuselaje parcialmente construido o un conjunto de fuselaje totalmente construido.

20 Tal como se representa, el conjunto 114 de fuselaje puede estar construido de tal modo que el conjunto 114 de fuselaje tiene pluralidad de secciones 205 de fuselaje. Cada una de la pluralidad de secciones 205 de fuselaje puede incluir uno o más de la pluralidad de paneles 120. En este ejemplo ilustrativo, cada una de la pluralidad de las secciones 205 de fuselaje pueden tomar la forma de una sección de fuselaje en forma cilíndrica, una sección de fuselaje en forma de barril, una sección de fuselaje en forma cilíndrica cónica, una sección de fuselaje en forma de cono, una sección de fuselaje en forma de cúpula, o una sección que tiene algún otro tipo de forma. Dependiendo de la implementación, una sección de fuselaje de una pluralidad de secciones 205 de fuselaje puede tener una forma que tenga una forma de sección transversal sustancialmente circular, una forma de sección transversal elíptica, una forma de sección transversal ovalada, una forma de polígono de sección transversal de esquinas redondeadas, o de lo contrario, una forma de sección transversal de curva cerrada.

25 Como un ejemplo ilustrativo específico, cada una de la pluralidad de secciones 205 de fuselaje puede ser una porción de conjunto 114 de fuselaje definida entre dos secciones transversales radiales del conjunto 114 de fuselaje que se toman sustancialmente perpendicular a un eje central o un eje longitudinal a través del conjunto 114 de fuselaje. De esta manera, la pluralidad de secciones 205 de fuselaje puede estar dispuesta a lo largo del eje longitudinal del conjunto 114 de fuselaje. En otras palabras, la pluralidad de secciones 205 de fuselaje puede estar dispuesta longitudinalmente.

30 La sección 207 de fuselaje puede ser un ejemplo de una de la pluralidad de secciones 205 de fuselaje. La sección 207 de fuselaje puede estar compuesta por uno o más de la pluralidad de paneles 120. En un ejemplo ilustrativo, se pueden disponer múltiples secciones de panel circunferencialmente alrededor de la sección 207 de fuselaje para formar el revestimiento de la sección 207 de fuselaje. En algunos casos, se pueden disponer múltiples filas de dos o más paneles adyacentes circunferencialmente alrededor de la sección 207 de fuselaje para formar el revestimiento de la sección 207 de fuselaje.

35 En un ejemplo ilustrativo, el conjunto 114 de fuselaje puede tener la corona 200, la quilla 202, y los lados 204. Los lados 204 pueden incluir el primer lado 206 y el segundo lado 208.

40 La corona 200 puede ser la porción superior del conjunto 114 de fuselaje. La quilla 202 puede ser la porción inferior del conjunto 114 de fuselaje. Los lados 204 del conjunto 114 de fuselaje pueden ser las porciones del conjunto 114 de fuselaje entre la corona 200 y la quilla 202. En un ejemplo ilustrativo, cada una de la corona 200, la quilla 202, el primer lado 206 y el segundo lado 208 del conjunto 114 de fuselaje pueden estar formados por al menos una porción de al menos uno de la pluralidad de paneles 120. Además, una porción de cada uno de la pluralidad de las secciones 205 de fuselaje pueden formar cada una de las coronas 200, la quilla 202, el primer lado 206 y el segundo lado 208.

45 El panel 216 puede ser un ejemplo de uno de la pluralidad de paneles 120. El panel 216 también puede denominarse panel de revestimiento, panel de fuselaje o panel de revestimiento de fuselaje, dependiendo de la implementación. En algunos ejemplos ilustrativos, el panel 216 puede tomar la forma de un mega panel compuesto por múltiples paneles más pequeños, los cuales pueden denominarse subpaneles. Un mega panel también puede denominarse súper panel. En estos ejemplos ilustrativos, el panel 216 puede estar compuesto de al menos uno de un metal, una aleación metálica, algún otro tipo de material metálico, un material compuesto o algún otro tipo de material. Como un ejemplo ilustrativo, el panel 216 puede estar compuesto por una aleación de aluminio, acero, titanio, un material cerámico, un material compuesto, algún otro tipo de material o alguna combinación de los mismos.

- 5 Cuando se utiliza para formar la quilla 202 del conjunto 114 de fuselaje, el panel 216 puede ser denominado como un panel de quilla o un panel inferior. Cuando se usa para formar uno de los lados 204 del conjunto 114 de fuselaje, el panel 216 se puede denominar panel lateral. Cuando se usa para formar la corona 200 del conjunto 114 de fuselaje, el panel 216 se puede denominar panel de corona o panel superior. Como un ejemplo ilustrativo, la pluralidad de paneles 120 puede incluir paneles 218 de corona para formar la corona 200, paneles 220 laterales para formar los lados 204 y paneles 222 de quilla para formar la quilla 202. Los paneles 220 laterales pueden incluir primeros paneles 224 laterales para formar el primer lado 206 y los segundos paneles 226 laterales para formar el segundo lado 208.
- 10 En un ejemplo ilustrativo, la sección 207 de fuselaje de la pluralidad de secciones 205 de fuselaje del conjunto 114 de fuselaje puede incluir uno de los paneles 218 de corona, dos de los paneles 220 laterales, y uno de los paneles 222 de quilla. En otro ejemplo ilustrativo, la sección 207 de fuselaje puede formar un extremo del conjunto 114 de fuselaje.
- En algunos casos, la sección 207 de fuselaje puede estar compuesta únicamente de un solo panel, tal como el panel 216. Por ejemplo, sin limitación, el panel 216 puede adoptar la forma de panel 228 de extremo.
- 15 El panel 228 de extremo puede usarse para formar un extremo del conjunto 114 de fuselaje. Por ejemplo, cuando el conjunto 114 de fuselaje toma la forma del conjunto 116 de fuselaje posterior en la Figura 1, el panel 228 de extremo puede formar el extremo más posterior del conjunto 114 de fuselaje. Cuando el conjunto 114 de fuselaje toma la forma del conjunto 117 de fuselaje delantero en la Figura 1, el panel 228 de extremo puede formar el extremo más delantero del conjunto 114 de fuselaje.
- 20 En un ejemplo ilustrativo, el panel 228 de extremo puede tomar la forma de un panel en forma cilíndrica, un panel en forma de cono, un panel en forma de barril, o un panel en forma cilíndrico cónico. Por ejemplo, el panel 228 de extremo puede ser un panel único de forma cilíndrica que tiene una forma de sección transversal sustancialmente circular que puede cambiar de diámetro con respecto a un eje central para el conjunto 114 de fuselaje.
- 25 De esta manera, como se describe anteriormente, la sección 207 de fuselaje puede estar compuesta únicamente del panel 228 de extremo. En algunos ejemplos ilustrativos, la sección 207 de fuselaje puede ser una sección de fuselaje de extremo que se compone solamente de un solo panel, el cual puede ser el panel 228 de extremo. En algunos casos, el mamparo 272 puede estar asociado con el panel 228 de extremo cuando la sección 207 de fuselaje es una sección del fuselaje de extremo. El mamparo 272, el cual también puede denominarse mamparo de presión, puede considerarse separado de o parte del panel 228 de extremo, dependiendo de la implementación. El mamparo 272 puede tener una forma de tipo domo en estos ejemplos ilustrativos.
- 30 Cuando el conjunto 114 de fuselaje toma la forma del conjunto 116 de fuselaje posterior en la Figura 1, el mamparo 272 puede ser parte de la sección 207 de fuselaje ubicada en el extremo más posterior del conjunto 116 de fuselaje posterior. Cuando el conjunto 114 de fuselaje toma la forma de conjunto 117 de fuselaje delantero en la Figura 1, el mamparo 272 puede ser parte de la sección 207 de fuselaje ubicada en el extremo más delantero del conjunto 116 de fuselaje posterior. El conjunto 118 de fuselaje medio en la Figura 1 puede no incluir un mamparo, tal como el mamparo 272, en cualquier extremo del conjunto 118 de fuselaje medio. De esta manera, se puede implementar una pluralidad de secciones 205 de fuselaje en cualquier número de formas diferentes.
- 35 Cuando el conjunto 114 de fuselaje toma la forma del conjunto 116 de fuselaje posterior en la Figura 1, el mamparo 272 puede ser parte de la sección 207 de fuselaje ubicada en el extremo más posterior del conjunto 116 de fuselaje posterior. Cuando el conjunto 114 de fuselaje toma la forma de conjunto 117 de fuselaje delantero en la Figura 1, el mamparo 272 puede ser parte de la sección 207 de fuselaje ubicada en el extremo más delantero del conjunto 116 de fuselaje posterior. El conjunto 118 de fuselaje medio en la Figura 1 puede no incluir un mamparo, tal como el mamparo 272, en cualquier extremo del conjunto 118 de fuselaje medio. De esta manera, se puede implementar una pluralidad de secciones 205 de fuselaje en cualquier número de formas diferentes.
- 40 El panel 216 puede tener una primera superficie 230 y una segunda superficie 232. La primera superficie 230 se puede configurar para usar como una superficie orientada hacia el exterior. En otras palabras, la primera superficie 230 puede usarse para formar el exterior 234 del conjunto 114 de fuselaje. La segunda superficie 232 puede configurarse para usarse como una superficie orientada hacia el interior. En otras palabras, la segunda superficie 232 puede usarse para formar el interior 236 del conjunto 114 de fuselaje. Cada uno de la pluralidad de paneles 120 puede implementarse de una manera similar al panel 216.
- 45 Como se ha descrito anteriormente, la estructura 121 de soporte puede estar asociada con una correspondiente de la pluralidad de paneles 120. La estructura 121 de soporte puede estar compuesta de pluralidad de miembros 122 que están asociados con el panel 216. En un ejemplo ilustrativo, la porción 240 correspondiente puede ser la porción de la pluralidad de miembros 122 que corresponden al panel 216. La porción 240 correspondiente puede formar la sección 238 de soporte correspondiente al panel 216. La sección 238 de soporte puede formar una parte de la estructura 121 de soporte.
- 50 La pluralidad de miembros 122 puede incluir miembros 242 de soporte. Los miembros 242 de soporte pueden incluir, por ejemplo, sin limitación, al menos uno de los miembros 244 de conexión, marcos 246, largueros 248, refuerzos 250, puntales 252, miembros 254 estructurales intercostales, u otros tipos de miembros estructurales.
- 55 Los miembros 244 de conexión pueden conectar en conjunto otros tipos de miembros 242 de soporte. En algunos casos, los miembros 244 de conexión también pueden conectar miembros 242 de soporte a una pluralidad de paneles 120. Los miembros 244 de conexión pueden incluir, por ejemplo, sin limitación, ganchos 256 de corte, bridas 258, empalmes 260, miembros 262 de conexión intercostales, otros tipos de miembros de conexión mecánica, o alguna combinación de los mismos.
- En un ejemplo ilustrativo, cuando el panel 216 se compone de múltiples subpaneles, los miembros 244 de conexión se pueden usar para, por ejemplo, sin limitación, conectar en conjunto marcos complementarios de marcos 246 que

- van en la dirección del aro en los subpaneles adyacentes y largueros complementarios de largueros 248 que van en la dirección longitudinal en subpaneles adyacentes. En otros ejemplos ilustrativos, los miembros 244 de conexión pueden usarse para conectar entre sí marcos complementarios, largueros u otros tipos de miembros de soporte en dos o más paneles adyacentes en la pluralidad de paneles 120. En algunos casos, los miembros 244 de conexión pueden usarse para conectar entre sí miembros de soporte complementarios en dos o más secciones de fuselaje adyacentes.
- Las operaciones 124, como se describen en la Figura 1, se pueden realizar para unir una pluralidad de paneles 120 entre sí para construir el conjunto 114 de fuselaje. En un ejemplo ilustrativo, se pueden usar una pluralidad de sujetadores 264 para unir una pluralidad de paneles 120 entre sí.
- Como se describió anteriormente, la unión de la pluralidad de paneles 120 entre sí se puede realizar en un número de diferentes maneras. La unión de una pluralidad de paneles 120 entre sí puede incluir al menos uno de unir al menos un panel en una pluralidad de paneles 120 a otro de una pluralidad de paneles 120, unir al menos un panel en una pluralidad de paneles 120 a al menos uno de una pluralidad de miembros 122, unir al menos un miembro en la pluralidad de miembros 122 a otro de la pluralidad de miembros 122, o algún otro tipo de operación de unión. La pluralidad de paneles 120 se puede unir de manera tal que la pluralidad de miembros 122 finalmente formen la estructura 121 de soporte para el conjunto 114 de fuselaje.
- Tal como se representa, el número de pisos 266 puede estar asociado con el conjunto 114 de fuselaje. En este ejemplo ilustrativo, el número de pisos 266 puede ser parte del conjunto 114 de fuselaje. El número de pisos 266 pueden incluir, por ejemplo, sin limitación, al menos uno de un piso de pasajeros, un piso de carga o algún otro tipo de piso.
- Con referencia ahora a la Figura 3, se representa una ilustración de la pluralidad de sistemas 134 móviles del sistema 106 de fabricación flexible dentro del entorno 100 de fabricación de la Figura 1 en la forma de un diagrama de bloques. Como se muestra, el sistema 106 de fabricación flexible puede usarse para construir el conjunto 114 de fuselaje en el piso 300 del entorno 100 de fabricación. Cuando el entorno 100 de fabricación toma la forma de una fábrica, el piso 300 puede denominarse piso 302 de fábrica.
- En un ejemplo ilustrativo, el piso 300 puede ser sustancialmente suave y sustancialmente plano. Por ejemplo, el piso 300 puede estar sustancialmente nivelado. En otros ejemplos ilustrativos, una o más porciones del piso 300 pueden estar inclinadas, en rampa o de otra manera desiguales.
- El área 304 de montaje puede ser un área dentro del entorno 100 de fabricación designada para realizar el proceso 110 de montaje en la Figura 1 para construir un conjunto de fuselaje, tal como el conjunto 114 de fuselaje. El área 304 de montaje también puede denominarse celda o celda de trabajo. En este ejemplo ilustrativo, el área 304 de montaje puede ser un área designada en el piso 300. Sin embargo, en otros ejemplos ilustrativos, el área 304 de montaje puede incluir un área designada en el piso 300 así como el área sobre esta área designada. Pueden estar presentes cualquier número de áreas de montaje dentro del entorno 100 de fabricación, de tal modo que cualquier número de conjuntos de fuselaje pueden construirse simultáneamente dentro del entorno 100 de fabricación.
- Tal como se representa, la pluralidad de los sistemas 134 móviles puede incluir la pluralidad de vehículos 306 autónomos, el sistema 308 de cuna, el sistema 310 de torre, y el sistema 312 de maquinado autónomo. Cada uno de la pluralidad de sistemas 134 móviles puede guiarse por el piso 300. En otras palabras, cada uno de la pluralidad de sistemas 134 móviles puede ser capaz de guiarse de manera autónoma a través del piso 300 a partir de una ubicación 315 a otra ubicación 317 en el piso 300.
- En un ejemplo ilustrativo, cada uno de la pluralidad de vehículos 306 autónomos puede tomar la forma de un de vehículo guiado de manera automática (AGV), el cual puede ser capaz de funcionar independientemente sin la guía o dirección humana. En algunos casos, la pluralidad de vehículos 306 autónomos puede denominarse una pluralidad de vehículos automatizados guiados (AGVs).
- En este ejemplo ilustrativo, el sistema 308 de cuna se puede utilizar para el soporte y retención conjunto 114 de fuselaje durante el proceso 110 de montaje en la Figura 1. En algunos casos, el sistema 308 de cuna puede ser denominado como un sistema cuna que se puede guiar. En otros casos, el sistema 308 de cuna puede denominarse un sistema de cuna que se puede guiar de manera autónoma.
- El sistema 308 de cuna puede incluir un número de dispositivos 313. Como se usa en este documento, un "número de" elementos puede incluir uno o más elementos. De esta manera, el número de dispositivos 313 puede incluir uno o más dispositivos. En algunos ejemplos ilustrativos, se puede hacer referencia al número de dispositivos 313 como un número de dispositivos que se pueden guiar. En otros ejemplos ilustrativos, el número de dispositivos 313 puede denominarse un número de dispositivos autónomos que se pueden guiar.
- El número de dispositivos 313 puede incluir el número de dispositivos 314 de cuna. En algunos ejemplos ilustrativos, el número de dispositivos 314 de cuna puede denominarse un número de dispositivos de cuna que se pueden guiar. En otros ejemplos ilustrativos, el número de dispositivos 314 de cuna puede denominarse un número de dispositivos de cuna que se pueden guiar de manera autónoma. El dispositivo 322 de cuna puede ser un ejemplo de uno del número de dispositivos 314 de cuna.

- 5 El número de estructuras 326 de retención puede estar asociado con cada uno del número de dispositivos 314 de cuna. El número de estructuras 326 de retención asociadas con cada uno del número de dispositivos 314 de cuna pueden acoplarse y usarse para soportar el conjunto 114 de fuselaje. Por ejemplo, el número de estructuras 326 de retención asociadas con el dispositivo 322 de cuna pueden acoplarse y usarse para soportar uno o más de la pluralidad de paneles 120.
- 10 El número de dispositivos 314 de cuna puede guiarse de manera autónoma a través del piso 300 del entorno 100 de fabricación al área 304 de montaje. En un ejemplo ilustrativo, cada uno del número de dispositivos 314 de cuna puede guiarse de manera autónoma a través del piso 300 usando un correspondiente de una pluralidad de vehículos 306 autónomos. En otras palabras, sin limitación, se puede usar el número de vehículos 316 autónomos correspondientes en la pluralidad de vehículos 306 autónomos para guiar el número de dispositivos 314 de cuna a través del piso 300 al área 304 de montaje.
- 15 En este ejemplo ilustrativo, el número de vehículos 316 autónomos correspondientes pueden guiarse a partir de, por ejemplo, sin limitación, el área 318 de espera, a través del piso 300, al área de 304 montaje. El área 318 de espera puede ser un área en la cual al menos uno de la pluralidad de vehículos 306 autónomos, un sistema 308 de cuna, un sistema 310 de torre, un sistema 312 de maquinado autónomo o un sistema 136 de control de la Figura 1, pueden retenerse cuando el sistema 106 de fabricación flexible no está en uso o cuando ese dispositivo o sistema en particular no está en uso.
- 20 El área 318 de espera puede denominarse como un área de inicio, un área de almacenamiento o un área de base, dependiendo de la implementación. Aunque el área 318 de espera se representa como ubicada dentro del entorno 100 de fabricación, el área 318 de espera puede ubicarse en alguna otra área o entorno fuera del entorno 100 de fabricación en otros ejemplos ilustrativos.
- 25 El número de vehículos 316 autónomos correspondientes en la pluralidad de vehículos 306 autónomos pueden guiar el número de dispositivos 314 de cuna en el número de posiciones 320 de cuna seleccionadas. Como se usa en este documento, una "posición" puede comprender una ubicación, una orientación o ambas. La ubicación puede estar en coordenadas bidimensionales o coordenadas tridimensionales con respecto a un sistema de coordenadas de referencia. La orientación puede ser una orientación bidimensional o tridimensional con respecto a un sistema de coordenadas de referencia. Este sistema de coordenadas de referencia puede ser, por ejemplo, sin limitación, un sistema de coordenadas del fuselaje, un sistema de coordenadas de la aeronave, un sistema de coordenadas para el entorno 100 de fabricación o algún otro tipo de sistema de coordenadas.
- 30 Cuando el número de dispositivos 314 de cuna incluye más de un dispositivo de cuna de tal manera que el número de posiciones 320 de cuna seleccionadas incluye más de una posición de cuna, estas posiciones de cuna pueden ser posiciones seleccionadas entre sí. De esta manera, el número de dispositivos 314 de cuna se puede colocar de tal manera que el número de dispositivos 314 de cuna esté en el número de posiciones 320 de cuna seleccionadas entre sí.
- 35 En estos ejemplos ilustrativos, el número de vehículos 316 autónomos correspondientes puede usarse para guiar el número de dispositivos 314 de cuna en el número de posiciones 320 de cuna seleccionadas dentro del área 304 de montaje. "Guiar" un componente o un sistema por el piso 300 puede significar, por ejemplo, pero no se limita a, mover sustancialmente la totalidad de ese componente o sistema de una ubicación a otra. Por ejemplo, sin limitación, guiar el dispositivo 322 de cuna a través del piso 300 puede significar mover la totalidad del dispositivo 322 de cuna de un lugar a otro. En otras palabras, todos o sustancialmente todos los componentes que comprenden el dispositivo 322 de cuna pueden moverse simultáneamente de una ubicación a otra.
- 40 Una vez que el número de dispositivos 314 de cuna ha sido guiado a un número de posiciones 320 de cuna seleccionadas en el área 304 de montaje, el número de dispositivos 314 de cuna puede acoplarse entre sí y al sistema 310 de torre. El número de vehículos 316 autónomos correspondientes puede entonces alejarse del número de dispositivos 314 de cuna hasta, por ejemplo, sin limitación, el área 318 de espera, una vez que el número de dispositivos 314 de cuna se coloca en el número de posiciones 320 de cuna seleccionadas dentro de las tolerancias seleccionadas. En otros ejemplos ilustrativos, el número de vehículos 316 autónomos correspondientes puede estar compuesto por un solo vehículo autónomo que se usa para guiar cada uno del número de dispositivos 314 de cuna a una posición seleccionada correspondiente en el número de posiciones 320 de cuna seleccionadas dentro del área 304 de montaje uno a la vez.
- 45 En el área 304 de montaje, el número de dispositivos 314 de cuna puede configurarse para formar un dispositivo 324 de montaje. El dispositivo 324 de montaje puede formarse cuando los diferentes dispositivos de cuna en el número de dispositivos 314 de cuna se han colocado en el número de posiciones 320 de cuna seleccionadas entre sí. En algunos casos, el dispositivo 324 de montaje puede formarse cuando el número de dispositivos 314 de cuna se han acoplado entre sí, a la vez que el número de dispositivos 314 de cuna está en el número de posiciones 320 de cuna seleccionadas y cuando el número de estructuras 326 de retención asociadas con cada uno del número de dispositivos 314 de cuna se han ajustado para recibir el conjunto 114 de fuselaje.
- 55

De esta manera, el número de dispositivos 314 de cuna puede formar una sola entidad de dispositivo, tal como el dispositivo 324 de montaje. El dispositivo 324 de montaje se puede usar para sostener y soportar el conjunto 114 de fuselaje. En algunos casos, se puede hacer referencia al dispositivo 324 de montaje como un sistema de fijación de montaje o un sistema de fijación. En algunos casos, el dispositivo 324 de montaje puede denominarse un dispositivo de montaje que se puede guiar. En otros casos, el dispositivo 324 de montaje puede denominarse un dispositivo de montaje que se puede guiar de manera autónoma.

Una vez que se ha formado el dispositivo 324 de montaje, el número de dispositivos 314 de cuna puede recibir el conjunto 114 de fuselaje. En otras palabras, la pluralidad de secciones 205 de fuselaje puede acoplarse con el número de dispositivos 314 de cuna. En particular, la pluralidad de secciones 205 de fuselaje pueden estar acopladas con el número de estructuras 326 de retención asociadas con cada uno del número de dispositivos 314 de cuna. La pluralidad de secciones 205 de fuselaje puede acoplarse con el número de dispositivos 314 de cuna en cualquier número de formas.

Cuando el número de dispositivos 314 de cuna incluye un solo dispositivo de cuna, ese dispositivo de cuna se puede usar para sostener y soportar sustancialmente todo el conjunto 114 de fuselaje. Cuando el número de dispositivos 314 de cuna incluye múltiples dispositivos de cuna, cada uno de estos dispositivos de cuna puede usarse para sostener y soportar al menos una sección de fuselaje correspondiente de una pluralidad de secciones 205 de fuselaje.

En un ejemplo ilustrativo, cada una de la pluralidad de secciones 205 de fuselaje puede acoplarse con el número de dispositivos 314 de cuna uno a la vez. Por ejemplo, sin limitación, todos los paneles para una sección de fuselaje particular en una pluralidad de secciones 205 de fuselaje pueden colocarse entre sí y un dispositivo de cuna correspondiente en el número de dispositivos 314 de cuna y luego acoplarse con el dispositivo de cuna correspondiente. Las secciones de fuselaje restantes en la pluralidad de secciones 205 de fuselaje pueden entonces formarse y acoplarse con el número de dispositivos 314 de cuna de manera similar. De esta manera, la pluralidad de paneles 120 pueden acoplarse con el número de dispositivos 314 de cuna acoplando al menos una porción de la pluralidad de paneles 120 con el número de estructuras 326 de retención asociadas con cada uno del número de dispositivos 314 de cuna que conforman el dispositivo 324 de montaje tal como la pluralidad de paneles 120 está soportada por el número de dispositivos 314 de cuna.

Como se describe en la Figura 2, la pluralidad de paneles 120 puede incluir paneles 222 de quilla, paneles 220 laterales, y paneles 218 de corona. En un ejemplo ilustrativo, todos los paneles 222 de quilla en la Figura 2 utilizados para formar la quilla 202 del conjunto 114 de fuselaje en la Figura 2, pueden colocarse primero en relación con el número de dispositivos 314 de cuna. Luego, todos los paneles 220 laterales en la Figura 2 utilizados para formar los lados 204 del conjunto 114 de fuselaje en la Figura 2 se pueden colocar en relación con y acoplarse a los paneles 222 de quilla. Luego, todos los paneles 218 de corona en la Figura 2 utilizados para formar la corona 200 del conjunto 114 de fuselaje en la Figura 2 pueden colocarse en relación con y acoplarse a los paneles 220 laterales. De esta manera, se pueden ensamblar simultáneamente diversas secciones 205 de fuselaje para formar el conjunto 114 de fuselaje.

En un ejemplo ilustrativo, cada panel en la pluralidad de paneles 120 puede tener una porción correspondiente de la pluralidad de miembros 122 completamente formados y asociados con el panel antes de que el panel se acople con uno del número de dispositivos 314 de cuna. Esta porción correspondiente de la pluralidad de miembros 122 puede denominarse una sección de soporte. Por ejemplo, la sección 238 de soporte en la Figura 2 puede estar completamente formada y asociada con el panel 216 en la Figura 2 antes de que el panel 216 se acople con uno del número de dispositivos 314 de cuna u otro panel de la pluralidad de paneles 120 en la Figura 2. En otras palabras, una porción correspondiente de los miembros 242 de soporte en la Figura 2 ya puede estar unida al panel 216 y una porción correspondiente de los miembros 244 de conexión en la Figura 2 ya está instalada para conectar esta porción de miembros 242 de soporte entre sí antes de que el panel 216 de la Figura 2 sea acoplado con uno del número de dispositivos 314 de cuna.

En otros ejemplos ilustrativos, la pluralidad de miembros 122 puede asociarse con la pluralidad de paneles 120 después de que la pluralidad de paneles 120 se hayan acoplado entre sí y el número de dispositivos 314 de cuna. En aún otros ejemplos ilustrativos, solo una porción de la pluralidad de miembros 122 pueden asociarse con una pluralidad de paneles 120 antes de que la pluralidad de paneles 120 se acoplen entre sí y con el número de dispositivos 314 de cuna y luego una porción restante de la pluralidad de miembros 122 asociados con la pluralidad de paneles 120 una vez que la pluralidad de paneles 120 se han acoplado entre sí y el número de dispositivos 314 de cuna.

En algunos ejemplos ilustrativos, uno o más de los miembros 242 de soporte en la Figura 2, uno o más de los miembros 244 de conexión en la Figura 2, o ambos pueden no estar asociados con el panel 216 cuando el panel 216 de la Figura 2 está acoplado con uno del número de dispositivos 314 de cuna o con uno de los otros paneles en la pluralidad de paneles 120. Por ejemplo, sin limitación, los marcos 246 que se describen en la Figura 2 pueden agregarse al panel 216 de la Figura 2 después de que el panel 216 se haya acoplado con el dispositivo 322 de cuna. En otro ejemplo, los refuerzos 250 que se describen en la Figura 2 se pueden agregar al panel 216 de la Figura 2 después de que el panel 216 se haya acoplado con el dispositivo 322 de cuna.

La construcción del conjunto 114 de fuselaje puede incluir acoplar una pluralidad de paneles 120 entre sí a medida que la pluralidad de paneles 120 se construyen sobre el número de dispositivos 314 de cuna del dispositivo de montaje

324. Por ejemplo, los paneles adyacentes en la pluralidad de paneles 120 pueden estar conectados, conectando al menos una porción de los miembros de soporte asociados con los paneles. Dependiendo de la implementación, se pueden usar al menos uno de los empalmes de solape, empalmes a tope u otros tipos de empalmes para conectar los paneles adyacentes además de o en lugar de conectar los miembros de soporte correspondientes de los paneles adyacentes.

Como un ejemplo ilustrativo, los miembros de soporte asociados con dos paneles adyacentes en la pluralidad de paneles 120 pueden conectarse entre sí usando miembros de conexión, conectando así los dos paneles adyacentes. Los dos miembros de soporte asociados con estos dos paneles adyacentes pueden estar, por ejemplo, sin limitación, empalmados, atados, grapados, tachonados, clavados, unidos o sujetos entre sí de alguna otra manera. Cuando los dos paneles adyacentes son adyacentes en forma de aro, los marcos complementarios se pueden conectar en la dirección del aro. Cuando los dos paneles adyacentes son adyacentes longitudinalmente, se pueden conectar largueros complementarios en la dirección longitudinal.

En algunos casos, conectar largueros, marcos u otros miembros de soporte complementarios en estos dos paneles adyacentes pueden ser parte de empalmar entre sí estos paneles. Los paneles adyacentes pueden conectarse entre sí utilizando cualquier número de empalmes de panel, empalmes de larguero, empalmes de marco u otros tipos de empalmes.

En un ejemplo ilustrativo, la pluralidad de paneles 120 pueden conectarse temporalmente entre sí sujetando temporalmente al menos uno de la pluralidad de paneles 120 o la pluralidad de miembros 122 entre sí usando sujetadores temporales o sujetadores permanentes. Por ejemplo, sin limitación, se pueden usar abrazaderas temporales para conectar temporalmente y mantener en su lugar dos de la pluralidad de paneles 120 entre sí. La conexión temporal de la pluralidad de paneles 120 entre sí, puede realizarse mediante al menos uno de la conexión temporal de al menos dos pluralidad de paneles 120 entre sí, conectando temporalmente al menos dos pluralidad de miembros 122 entre sí, o conectando temporalmente al menos uno de la pluralidad de paneles 120 a al menos uno de la pluralidad de miembros 122 de tal manera que la pluralidad de miembros 122 asociados con la pluralidad de paneles 120 forme la estructura 121 de soporte en la Figura 2 para el conjunto 114 de fuselaje.

Como un ejemplo ilustrativo, la pluralidad de paneles 120 puede ser clavada o tachonada temporalmente usando sujetadores 328 temporales hasta que la pluralidad de sujetadores 264 esté instalada para unir la pluralidad de paneles 120 entre sí para formar el conjunto 114 de fuselaje. La conexión temporal de la pluralidad de paneles 120 puede conectar temporalmente una pluralidad de secciones 205 de fuselaje de la Figura 2 formadas por una pluralidad de paneles 120. Una vez que se han instalado la pluralidad de sujetadores 264, se pueden retirar entonces los sujetadores 328 temporales.

De esta manera, la pluralidad de paneles 120 pueden conectarse entre sí en un número de maneras diferentes. Una vez que se han conectado la pluralidad de paneles 120 entre sí, se puede considerar que la pluralidad de miembros 122 forme la estructura 121 de soporte para el conjunto 114 de fuselaje. La conexión de la pluralidad de paneles 120 y la estructura 121 de soporte pueden mantener el cumplimiento deseado con los requisitos de la línea de molde exterior y los requisitos de la línea de molde interior para el conjunto 114 de fuselaje. En otras palabras, la pluralidad de paneles 120 pueden mantenerse juntos en su lugar entre sí de tal manera que el conjunto 114 de fuselaje formado usando la pluralidad de paneles 120 cumpla con los requisitos de la línea de molde exterior y los requisitos de la línea de molde interior para conjunto 114 de fuselaje dentro de las tolerancias seleccionadas.

En particular, el dispositivo 324 de montaje puede soportar una pluralidad de paneles 120 y una estructura 121 de soporte asociada con la pluralidad de paneles 120 de tal manera que el conjunto 114 de fuselaje construido usando la pluralidad de paneles 120 y la estructura 121 de soporte tiene una forma y una configuración que están dentro de las tolerancias seleccionadas. De esta manera, esta forma y configuración se pueden mantener dentro de las tolerancias seleccionadas a la vez que se soporta la pluralidad de paneles 120 y la pluralidad de miembros 122 asociados con la pluralidad de paneles 120 durante la construcción del conjunto 114 de fuselaje. Esta forma se puede determinar al menos parcialmente, por ejemplo, sin limitación, por los requisitos de la línea de molde exterior y los requisitos de la línea de molde interior para el conjunto 114 de fuselaje. En algunos casos, la forma puede determinarse al menos parcialmente por la ubicación y orientación de los marcos y largueros del conjunto 114 de fuselaje.

En algunos casos, cuando el montaje de la pluralidad de paneles 120 y la estructura 121 de soporte que comprende el conjunto 114 de fuselaje ha alcanzado un punto deseado, el número de vehículos 316 autónomos correspondientes puede guiar el dispositivo 324 de montaje fuera del área 304 de montaje. Por ejemplo, el conjunto 114 de fuselaje puede guiarse a través del piso 300 a un área diferente dentro del entorno 100 de fabricación, a partir del piso 300 a otro piso en un entorno de fabricación diferente, o a partir del piso 300 a otro piso en alguna otra área o entorno.

En un ejemplo ilustrativo, el dispositivo 324 de montaje puede ser guiado a alguna otra ubicación en la cual se ubique otro dispositivo de montaje de tal manera que los dos dispositivos de montaje se puedan acoplar para formar un dispositivo de montaje más grande. Como un ejemplo ilustrativo, el dispositivo 324 de montaje se puede usar para sostener y soportar el conjunto 116 de fuselaje posterior en la Figura 1, a la vez que otro dispositivo de montaje implementado de manera similar al dispositivo 324 de montaje se puede usar para sostener y soportar el conjunto 117

de fuselaje delantero en la Figura 1. Aún otro dispositivo de montaje implementado de una manera similar al dispositivo 324 de montaje puede usarse para sostener y soportar el conjunto 118 de fuselaje medio en la Figura 1.

Una vez que estos tres conjuntos de fuselaje se han construido, los tres dispositivos de montaje se pueden unir entre sí para formar un dispositivo de montaje más grande para sostener el conjunto 116 de fuselaje posterior, el conjunto 118 de fuselaje central y el conjunto 117 de fuselaje delantero de modo que estos tres conjuntos de fuselaje puedan unirse para formar el fuselaje 102 que se describe en la Figura 1. En particular, este dispositivo de montaje más grande puede sostener el conjunto 116 de fuselaje posterior, el conjunto 118 de fuselaje central y el conjunto 117 de fuselaje delantero en alineación entre sí de modo que el fuselaje 102 pueda construirse dentro de las tolerancias seleccionadas.

En otro ejemplo ilustrativo, un primer dispositivo de montaje y un segundo dispositivo de montaje implementados de una manera similar al dispositivo 324 de montaje pueden usarse para sostener y soportar el conjunto 116 de fuselaje posterior y el conjunto 117 de fuselaje delantero, respectivamente, de la Figura 1. Una vez estos dos conjuntos de fuselaje se han construido, los dos elementos de montaje se pueden unir para formar un elemento de montaje más grande para sostener los dos conjuntos de fuselaje de tal modo que estos conjuntos de fuselaje se puedan unir para formar el fuselaje 102. El dispositivo de montaje más grande puede contener el conjunto 116 de fuselaje posterior y el conjunto 117 de fuselaje delantero en alineación entre sí de tal manera que el fuselaje 102 pueda construirse dentro de las tolerancias seleccionadas.

Tal como se representa, el sistema 310 de torre incluye el número de torres 330. La torre 332 puede ser un ejemplo de una implementación para una del número de torres 330. La torre 332 puede estar configurada para proporcionar acceso al interior 236 del conjunto 114 de fuselaje que se describe en la Figura 2. En algunos ejemplos ilustrativos, la torre 332 puede ser referida como una torre que se puede guiar. En otros ejemplos ilustrativos, la torre 332 puede ser referida como una torre que se puede guiar de manera autónoma.

En un ejemplo ilustrativo, la torre 332 puede tomar la forma de la primera torre 334. La primera torre 334 también puede denominarse en algunos casos como torre de operador. En otro ejemplo ilustrativo, la torre 332 puede tomar la forma de la segunda torre 336. La segunda torre 336 también puede denominarse en algunos casos torre robótica. De esta manera, el número de torres 330 puede incluir tanto la primera torre 334 como la segunda torre 336.

La primera torre 334 puede configurarse sustancialmente para su uso por un operador humano, a la vez que la segunda torre 336 puede configurarse sustancialmente para su uso por una plataforma móvil que tiene al menos un dispositivo robótico asociado con la plataforma móvil. En otras palabras, la primera torre 334 puede permitir que un operador humano acceda y entre en el interior 236 del conjunto 114 de fuselaje. La segunda torre 336 puede permitir que una plataforma móvil acceda y entre en el interior 236 del conjunto 114 de fuselaje.

La primera torre 334 y la segunda torre 336 pueden colocarse en relación con el dispositivo 324 de montaje en diferentes momentos durante el proceso 110 de montaje. Como un ejemplo ilustrativo, uno de la pluralidad de vehículos 306 autónomos puede usarse para mover o guiar de manera autónoma la primera torre 334 a partir del área 318 de espera en la posición 338 de torre seleccionada dentro del área 304 de montaje. El número de dispositivos 314 cuna se pueden guiar de manera autónoma, usando el número de vehículos 316 autónomos correspondientes, en la cantidad de posiciones 320 de cuna seleccionadas en relación con la primera torre 334, la cual está en la posición 338 de torre seleccionada dentro del área 304 de montaje.

La segunda torre 336 puede intercambiarse por la primera torre 334 en alguna etapa posterior durante el proceso 110 de montaje en la Figura 1. Por ejemplo, uno de la pluralidad de vehículos 306 autónomos puede usarse para guiar de manera autónoma la primera torre 334 fuera del área 304 de montaje y de regreso al área 318 de espera. El mismo vehículo autónomo o un vehículo autónomo diferente en la pluralidad de vehículos 306 autónomos se puede usar para guiar de manera autónoma la segunda torre 336 a partir del área 318 de espera a la posición 338 de torre seleccionada dentro del área 304 de montaje que anteriormente estaba ocupada por la primera torre 334. Dependiendo de la implementación, la primera torre 334 puede intercambiarse posteriormente por la segunda torre 336.

En otros ejemplos ilustrativos, la primera torre 334 y la segunda torre 336 pueden tener cada una un vehículo autónomo en una pluralidad de vehículos 306 autónomos asociados de manera fija con la torre. En otras palabras, uno de la pluralidad de vehículos 306 autónomos puede integrarse con la primera torre 334 y uno de la pluralidad de vehículos 306 autónomos puede integrarse con la segunda torre 336. Por ejemplo, uno de la pluralidad de vehículos 306 autónomos puede considerarse parte de o construirse en la primera torre 334. La primera torre 334 puede considerarse entonces capaz de guiarse de manera autónoma a través del piso 300. De manera similar, uno de la pluralidad de vehículos 306 autónomos puede considerarse parte de o construirse en la segunda torre 336. La segunda torre 336 puede considerarse entonces capaz de guiarse de manera autónoma a través del piso 300.

El sistema 310 de torre y el dispositivo 324 de montaje pueden configurarse para formar la interfaz 340 entre sí. La interfaz 340 puede ser una interfaz física entre el sistema 310 de torre y el dispositivo 324 de montaje. El sistema 310 de torre también puede configurarse para formar la interfaz 342 con el sistema 138 de servicio. En un ejemplo ilustrativo, la interfaz 340 y la interfaz 342 pueden formarse de manera autónoma.

La interfaz 342 puede ser una interfaz física entre el sistema 310 de torre y el sistema 138 de servicio. En estos ejemplos ilustrativos, además de ser interfaces físicas, la interfaz 340 y la interfaz 342 también pueden ser interfaces

de servicio. Por ejemplo, con respecto al servicio de la energía, la interfaz 340 y la interfaz 342 pueden considerarse interfaces eléctricas.

El sistema 138 de servicio está configurado para distribuir el número de servicios 146 al sistema 310 de torre cuando el sistema 310 de torre y el sistema 138 de servicio están acoplados física y eléctricamente a través de la interfaz 342.

5 El sistema 310 de torre puede distribuir entonces el número de servicios 146 al dispositivo 324 de montaje formado por el sistema 308 de cuna cuando el dispositivo 324 de montaje y el sistema 310 de torre están acoplados física y eléctricamente a través de la interfaz 340. El número de servicios 146 puede incluir al menos uno de energía, aire, fluido hidráulico, comunicaciones, agua o algún otro tipo de servicio.

10 Como se muestra, el sistema 138 de servicio puede incluir el dispositivo 150 de servicio. El dispositivo 150 de servicio puede configurarse para recibir el número de servicios 146 a partir del número de fuentes 148 de servicio. El número de fuentes 148 de servicio puede incluir, por ejemplo, sin limitación, al menos uno de un generador de energía, un sistema de batería, un sistema de agua, una línea eléctrica, un sistema de comunicaciones, un sistema de fluido hidráulico, un tanque de aire o algún otro tipo de fuente de servicio. Por ejemplo, el dispositivo 150 de servicio puede recibir energía a partir de un generador de energía.

15 En un ejemplo ilustrativo, el dispositivo 150 de servicio se puede colocar con relación al área 304 de montaje. Dependiendo de la implementación, el dispositivo 150 de servicio se puede colocar dentro del área 304 de montaje o fuera del área 304 de montaje.

20 En algunos ejemplos ilustrativos, el dispositivo 150 de servicio puede estar asociado con el piso 300. Dependiendo de la implementación, el dispositivo 150 de servicio puede estar permanentemente asociado con el piso 300 o temporalmente asociado con el piso 300. En otros ejemplos ilustrativos, el dispositivo 150 puede estar asociado con alguna otra superficie del entorno 100 de fabricación, tal como un techo, o alguna otra estructura en el entorno 100 de fabricación. En algunos casos, el dispositivo 150 de servicio puede estar incrustado dentro del piso 300.

25 En un ejemplo ilustrativo, la primera torre 334 se puede guiar de manera autónoma a la posición 338 de torre seleccionada con respecto al piso 300 con relación al dispositivo 150 de servicio de tal modo que la interfaz 342 se pueda formar entre la primera torre 334 y el dispositivo 150 de servicio. Una vez que la interfaz 342 se ha formado, el número de servicios 146 puede fluir a partir del dispositivo 150 de servicio a la primera torre 334. El dispositivo 324 de montaje puede entonces formar de manera autónoma la interfaz 340 con la primera torre 334 para formar una red de cables de servicio entre la primera torre 334 y el dispositivo 324 de montaje. Una vez que tanto la interfaz 342 y la interfaz 340 se han formado, el número de servicios 146 recibidos en el dispositivo 150 de servicio puede fluir a partir del dispositivo 150 de servicio a la primera torre 334 y a cada número de dispositivos 314 de cuna que forman el dispositivo 324 de montaje. De esta manera, la primera torre 334 puede funcionar como un conducto o "intermediario" para distribuir el número de servicios 146 al dispositivo 324 de montaje.

30 Cuando se ha formado la interfaz 340 entre la segunda torre 336 y el dispositivo 324 de montaje y se ha formado la interfaz 342 entre la segunda torre 336 y el dispositivo 150 de servicio, se puede proporcionar el número de servicios 146 a la segunda torre 336 y al dispositivo 324 de montaje en una manera similar como se describe anteriormente. Por lo tanto, el dispositivo 150 de servicio puede distribuir el número de servicios 146 al sistema 310 de torre y al dispositivo 324 de montaje sin que el sistema 310 de torre y el dispositivo 324 de montaje de cuna tengan que conectarse por separado al número de fuentes 148 de servicio o cualquier otra fuente de servicio.

35 El sistema 312 de maquinado autónomo puede usarse para ensamblar una pluralidad de paneles 120 y una estructura 121 de soporte a la vez que el conjunto 114 de fuselaje está soportado y sostenido por el dispositivo 324 de montaje. El sistema 312 de maquinado autónomo puede incluir una pluralidad de plataformas 344 móviles. Cada una de la pluralidad de plataformas 344 móviles se pueden configurar para realizar una o más de las operaciones 124 en el proceso 110 de montaje que se describe en la Figura 1. En particular, la pluralidad de plataformas 344 móviles se pueden guiar de manera autónoma a posiciones seleccionadas con respecto a la pluralidad de paneles 120 dentro de las tolerancias seleccionadas para realizar de manera autónoma operaciones 124 que unen una pluralidad de paneles 120 entre sí para construir el conjunto 114 de fuselaje. La pluralidad de plataformas 344 móviles se describe con mayor detalle a continuación en la Figura 4.

40 En este ejemplo ilustrativo, el conjunto de controladores 140 en el sistema 136 de control puede generar comandos 142 como se describe en la Figura 1 para controlar el funcionamiento de al menos uno del sistema 308 de cuna, el sistema 310 de torre, el sistema 138 de servicio, el sistema 312 de maquinado autónomo, o una pluralidad de vehículos 306 autónomos. El conjunto de controladores 140 en la Figura 1 puede comunicarse con al menos uno del sistema 308 de cuna, el sistema 310 de torre, el sistema 138 de servicio, el sistema 312 de maquinado autónomo, o la pluralidad de vehículos 306 autónomos usando cualquier número de enlaces de comunicaciones inalámbricas, enlaces de comunicaciones por cable, enlaces de comunicaciones ópticas, otros tipos de enlaces de comunicaciones, o una combinación de los mismos.

45 De esta manera, se puede usar una pluralidad de sistemas 134 móviles del sistema 106 de fabricación flexible para automatizar el proceso de construcción del conjunto 114 de fuselaje. La pluralidad de sistemas 134 móviles puede

permitir que el conjunto 114 de fuselaje se construya de manera sustancialmente autónoma con respecto a la unión entre sí de la pluralidad de paneles 120 para reducir el tiempo total, el esfuerzo y los recursos humanos necesarios.

El sistema 106 de fabricación flexible puede construir el conjunto 114 de fuselaje hasta el punto necesario para mover el conjunto 114 de fuselaje a la siguiente etapa en el proceso 108 de fabricación para construir el fuselaje 102 o la siguiente etapa en el proceso de fabricación para construir aeronaves 104, dependiendo de la implementación. En algunos casos, el sistema 308 de cuna en la forma del dispositivo 324 de montaje puede continuar transportando y soportando el conjunto 114 de fuselaje durante una o más de estas etapas posteriores en el proceso 108 de fabricación para construir el fuselaje 102 y la aeronave 104.

Con referencia ahora a la Figura 4, se representa una ilustración de la pluralidad de plataformas 344 móviles de la Figura 3 en la forma de un diagrama de bloques de acuerdo con una realización ilustrativa. Como se representa, la pluralidad de plataformas 344 móviles puede incluir el número de plataformas 400 móviles externas y el número de plataformas 402 móviles internas. De esta manera, la pluralidad de plataformas 344 móviles puede incluir al menos una plataforma móvil externa y al menos una plataforma móvil interna.

En algunos ejemplos ilustrativos, se puede hacer referencia al número de plataformas 400 móviles externas como un número de plataformas móviles externas que se pueden guiar. De manera similar, en algunos casos, el número de plataformas 402 móviles internas puede denominarse como un número de plataformas móviles internas que se pueden guiar. En otros ejemplos ilustrativos, el número de plataformas 400 móviles externas y el número de plataformas 402 móviles internas pueden denominarse respectivamente como un número de plataformas móviles externas autónomas y un número de plataformas móviles internas autónomas.

La plataforma 404 móvil externa puede ser un ejemplo de una del número de plataformas 400 móviles externas y la plataforma 406 móvil interna puede ser un ejemplo de una del número de plataformas 402 móviles internas. La plataforma 404 móvil externa y la plataforma 406 móvil interna pueden ser plataformas que se pueden guiar de manera autónoma. Dependiendo de la implementación, cada una de la plataforma 404 móvil externa y la plataforma 406 móvil interna puede configurarse para guiarse de manera autónoma a través del piso 300 por sí sola o con la ayuda de uno de la pluralidad de vehículos 306 autónomos de la Figura 3.

Como un ejemplo ilustrativo, sin limitación, la plataforma 404 móvil externa puede guiarse de manera autónoma a través del piso 300 usando una correspondiente de la pluralidad de vehículos 306 autónomos. En algunos ejemplos ilustrativos, la plataforma 404 móvil externa y esta correspondiente de la pluralidad de vehículos 306 autónomos pueden estar integrados entre sí. Por ejemplo, el vehículo autónomo puede estar asociado de manera fija con la plataforma 404 móvil externa. Una carga completa de la plataforma 404 móvil externa puede ser transferible al vehículo autónomo de tal manera que guiar el vehículo autónomo a través del piso 300 guía la plataforma 404 móvil externa a través del piso 300.

La plataforma 404 móvil externa puede guiarse, por ejemplo, sin limitación, a partir del área 318 de espera a una posición relativa al exterior 234 del conjunto 114 de fuselaje para realizar una o más operaciones 124 en la Figura 1. Como se muestra, al menos un dispositivo 408 robótico externo puede estar asociado con la plataforma 404 móvil externa. En este ejemplo ilustrativo, el dispositivo 408 robótico externo puede considerarse parte de la plataforma 404 móvil externa. En otros ejemplos ilustrativos, el dispositivo 408 robótico externo puede considerarse un componente separado que está físicamente conectado a la plataforma 404 móvil externa. El dispositivo 408 robótico externo puede tomar la forma de, por ejemplo, sin limitación, un brazo robótico.

El dispositivo 408 robótico externo puede tener un primer efector 410 de extremo. Cualquier número de herramientas pueden estar asociadas con el primer efector 410 de extremo. Estas herramientas pueden incluir, por ejemplo, sin limitación, al menos una de una herramienta de perforación, una herramienta de inserción de sujetador, una herramienta de instalación de sujetadores, una herramienta de inspección o algún otro tipo de herramienta. En particular, cualquier número de herramientas de fijación puede estar asociada con el primer efector 410 de extremo.

Tal como se representa, la primera herramienta 411 puede estar asociada con el primer efector 410 de extremo. En un ejemplo ilustrativo, la primera herramienta 411 puede ser cualquier herramienta que está asociada se manera desmontable con el primer efector 410 de extremo. En otras palabras, la primera herramienta 411 asociada con el primero efector 410 de extremo puede cambiarse a medida que se deban realizar diversas operaciones. Por ejemplo, sin limitación, la primera herramienta 411 puede tomar la forma de un tipo de herramienta, tal como una herramienta de perforación, para realizar un tipo de operación. Esta herramienta se puede intercambiar con otro tipo de herramienta, tal como una herramienta de inserción de sujetadores, para convertirse en la nueva primera herramienta 411 asociada con el primer efector 410 de extremo para realizar un tipo diferente de operación.

En un ejemplo ilustrativo, la primera herramienta 411 puede tomar la forma de la primera herramienta 412 de remachado. La primera herramienta 412 de remachado puede usarse para realizar operaciones de remachado. En algunos ejemplos ilustrativos, pueden intercambiarse diversas herramientas diferentes con la primera herramienta 412 de remachado y asociarse con el primer efector 410 de extremo. Por ejemplo, sin limitación, la primera herramienta 412 de remachado puede intercambiarse con una herramienta de perforación, una herramienta de inserción de

sujetadores, una herramienta de instalación de sujetadores, una herramienta de inspección o algún otro tipo de herramienta.

5 La plataforma 404 móvil externa se puede guiar de manera autónoma a través del piso 300 y posicionarse en relación con el dispositivo 324 de montaje en la Figura 3 que soporta el conjunto 114 de fuselaje para colocar el primer efector 410 de extremo y la primera herramienta 411 asociada con el primer efector 410 de extremo en relación con una pluralidad de paneles 120. Por ejemplo, la plataforma 404 móvil externa se puede guiar de manera autónoma a través del piso 300 a la posición 414 externa en relación con el dispositivo 324 de montaje. De esta manera, la primera herramienta 411 transportada por la plataforma 404 móvil externa se puede macro posicionar usando la plataforma 404 móvil externa.

10 Una vez en la posición 414 externa, el primer efector 410 de extremo puede controlarse de manera autónoma utilizando al menos un dispositivo 408 robótico externo para colocar la primera herramienta 411 asociada con el primer efector 410 de extremo en relación con una ubicación particular en un lado orientado al exterior de uno de la pluralidad de paneles 120. De esta manera, la primera herramienta 411 puede estar micro posicionada con relación a la ubicación particular.

15 La plataforma 406 móvil interna puede estar ubicada en la segunda torre 336 en la Figura 3 cuando la plataforma 406 móvil interna no está en uso. Cuando la interfaz 342 descrita en la Figura 3 se forma entre la segunda torre 336 y el dispositivo 324 de montaje, la plataforma 406 móvil interna puede guiarse a partir de la segunda torre 336 hacia el interior 236 del conjunto 114 de fuselaje y usarse para realizar una o más de las operaciones 124. En un ejemplo ilustrativo, la plataforma 406 móvil interna puede tener un sistema de movimiento que permite que la plataforma 406 móvil interna se mueva a partir de la segunda torre 336 hacia un piso dentro del conjunto 114 de fuselaje.

20 Al menos un dispositivo 416 robótico interno puede estar asociado con la plataforma 406 móvil interna. En este ejemplo ilustrativo, el dispositivo 416 robótico interno puede considerarse parte de la plataforma 406 móvil interna. En otros ejemplos ilustrativos, el dispositivo 416 robótico interno puede considerarse un componente separado que está físicamente conectado a la plataforma 406 móvil interna. El dispositivo 416 robótico interno puede tomar la forma de, por ejemplo, sin limitación, un brazo robótico.

25 El dispositivo 416 robótico interno puede tener un segundo efector 418 de extremo. Cualquier número de herramientas puede estar asociado con el segundo efector 418 de extremo. Por ejemplo, sin limitación, al menos una de una herramienta de perforación, una herramienta de inserción de sujetadores, una herramienta de instalación de sujetadores, una herramienta de inspección, o algún otro tipo de herramienta puede estar asociada con el segundo efector 418 de extremo. En particular, cualquier número de herramientas de fijación puede estar asociada con el segundo efector 418 de extremo.

30 Tal como se representa, la segunda herramienta 419 puede estar asociada con el segundo efector 418 de extremo. En un ejemplo ilustrativo, la segunda herramienta 419 puede ser cualquier herramienta que sea desmontable asociada con segundo efector 418 de extremo. En otras palabras, la segunda herramienta 419 asociada con el segundo efector 418 de extremo se puede cambiar a medida que se deban realizar diversas operaciones. Por ejemplo, sin limitación, la primera herramienta 411 puede tomar la forma de un tipo de herramienta, tal como una herramienta de perforación, para realizar un tipo de operación. Esta herramienta se puede intercambiar con otro tipo de herramienta, tal como una herramienta de inserción de sujetadores, para convertirse en la nueva primera herramienta 411 asociada con el primer efector 410 de extremo para realizar un tipo diferente de operación.

35 En un ejemplo ilustrativo, la segunda herramienta 419 puede tomar la forma de una segunda herramienta 420 de remachado. La segunda herramienta 420 de remachado puede estar asociada con el segundo efector 418 de extremo. La segunda herramienta 420 de remachado puede usarse para realizar operaciones de remachado. En algunos ejemplos ilustrativos, pueden intercambiarse un número de herramientas diferentes con la segunda herramienta 420 de remachado y asociarse con el segundo efector 418 de extremo. Por ejemplo, sin limitación, la segunda herramienta 420 de remachado puede intercambiarse con una herramienta de perforación, una herramienta de inserción de sujetadores, una herramienta de instalación de sujetadores, una herramienta de inspección o algún otro tipo de herramienta.

40 La plataforma 406 móvil interna puede ser guiada a partir de la segunda torre 336 al conjunto 114 de fuselaje y se coloca en relación con el interior 236 del conjunto 114 de fuselaje para colocar el segundo efector 418 de extremo y la segunda herramienta 419 asociada con el segundo efector 418 de extremo con relación a uno de la pluralidad de paneles 120. En un ejemplo ilustrativo, la plataforma 406 móvil interna se puede guiar de manera autónoma sobre uno de los diversos pisos 266 en la Figura 2 a la posición 422 interna dentro del conjunto 114 de fuselaje en relación con el conjunto 114 de fuselaje. De esta manera, la segunda herramienta 419 puede ser macro posicionada en la posición 422 interna usando la plataforma 406 móvil interna.

45 Una vez en la posición 422 interna, el segundo efector 418 de extremo puede controlarse de manera autónoma para colocar la segunda herramienta 419 asociada con el segundo efector 418 de extremo en relación con una ubicación particular en un lado orientado hacia el interior de uno de la pluralidad de paneles 120 o un lado orientado hacia el

interior de uno de la pluralidad de miembros 122 en la Figura 2 que conforman la estructura 121 de soporte. De esta manera, la segunda herramienta 419 puede estar micro posicionada con relación a la ubicación particular.

En un ejemplo ilustrativo, la posición 414 externa para la plataforma 404 móvil externa y la posición 422 interna para la plataforma 406 móvil interna pueden seleccionarse de tal modo que el proceso 424 de sujeción pueda realizarse en la ubicación 426 en el conjunto 114 de fuselaje usando la plataforma 404 móvil externa y la plataforma 406 móvil interna. El proceso 424 de sujeción puede incluir cualquier número de operaciones. En un ejemplo ilustrativo, el proceso 424 de sujeción puede incluir al menos uno de la operación 428 de perforación, la operación 430 de inserción de sujetadores, la operación 432 de instalación de sujetadores, la operación 434 de inspección o algún otro tipo de operación.

Como un ejemplo específico, la operación 428 de perforación se puede realizar de manera autónoma utilizando la primera herramienta 411 asociada con el primer efector 410 de extremo de la plataforma 404 móvil externa o la segunda herramienta 419 asociada con el segundo efector 418 de extremo de la plataforma 406 móvil interna. Por ejemplo, sin limitación, la primera herramienta 411 o la segunda herramienta 419 pueden tomar la forma de una herramienta de perforación para usar en la realización de la operación 428 de perforación. La operación 428 de perforación se puede realizar de manera autónoma utilizando la primera herramienta 411 o la segunda herramienta 419 para formar el agujero 436 en la ubicación 426. El agujero 436 puede pasar a través de al menos uno de los dos paneles en la pluralidad de paneles 120, dos miembros de una pluralidad de miembros 122, o un panel y uno de la pluralidad de miembros 122.

La operación 430 de inserción de sujetadores puede realizarse de manera autónoma usando la primera herramienta 411 asociada con el primer efector 410 de extremo de la plataforma 404 móvil externa o la segunda herramienta 419 asociada con el segundo efector 418 de extremo de la plataforma 406 móvil interna. La operación 430 de inserción de sujetadores puede dar como resultado un sujetador 438 siendo insertado en el agujero 436.

La operación 432 de instalación de sujetadores se puede realizar de manera autónoma utilizando al menos una de la primera herramienta 411 asociada con el primer efector 410 de extremo de la plataforma 404 móvil externa o la segunda herramienta 419 asociada con el segundo efector 418 de extremo de la plataforma 406 móvil interna. En un ejemplo ilustrativo, la operación 432 de instalación de sujetadores se puede realizar de manera autónoma utilizando la primera herramienta 411 en la forma de la primera herramienta 412 de remachado y la segunda herramienta 419 en la forma de la segunda herramienta 420 de remachado de tal manera que el sujetador 438 se convierta en el remache 442 instalado en la ubicación 426. El remache 442 puede ser un remache completamente instalado. El remache 442 puede ser uno de la pluralidad de sujetadores 264 que se describen en la Figura 2.

En un ejemplo ilustrativo, la operación 432 de instalación de sujetadores puede tomar la forma de un proceso 433 de instalación de perno tipo tuerca. La primera herramienta 411 asociada con el primer efector 410 de extremo se puede usar, por ejemplo, sin limitación, para instalar el perno 435 a través del agujero 436. La segunda herramienta 419 asociada con el segundo efector 418 de extremo se puede usar para instalar la tuerca 437 sobre el perno 435. En algunos casos, la instalación de la tuerca 437 puede incluir la aplicación de un torque suficiente a la tuerca 437 de tal modo que una porción de la tuerca 437 se rompa. En estos casos, la tuerca 437 puede referirse como un collar frangible.'

En otro ejemplo ilustrativo, la operación 432 de instalación de sujetadores puede tomar la forma de un proceso 439 de instalación de perno de tipo de ajuste por interferencia. La primera herramienta 411 asociada con el primer efector 410 de extremo se puede usar, por ejemplo, sin limitación, para instalar el perno 435 a través del agujero 436 de manera que se crea un ajuste de interferencia entre el perno 435 y el agujero 436. La segunda herramienta 419 asociada con el segundo efector 418 de extremo se puede usar para instalar la tuerca 437 sobre el perno 435.

En aún otro ejemplo ilustrativo, la operación 432 de instalación de sujetadores puede tomar la forma de un proceso 444 de remachado de dos etapas. El proceso 444 de remachado de dos etapas puede realizarse usando, por ejemplo, sin limitación, la primera herramienta 412 de remachado asociada con la plataforma 404 móvil externa y segunda herramienta 420 de remachado asociada con la plataforma 406 móvil interna.

Por ejemplo, la primera herramienta 412 de remachado y la segunda herramienta 420 de remachado pueden colocarse entre sí mediante la plataforma 404 móvil externa y la plataforma 406 móvil interna, respectivamente. Por ejemplo, la plataforma 404 móvil externa y el dispositivo 408 robótico externo pueden usarse para colocar la primera herramienta 412 de remachado en relación con la ubicación 426 en el exterior 234 del conjunto 114 de fuselaje. La plataforma 406 móvil interna y el dispositivo 416 robótico interno pueden usarse para colocar la segunda herramienta 420 de remachado en relación con la misma ubicación 426 en el interior 236 del conjunto 114 de fuselaje.

La primera herramienta 412 de remachado y la segunda herramienta 420 de remachado pueden usarse entonces para realizar el proceso 444 de remachado de dos etapas para formar el remache 442 en la ubicación 426. El remache 442 puede unir al menos dos de la pluralidad de paneles 120 entre sí, un panel en la pluralidad de paneles 120 para soportar la estructura 121 formada por una pluralidad de miembros 122, o dos paneles en la pluralidad de paneles 120 para soportar la estructura 121.

En este ejemplo, el proceso 444 de remachado de dos etapas se puede realizar en cada una de la pluralidad de ubicaciones 446 en el conjunto 114 de fuselaje para instalar la pluralidad de sujetadores 264 como se describe en la Figura 2. El proceso 444 de remachado de dos etapas puede asegurar que la pluralidad de sujetadores 264 en la Figura 2 se instalan en una pluralidad de ubicaciones 446 con una calidad deseada y un nivel deseado de precisión.

5 De esta manera, la plataforma 406 móvil interna se puede guiar y operar de manera autónoma dentro del conjunto 114 de fuselaje para colocar la plataforma 406 móvil interna y la segunda herramienta 420 de remachado asociada con la plataforma 406 móvil interna en relación con la pluralidad de ubicaciones 446 en el conjunto 114 de fuselaje para realizar el proceso 110 de montaje que se describe en la Figura 1. De manera similar, la plataforma 404 móvil externa puede ser accionada y operada de manera autónoma alrededor del conjunto 114 de fuselaje para colocar la
10 plataforma 404 móvil externa y la primera herramienta 412 de remachado asociada con la plataforma 404 móvil externa en relación con la pluralidad de ubicaciones 446 en el conjunto 114 de fuselaje para realizar operaciones 124.

Con referencia ahora a la Figura 5, se representa una ilustración de un flujo de número de servicios 146 a través de la red 144 de servicio distribuida de la Figura 1 en la forma de un diagrama de bloques de acuerdo con una realización
15 ilustrativa. Como se muestra, el número de servicios 146 puede distribuirse a través de la red 144 de servicio distribuida.

La red 144 de servicio distribuida puede incluir, por ejemplo, sin limitación, el número de fuentes 148 de servicio, el dispositivo 150 de servicio, el número de torres 330, el dispositivo 324 de montaje, el número de plataformas 400 móviles externas y el número de unidades 500 de servicio. En algunos casos, la red 144 de servicio distribuida también
20 puede incluir el número de plataformas 402 móviles internas. En algunos ejemplos ilustrativos, el número de fuentes 148 de servicio pueden considerarse separadas de la red 144 de servicio distribuida.

En este ejemplo ilustrativo, solo una del número de torres 330 puede incluirse en la red 144 de servicio distribuida a la vez. Cuando se usa la primera torre 334, se puede formar la red 144 de servicio distribuida cuando el dispositivo 150 de servicio está acoplado al número de fuentes 148 de servicio, la primera torre 334 está conectada al dispositivo 150 de servicio, el dispositivo 324 de montaje está acoplado a la primera torre 334, y el número de plataformas 400 móviles externas están acopladas al número de unidades 500 de servicio.
25

El número de unidades 500 de servicio puede asociarse con el número de dispositivos 314 de cuna del dispositivo 324 de montaje o separarse del número de dispositivos 314 de cuna. Por ejemplo, sin limitación, puede crearse un número de interfaces duales entre el número de plataformas 400 móviles externas, el número de unidades 500 de servicio, y el número de dispositivos 314 de cuna que usan uno o más acopladores de interfaz dual.

30 Cuando se usa la segunda torre 336, la red 144 de servicio distribuida puede formarse cuando el dispositivo 150 de servicio está acoplado al número de fuentes 148 de servicio, la segunda torre 336 está acoplada al dispositivo 150 de servicio, el dispositivo 324 de montaje está acoplado a la segunda torre 336, el número de plataformas 402 móviles internas está acoplado a la segunda torre 336, y el número de plataformas 400 móviles externas está acoplado al número de unidades 500 de servicio, las cuales pueden estar asociadas con el número de dispositivos 314 de cuna o separados del número de dispositivos 314 de cuna. El número de plataformas 402 móviles internas pueden recibir el
35 número de servicios 146 a través de un número de sistemas de administración de cables asociados con la segunda torre 336.

De esta manera, el número de servicios 146 puede distribuirse a través de la red 144 de servicio distribuida utilizando un solo dispositivo 150 de servicio. Este tipo de red 144 de servicio distribuida puede reducir el número de componentes de servicios, cables de servicio y otros tipos de dispositivos necesarios para proporcionar el número de servicios 146 a los diversos componentes en la red 144 de servicio distribuida. Además, con este tipo de red 144 de servicio distribuida, comenzando por al menos el dispositivo 150 de servicio, el número de servicios 146 puede proporcionarse completamente por encima del piso 300 del entorno de fabricación en la Figura 1.
40

Con referencia ahora a la Figura 6, se representa una ilustración de sistema 308 de cuna de la Figura 3 en la forma de un diagrama de bloques de acuerdo con una realización ilustrativa. Como se muestra, el sistema 308 de cuna incluye el número de dispositivos 313 que se muestran en la Figura 3. En este ejemplo ilustrativo, el número de dispositivos 313 puede incluir el número de dispositivos 314 de cuna que también se muestran en la Figura 3.
45

El dispositivo 600 de cuna puede ser un ejemplo de uno del número de dispositivos 314 de cuna. Por ejemplo, el dispositivo 600 de cuna puede ser un ejemplo de una implementación para el dispositivo 322 de cuna en la Figura 3.

50 El dispositivo 600 de cuna puede tener una base 602. La base 602 puede tener una pluralidad de miembros 604 estabilizadores que soportan la base 602 y los diversos componentes asociados con la base 602. En particular, se puede usar una pluralidad de miembros 604 estabilizadores para estabilizar la base 602 con respecto a piso 300. En un ejemplo ilustrativo, la pluralidad de miembros 604 estabilizadores puede tomar la forma de una pluralidad de patas 601. Dependiendo de la implementación, la pluralidad de miembros 604 estabilizadores puede tomar la forma de una
55 pluralidad de patas 603 hidráulicas.

En algunos casos, se puede usar una pluralidad de miembros 604 estabilizadores para ajustar el dispositivo 600 de cuna para alinear el número de pisos 266 del conjunto 114 de fuselaje que se muestra en la Figura 2 con un número

- de niveles de plataforma de, por ejemplo, la torre 332 en la Figura 3. Por ejemplo, sin limitación, la pluralidad de miembros 604 estabilizadores puede ajustar el dispositivo 600 de cuna por al menos uno de elevar, bajar o inclinar el dispositivo 600 de cuna. Además, la pluralidad de miembros 604 estabilizadores puede usarse para ajustar el dispositivo 600 de cuna para alinear una unidad de acoplamiento asociada con el dispositivo 600 de cuna con una
- 5 unidad de acoplamiento correspondiente asociada con la torre 332 de tal manera que el dispositivo 600 de cuna pueda acoplarse a la torre 332.
- En algunos ejemplos ilustrativos, la pluralidad de miembros 606 niveladores puede asociarse opcionalmente con la pluralidad de miembros 604 estabilizadores. La pluralidad de miembros 606 niveladores puede usarse para nivelar la base 602 de tal modo que, si se desea, la base 602 puede nivelarse sustancialmente paralela al piso 300. En otros
- 10 ejemplos ilustrativos, se puede usar una pluralidad de miembros 606 niveladores para nivelar la base 602 de tal modo que la base 602 esté sustancialmente alineada con un verdadero plano horizontal. Por ejemplo, sin limitación, se puede usar una pluralidad de miembros 606 niveladores para nivelar la base 602 de tal modo que un punto seleccionado en la base 602 sea sustancialmente perpendicular al gradiente del campo de gravedad en ese punto. El punto seleccionado puede ser, por ejemplo, sin limitación, un centro de base 602 o un centro del dispositivo 600 de
- 15 cuna.
- La pluralidad de miembros 604 estabilizadores se puede usar para compensar la irregularidad de una o más porciones del piso 300. Por ejemplo, sin limitación, se puede usar una pluralidad de miembros 606 niveladores para alinear la base 602 con un plano horizontal cuando la base 602 está sobre una porción desigual o inclinada del piso 300.
- En otros ejemplos ilustrativos, se puede usar una pluralidad de miembros 604 estabilizadores para ajustar el dispositivo
- 20 600 de cuna de tal modo que un panel soportado por el dispositivo 600 de cuna se pueda alinear sustancialmente con otro panel que sea soportado por otro número de dispositivos 314 de cuna. Por ejemplo, se puede usar una pluralidad de miembros 604 estabilizadores para asegurar que estos paneles estén sustancialmente alineados antes de que los paneles se conecten entre sí temporalmente usando, por ejemplo, sin limitación, sujetadores 328 temporales en la Figura 3.
- Además, la pluralidad de miembros 604 estabilizadores puede configurarse para proporcionar espacio 605 libre entre el lado 617 inferior de la base 602 y el piso 300. Por ejemplo, cada uno de la pluralidad de miembros 604 estabilizadores puede tener una altura que proporcione espacio 605 libre. El espacio 605 libre puede seleccionarse de tal manera que uno de la pluralidad de vehículos 306 autónomos en la Figura 3, tal como el vehículo 607 autónomo, pueda guiarse de manera autónoma debajo de la base 602 sin contactar con el lado 617 inferior de la base 602. El
- 25 vehículo 607 autónomo puede ser un ejemplo de uno del número de vehículos 316 autónomos en la Figura 3.
- Por ejemplo, el dispositivo 600 de cuna y el vehículo 607 autónomo se pueden ubicar en el área 318 de espera de la Figura 3. El vehículo 607 autónomo se puede guiar a una posición debajo del lado 617 inferior de la base 602. El vehículo 607 autónomo se puede asociar con el dispositivo 600 de cuna. Por ejemplo, sin limitación, el vehículo 607 autónomo puede acoplarse al dispositivo 600 de cuna. En otros ejemplos ilustrativos, un vehículo distinto del vehículo
- 30 607 autónomo puede acoplarse al dispositivo 600 de cuna.
- En un ejemplo ilustrativo, la carga 621 del dispositivo 600 de cuna puede transferirse al vehículo 607 autónomo. Por ejemplo, sin limitación, el vehículo 607 autónomo puede usar el sistema 623 de transferencia de carga para transferir la carga 621 del dispositivo 600 de cuna al vehículo 607 autónomo. Como un ejemplo ilustrativo, el sistema 623 de transferencia de carga puede incluir un número de dispositivos 625 de elevación asociados con el vehículo 607 autónomo. El número de dispositivos 625 de elevación puede incluir al menos uno de, por ejemplo, sin limitación, una
- 35 viga de elevación, un brazo de elevación, una plataforma móvil verticalmente, o algún otro tipo de dispositivo de elevación.
- El número de dispositivos 625 de elevación se puede usar para levantar la base 602 verticalmente con respecto al piso 300 de tal modo que toda la carga 621 del dispositivo 600 de cuna esté completamente soportada por el vehículo
- 40 607 autónomo. Por ejemplo, la base 602 se puede levantar de tal manera que la pluralidad de miembros 604 estabilizadores no entran en contacto con el piso 300.
- Una vez que toda la carga 621 del dispositivo 600 de cuna es soportada por el vehículo 607 autónomo, el vehículo 607 autónomo puede permitir la guía autónoma del dispositivo 600 de cuna libremente a través del piso 300. Por ejemplo, el vehículo 607 autónomo puede guiar el dispositivo 600 de cuna a partir del área 318 de espera en la Figura
- 45 3, a través del piso 300, a la posición 631 de cuna seleccionada, la cual puede ubicarse dentro del área 304 de montaje en la Figura 3. La posición 631 de cuna seleccionada puede ser un ejemplo de una de las diversas posiciones 320 de cuna seleccionadas en la Figura 3.
- El vehículo 607 autónomo puede usar el número de sensores 609 de radar asociados con el vehículo 607 autónomo para colocar el dispositivo 600 de cuna en la posición 631 de cuna seleccionada dentro de las tolerancias seleccionadas. Este posicionamiento del dispositivo 600 de cuna puede denominarse un posicionamiento aproximado o macro posicionamiento, dependiendo de la implementación. El vehículo 607 autónomo también puede usar un
- 50 número de sensores 609 de radar para impedir obstáculos a la vez que el vehículo 607 autónomo cruza el piso 300.

Una vez que el dispositivo 600 de cuna está en la posición 631 de cuna seleccionada, el vehículo 607 autónomo puede desasociarse del dispositivo 600 de cuna de tal modo que toda la carga del dispositivo 600 de cuna ya no sea soportada por el vehículo 607 autónomo. Por ejemplo, sin limitación, una vez que el dispositivo 600 de cuna está en la posición 631 de cuna seleccionada, el sistema 623 de transferencia de carga se puede usar para bajar el dispositivo 600 de cuna hacia el piso 300 para volver a poner en contacto la pluralidad de miembros 604 estabilizadores con el piso 300. El vehículo 607 autónomo puede desacoplarse o desasociarse del dispositivo 600 de cuna de tal manera que el vehículo 607 autónomo se pueda alejar del dispositivo 600 de cuna. En un ejemplo ilustrativo, el vehículo 607 autónomo se puede guiar de regreso al área 318 de espera en la Figura 3. La pluralidad de miembros 604 estabilizadores se pueden usar para al menos uno de estabilizar o colocar el dispositivo 600 de cuna en relación con el piso 300.

En otros ejemplos ilustrativos, se puede usar algún otro tipo de sistema de movimiento para mover el dispositivo 600 de cuna a la posición 631 de cuna seleccionada. Por ejemplo, sin limitación, se pueden usar dos vehículos autónomos para mover el dispositivo 600 de cuna a la posición 631 de cuna seleccionada. En otro ejemplo ilustrativo, un sistema de grúa se puede utilizar para recoger de manera autónoma dispositivo 600 de cuna del área 318 de espera y ubicar el dispositivo 600 de cuna en la posición 631 de cuna seleccionada.

Tal como se representa, el conjunto de unidades 608 de acoplamiento puede estar asociado con la base 602. El conjunto de unidades 608 de acoplamiento puede incluir al menos una de la unidad 610 de acoplamiento robótica, el número de unidades 611 de acoplamiento del dispositivo, y la unidad 613 de acoplamiento de torre. La unidad 610 de acoplamiento robótica puede usarse para formar una interfaz entre el dispositivo 600 de cuna y una plataforma móvil, tal como, por ejemplo, sin limitación, la plataforma 404 móvil externa en la Figura 4. Por ejemplo, la unidad 610 de acoplamiento robótica puede configurarse para conectarse a una unidad de acoplamiento de cuna correspondiente (no se muestra) asociada con la plataforma 404 móvil externa en la Figura 4.

El número de unidades 611 de acoplamiento del dispositivo puede incluir, por ejemplo, la unidad 612 de acoplamiento de cuna. La unidad 612 de acoplamiento de cuna puede usarse para formar una interfaz entre el dispositivo 600 de cuna y otro número de dispositivos 314 de cuna que usa otra unidad de acoplamiento de cuna asociada con el otro dispositivo de cuna.

La unidad 613 de acoplamiento de torre puede usarse para formar una interfaz entre el dispositivo 600 de cuna y una del número de torres 330 en la Figura 3 que utilizan una unidad de acoplamiento de cuna asociada con la torre. En este ejemplo ilustrativo, la unidad 613 de acoplamiento de torre se puede usar para acoplar de manera autónoma el dispositivo 600 de cuna a una del número de torres 330 en la Figura 3, de tal modo que el número de servicios 146 en la Figura 1 se pueda recibir en el dispositivo 600 de cuna a partir de la torre. Por ejemplo, la unidad 613 de acoplamiento de torre puede usarse para acoplar de manera autónoma el dispositivo 600 de cuna a la torre 332 en la Figura 3. En otros ejemplos ilustrativos, la unidad 613 de acoplamiento de torre puede usarse para acoplar manualmente el dispositivo 600 de cuna a la torre 332.

En este ejemplo ilustrativo, cada uno del conjunto de unidades 608 de acoplamiento puede usarse para acoplar un número de servicios 146 entre el dispositivo 600 de cuna y un sistema correspondiente. De esta manera, el número de servicios 146 puede distribuirse a partir de un sistema al dispositivo 600 de cuna o a partir del dispositivo 600 de cuna a un sistema a través de cada unidad de acoplamiento en un conjunto de unidades 608 de acoplamiento.

En este ejemplo ilustrativo, el número de estructuras 614 de retención puede estar asociado con la base 602. Cada uno del número de estructuras 614 de retención puede estar compuesto por una o más vigas. El número de estructuras 614 de retención puede ser un ejemplo de una implementación para el número de estructuras 326 de retención en la Figura 3.

El número de estructuras 614 de retención puede usarse para soportar uno o más paneles de uno o más tipos diferentes, dependiendo de la implementación. Por ejemplo, el número de estructuras 614 de retención puede usarse para soportar uno, dos o algún otro número de paneles 222 de quilla en la Figura 2.

Como se muestra, la estructura 616 de retención puede ser un ejemplo del número de estructuras 614 de retención. La estructura 616 de retención puede tener forma 618 curva. La forma 618 curva puede coincidir sustancialmente con una curvatura de una sección de fuselaje correspondiente en una pluralidad de secciones 268 de fuselaje en la Figura 2 para ser recibida por y acoplada con la estructura 616 de retención. En particular, la forma 618 curva puede coincidir sustancialmente con la curvatura para una porción correspondiente de la línea de molde exterior (OML) para el conjunto 114 de fuselaje, y por lo tanto, el fuselaje 102 en la Figura 1. Esta porción puede ser, por ejemplo, sin limitación, la porción de la línea de molde exterior correspondiente a la parte inferior, o quilla, del conjunto 114 de fuselaje. Por ejemplo, la estructura 616 de retención puede tener una forma 618 curva que coincida sustancialmente con una curvatura de uno de una pluralidad de paneles 120 en las Figuras 1-4 para ser recibidos por y acoplados con la estructura 616 de retención.

En un ejemplo ilustrativo, la estructura 616 de retención puede incluir el número de vigas 620. Cada número de vigas 620 puede tener una forma curva de tal manera que la estructura 616 de retención puede tener la forma curva general 618. En particular, cada uno del número de vigas 620 puede tener un radio de curvatura sustancialmente igual al radio

de curvatura de la porción de uno correspondiente de los paneles 222 de quilla en la Figura 2 que se va a acoplar con esa viga particular. En otras palabras, cada una del número de vigas 620 puede tener una forma tal que la porción de un panel de quilla que se acopla con cada una del número de vigas 620 puede coincidir con la viga con un ajuste de contacto deseado. En algunos ejemplos ilustrativos, el número de vigas 620 puede denominarse número de vigas 622 de aro.

Cada viga en el número de vigas 620 puede tener cualquier forma o configuración que permita que la viga se acople al panel correspondiente de una manera que permita que el conjunto 114 de fuselaje se construya de acuerdo con los requisitos de la línea de molde exterior. Por ejemplo, una viga en el número de vigas 620 puede estar compuesta por una pluralidad de miembros angulados uno respecto al otro de una manera que forme una forma que coincida sustancialmente con una línea de molde exterior del conjunto 114 de fuselaje. La pluralidad de miembros puede incluir cualquier número de miembros lineales, miembros curvos o una combinación de los mismos. Además, cada viga en el número de vigas 620 puede tener cualquier posición u orientación con respecto a la base 602 del dispositivo 600 de cuna, en relación con una o más vigas en el número de vigas 620, o en relación con el conjunto 114 de fuselaje que permite que la viga se acople a un panel correspondiente de una manera que permita que el conjunto 114 de fuselaje se construya de acuerdo con los requisitos de la línea de molde exterior.

La configuración del número de dispositivos 314 de cuna para formar el dispositivo 324 de montaje puede incluir la configuración de las estructuras de retención asociadas con el número de dispositivos 314 de cuna. La configuración de estas estructuras de retención puede incluir el posicionamiento de un número de estructuras de retención asociadas con cada uno del número de dispositivos 314 de cuna relativos a la base de cada uno del número de dispositivos 314 de cuna con respecto a un sistema de coordenadas de referencia. El sistema de coordenadas de referencia puede ser un sistema de coordenadas del fuselaje, un sistema de coordenadas de la aeronave, un sistema de coordenadas del entorno de fabricación o algún otro tipo de sistema de coordenadas.

En este ejemplo ilustrativo, cada una del número de estructuras 614 de retención puede ser al menos una de traslación o rotación con respecto a la base 602. Por ejemplo, sin limitación, la estructura 616 de retención puede estar asociada con la base 602 a través del número de sistemas 628 de movimiento. Cada uno del número de sistemas 628 de movimiento puede configurarse para proporcionar movimiento con al menos un grado de libertad.

Como un ejemplo ilustrativo, el número de sistemas 628 de movimiento puede usarse para al menos uno de la estructura 616 de retención de movimiento de traslación o de rotación con respecto a la base 602. En un ejemplo ilustrativo, el número de sistemas 628 de movimiento puede usarse para mover la estructura 616 de retención horizontal y verticalmente.

El sistema 630 de movimiento es un ejemplo de uno del número de sistemas 628 de movimiento. El sistema 630 de movimiento puede estar acoplado a al menos una porción de la estructura 616 de retención y usarse para mover al menos esa porción de la estructura 616 de retención horizontal y verticalmente.

Como un ejemplo ilustrativo, el sistema 630 de movimiento puede tomar la forma del sistema 632 de movimiento XYZ. El sistema 632 de movimiento XYZ puede ser capaz de mover una porción correspondiente, la cual puede ser parte de o la totalidad de la estructura 616 de retención, en direcciones sustancialmente paralelas al eje X 634, al eje Y 636 y al eje Z 638. En este ejemplo, el movimiento sustancialmente paralelo a un eje puede denominarse movimiento a lo largo de ese eje. En estos ejemplos ilustrativos, el movimiento a lo largo del eje X 634 o del eje Y 636 puede considerarse movimiento horizontal. Además, el movimiento a lo largo del eje Z 638 puede considerarse movimiento vertical.

Como se muestra, el sistema 632 de movimiento XYZ puede incluir el sistema 640 de movimiento horizontal y el sistema 642 de movimiento vertical. En un ejemplo ilustrativo, el sistema 640 de movimiento horizontal puede usar una pluralidad de sistemas 644 de riel para proporcionar movimiento horizontal a lo largo del eje X 634 y del eje Y 636. La pluralidad de los sistemas 644 de riel puede ser motorizada. Como un ejemplo ilustrativo, el sistema 640 de movimiento horizontal puede tomar la forma de la tabla 646 X-Y.

El sistema 642 de movimiento vertical puede implementarse usando el sistema 648 de accionador. El sistema 648 de accionador puede proporcionar, por ejemplo, sin limitación, el movimiento vertical con respecto al eje Z 638. En un ejemplo ilustrativo, el sistema 648 de accionador puede implementarse utilizando uno o más dispositivos accionadores. Estos dispositivos accionadores pueden implementarse utilizando, por ejemplo, sin limitación, un accionador Pogo®, el cual puede ser proporcionado por CNA Manufacturing Systems, Inc., con sede en Renton, Washington, Estados Unidos. Por supuesto, se puede usar algún otro tipo de dispositivo accionador para implementar el sistema 648 de accionador en otros ejemplos ilustrativos.

En algunos ejemplos ilustrativos, el controlador 650 puede estar asociado con la base 602. El controlador 650 puede ser un ejemplo de uno del conjunto de controladores 140 en la Figura 1. El controlador 650 puede usarse para controlar el funcionamiento del número de sistemas 628 de movimiento para controlar el movimiento del número de sistemas 628 de movimiento y, por lo tanto, el movimiento de la estructura 616 de retención. De esta manera, el controlador 650 puede controlar el movimiento de cada una de las estructuras 614 de retención. Este tipo de movimiento del número de estructuras 614 de retención puede ser realizado de manera autónoma.

- 5 Cada una del número de estructuras 614 de retención puede moverse a una posición con respecto a la base 602 dentro de las tolerancias seleccionadas. Esta posición puede ser con respecto a un sistema de coordenadas de referencia. Este posicionamiento se puede realizar utilizando, por ejemplo, sin limitación, un sistema de seguimiento láser (no se muestra) del sistema 106 de fabricación flexible en la Figura 1 que incluye el número de objetivos 651 láser asociados con la base 602. El número de objetivos 651 láser puede estar directamente asociado con base 602 o indirectamente asociado con la base 602 a través, por ejemplo, de una estructura o marco de montaje.
- 10 En un ejemplo ilustrativo, se pueden recibir datos del sistema de seguimiento láser con base en la ubicación del número de objetivos 651 láser dentro del entorno 100 de fabricación en la Figura 1. Estos datos se pueden usar para posicionar el número de estructuras 614 de retención. Por ejemplo, los datos pueden usarse para controlar el número de sistemas 628 de movimiento para mover la estructura 616 de retención a la posición 635 de retención seleccionada con respecto a la base 602 con respecto al sistema de coordenadas de referencia. Este posicionamiento del número de estructuras 614 de retención puede posicionar más precisamente el número de estructuras 614 de retención en comparación con el movimiento de la base 602 usando el vehículo 607 autónomo.
- 15 El posicionamiento de la base 602 por el vehículo 607 autónomo puede ser considerado macro posicionamiento 637 del dispositivo 600 de cuna, y de ese modo el número de estructuras 614 de retención. El posicionamiento individual de cada una del número de estructuras 614 de retención usando el número de sistemas 628 de movimiento relacionado con cada estructura de retención puede considerarse un micro posicionamiento 639 de cada una del número de estructuras 614 de retención.
- 20 El micro posicionamiento 639 de cada una del número de estructuras 614 de retención puede usarse para asegurar que paneles tales como, por ejemplo, paneles 222 de quilla en la Figura 2, puedan acoplar el número de estructuras 614 de retención correctamente. Por ejemplo, sin limitación, después de que el dispositivo 600 de cuna se mueve a la posición 631 de cuna seleccionada por el vehículo 607 autónomo, se puede usar una pluralidad de miembros 604 estabilizadores para ajustar al menos una de la altura del dispositivo 600 de cuna o la inclinación del dispositivo 600 de cuna en relación al eje vertical, el cual puede ser el eje Z 638. En consecuencia, la posición de una o más del número de estructuras 614 de retención puede necesitar ajustarse para asegurar que el número de estructuras 614 de retención tenga una configuración general que esté lista para recibir uno de los paneles 222 de quilla en la Figura 2.
- 25 Además, el micro posicionamiento 639 puede realizarse después de que uno de los paneles 222 de quilla de la Figura 2 se haya acoplado con un número de estructuras 614 de retención. Por ejemplo, el micro posicionamiento 639 puede usarse para ajustar la posición del panel de quilla acoplado con un número de estructuras 614 de retención del dispositivo 600 de cuna en relación con otro panel de quilla acoplado con otro del número de dispositivos 313. El micro posicionamiento 639 puede usarse para alinear una línea de molde exterior de un panel de quilla acoplado con el dispositivo 600 de cuna con la línea de molde exterior de otro panel de quilla acoplado con otro del número de dispositivos 313.
- 30 En un ejemplo ilustrativo, la estructura 616 de retención puede tomar la forma de una estructura 655 de retención ajustable. La estructura 655 de retención ajustable puede estar asociada con un número de sistemas 628 de movimiento a través del miembro 652 de conexión. En particular, la estructura 655 de retención ajustable está asociada de manera giratoria con el miembro 652 de conexión de una manera que forma la interfaz 654 esférica. La interfaz 654 esférica puede tomar la forma de la interfaz 656 de punto de pellizco en un ejemplo específico. La estructura 655 de retención ajustable es capaz de girar pasivamente alrededor de la interfaz 654 esférica para girar alrededor del eje X 634, el eje Y 636 y el eje Z 638.
- 35 La interfaz 654 esférica permite el posicionamiento pasivo, y por lo tanto el ajuste, de la estructura 655 de retención ajustable en respuesta a un panel, tal como uno de los paneles 222 de quilla en la Figura 2, que se acopla a la estructura 655 de retención ajustable. En otras palabras, la estructura 655 de retención ajustable gira pasivamente alrededor de la interfaz 654 esférica. La estructura 655 de retención ajustable gira de manera pasiva alrededor de la interfaz 654 esférica a medida que un panel aplica una carga a la estructura 655 de retención ajustable. El panel puede ser, por ejemplo, el panel 216 en la Figura 2, el cual puede ser uno de paneles 222 de quilla en un ejemplo de la Figura 2.
- 40 Por ejemplo, cuando un panel, tal como uno de los paneles 222 de quilla en la Figura 2, se acopla con la estructura 655 de retención ajustable, el contacto con el panel puede hacer que la estructura 655 de retención ajustable gire pasivamente al menos uno del eje X 634, el eje Y 636 o el eje Z 638 para asegurar que la forma 618 curva de la estructura 655 de retención ajustable coincida con la curvatura de la porción del panel que se acopla a la estructura 655 de retención ajustable. En particular, el panel carga la estructura 655 de retención ajustable de una manera que hace que la estructura 655 de retención ajustable gire pasivamente alrededor de la interfaz 654 esférica hasta que se logre un contacto deseado entre el panel y la estructura 655 de retención ajustable.
- 45 De esta manera, la estructura 655 de retención ajustable que incide sobre el panel fuerza la alineación pasiva de la estructura 655 de retención ajustable. En otras palabras, la estructura 655 de retención ajustable incide en el panel y, por lo tanto, fuerza la alineación de la estructura 655 de retención ajustable con el panel.
- 50
- 55

5 En este ejemplo ilustrativo, el número de sistemas 628 de movimiento puede estar asociado con el miembro 652 de conexión. En un ejemplo ilustrativo, el sistema 642 de movimiento vertical puede incluir al menos un mecanismo 657 de elevación de tijera. El mecanismo 657 de elevación de tijera puede usarse para mover el miembro 652 de conexión, y de ese modo la estructura 655 de retención ajustable asociada con el miembro 652 de conexión, con relación al eje Z 638. Por ejemplo, la estructura 655 de retención ajustable puede moverse verticalmente sustancialmente a lo largo del eje Z 638.

10 El sistema 640 de movimiento horizontal puede usarse para mover el miembro 652 de conexión, y de ese modo la estructura 655 de retención ajustable, a lo largo de al menos uno de los ejes X 634 o Y 636. En algunos casos, el número de sistemas 628 de movimiento puede incluir dos sistemas de movimiento horizontal que permiten que el miembro 652 de conexión, y por lo tanto la estructura 655 de retención ajustable, giren alrededor del eje Z 638.

15 De esta manera, se pueden usar un número de sistemas 628 de movimiento para proporcionar diferentes tipos de movimiento con respecto al eje X 634, el eje Y 636, el eje Z 638, o alguna combinación de los mismos para la estructura 655 de retención ajustable en diferentes momentos o simultáneamente. En particular, el movimiento a lo largo del eje X 634, alrededor del eje X 634, a lo largo del eje Y 636, alrededor del eje Y 636, a lo largo del eje Z 638, alrededor del eje Z 638, o alguna combinación de los mismos puede realizarse simultáneamente, en diferentes momentos, o de alguna otra manera para colocar la estructura 655 de retención ajustable en la posición 635 de retención seleccionada.

20 Como se muestra, el conjunto de sensores 658 puede estar asociado con la estructura 616 de retención. El conjunto de sensores 658 puede incluir uno o más sensores que pueden usarse para ayudar a posicionar la estructura 616 de retención con respecto a un panel en la pluralidad de paneles 120 en las Figuras 1-4. El conjunto de sensores 658 pueden usarse para guiar, por ejemplo, sin limitación, el sistema 642 de movimiento vertical.

25 Como un ejemplo ilustrativo, el número de estructuras 614 de retención puede incluir otras dos estructuras de retención además de la estructura 616 de retención. Estas dos estructuras de retención pueden ser, por ejemplo, una estructura de retención delantera y una estructura de retención posterior. La estructura de retención delantera y la estructura de retención posterior pueden posicionarse usando sistemas de movimiento antes de que se reciba un panel, tal como uno de los paneles 222 de quilla en la Figura 2. Una vez que se ha recibido el panel, se puede usar el número de sistemas 628 de movimiento y un conjunto de sensores 658 para mover el miembro 652 de conexión, y de este modo la estructura 616 de retención, a una posición relativa al panel. La estructura 616 de retención gira entonces pasivamente para alinearse con el panel de tal manera que la estructura 616 de retención está en la posición 635 de retención seleccionada que soportará los requisitos de la línea de molde exterior para el conjunto 114 de fuselaje.

30 El número de dispositivos 314 de cuna se puede colocar y configurar dentro del área 304 de montaje en la Figura 3 para formar el dispositivo 324 de montaje, como se describe anteriormente en la Figura 3. En un ejemplo ilustrativo, el número de dispositivos 314 de cuna incluye el primer dispositivo 660 de cuna, el segundo dispositivo 662 de cuna, y el tercer dispositivo 664 de cuna. El primer dispositivo 660 de cuna, el segundo dispositivo 662 de cuna y el tercer dispositivo 664 de cuna pueden sostener y soportar una pluralidad de secciones 205 de fuselaje para el conjunto 114 de fuselaje.

35 En algunos ejemplos ilustrativos, el número de dispositivos 313 de la Figura 3 puede incluir el dispositivo 665 además del número de dispositivos 314 de cuna. El dispositivo 665 puede usarse para formar una parte del dispositivo 324 de montaje. El dispositivo 665 puede usarse para sostener y soportar una de la pluralidad de secciones 205 de fuselaje. Dependiendo de la implementación, el dispositivo 665 puede estar asociado de forma permanente o desmontable con uno del número de dispositivos 314 de cuna. En otros casos, el dispositivo 665 puede estar separado del número de dispositivos 314 de cuna.

40 Las ilustraciones en las Figuras 1-6 no pretenden implicar limitaciones físicas o arquitectónicas a la manera en la cual se puede implementar una realización ilustrativa. Además, los bloques se presentan para ilustrar algunos componentes funcionales. Uno o más de estos bloques se pueden combinar, dividir o combinar y dividir en diferentes bloques cuando se implementan en una realización ilustrativa.

45 Por ejemplo, en algunos casos, puede estar presente más de un sistema de fabricación flexible dentro del entorno 100 de fabricación. Estos múltiples sistemas de fabricación flexible pueden usarse para construir múltiples conjuntos de fuselaje dentro del entorno 100 de fabricación. En otros ejemplos ilustrativos, el sistema 106 de fabricación flexible puede incluir múltiples sistemas de cuna, múltiples sistemas de torre, múltiples sistemas de servicios, múltiples sistemas de maquinado autónomo y múltiples pluralidades de vehículos autónomos de tal modo que se puedan construir múltiples conjuntos de fuselaje dentro del entorno 100 de fabricación.

50 En algunos ejemplos ilustrativos, el sistema 138 de servicio puede incluir dispositivos de servicio múltiple que se consideran separados del sistema 106 de fabricación flexible. Cada uno de estos dispositivos de servicio múltiple se pueden configurar para usar con el sistema 106 de fabricación flexible y cualquier número de otros sistemas de fabricación flexible.

55 Además, los diferentes acoplamientos de sistemas móviles en la pluralidad de sistemas 134 móviles pueden realizarse de manera autónoma en estos ejemplos ilustrativos. Sin embargo, en otro ejemplo ilustrativo, un acoplamiento de uno

de la pluralidad de sistemas 134 móviles a otro de la pluralidad de sistemas 134 móviles puede realizarse manualmente en otros ejemplos ilustrativos.

5 Además, en otros ejemplos ilustrativos, uno o más de la pluralidad de sistemas 134 móviles pueden ser guiados, por ejemplo, sin limitación, por un operador humano. Por ejemplo, sin limitación, en algunos casos, la primera torre 332 puede guiarse con guía humana.

Con referencia ahora a la Figura 7, se representa una ilustración de una vista isométrica de un entorno de fabricación. En este ejemplo ilustrativo, el entorno 700 de fabricación puede ser un ejemplo de una implementación para el entorno 100 de fabricación en la Figura 1.

10 Tal como se representa, el entorno 700 de fabricación puede incluir el entorno 701 y de espera el entorno 702 de montaje. El entorno 701 y de espera puede ser un área designada en y sobre el piso 703 de fabricación del entorno 700 para almacenar la pluralidad de sistemas 706 de fabricación flexible cuando la pluralidad de sistemas 706 de fabricación flexible no están en uso. Cada uno de la pluralidad de sistemas 706 de fabricación flexible puede ser un ejemplo de una implementación para el sistema 106 de fabricación flexible que se describe en las Figuras 1 y 3-5. En particular, cada uno de la pluralidad de sistemas 706 de fabricación flexible puede ser un ejemplo de una implementación para el sistema 112 de fabricación flexible autónomo en la Figura 1.

15 El entorno 701 de espera puede incluir una pluralidad de celdas 704 de espera. En este ejemplo ilustrativo, cada una de la pluralidad de celdas 704 de espera puede considerarse un ejemplo de una implementación para el área 318 de espera en la Figura 3. En otros ejemplos ilustrativos, todo el entorno 701 de espera puede considerarse un ejemplo de una implementación para el área 318 de mantenimiento en la Figura 3.

20 Cada uno de la pluralidad de sistemas 706 de fabricación flexible puede almacenarse en uno correspondiente de la pluralidad de celdas 704 de espera. En particular, cada una de la pluralidad de celdas 704 de espera puede designarse para uno específico de la pluralidad de sistemas 706 de fabricación flexible. Sin embargo, en otros ejemplos ilustrativos, se puede usar cualquiera de la pluralidad de celdas 704 de espera para almacenar cualquiera de la pluralidad de sistemas 706 de fabricación flexible.

25 Como se muestra, el sistema 708 de fabricación flexible puede ser un ejemplo de uno de la pluralidad de sistemas 706 de fabricación flexible. El sistema 708 de fabricación flexible puede incluir la pluralidad de sistemas 711 móviles, los cuales pueden ser un ejemplo de una implementación para la pluralidad de sistemas 134 móviles en las Figuras 1 y 3.

30 El sistema 708 de fabricación flexible puede almacenarse en la celda 710 de espera de la pluralidad de celdas 704 de espera. En este ejemplo, todo el entorno 701 de espera puede considerarse un ejemplo de una implementación para el área 318 de espera en la Figura 3. Sin embargo, en otros ejemplos, cada una de la pluralidad de celdas 704 de espera en el entorno 701 de espera puede considerarse un ejemplo de una implementación para el área 318 de espera en la Figura 3.

35 El piso 703 del entorno 700 de fabricación puede ser sustancialmente liso para permitir que los diversos componentes y sistemas de la pluralidad de sistemas 706 de fabricación flexible se guíen de manera autónoma a través del piso 703 del entorno 700 de fabricación con facilidad. Cuando uno de la pluralidad de sistemas 706 de fabricación flexible está listo para su uso, ese sistema de fabricación flexible puede ser guiado a través del piso 703 a partir del entorno 701 de espera al entorno 702 de montaje.

40 El entorno 702 de montaje puede ser el área designada en y sobre el piso 703 para construir conjuntos de fuselaje. Cuando no se utiliza ninguno de los sistemas 706 de fabricación flexible, el piso 703 del entorno 702 de montaje puede mantenerse sustancialmente abierto y sustancialmente despejado.

45 Tal como se representa, el entorno 702 de montaje puede incluir una pluralidad de celdas 712 de trabajo. En un ejemplo ilustrativo, cada una de la pluralidad de celdas 712 de trabajo puede ser un ejemplo de una implementación para el área 304 de montaje en la Figura 3. Por lo tanto, cada una de la pluralidad de celdas 712 de trabajo pueden designarse para realizar un proceso de montaje de fuselaje, tal como el proceso 110 de montaje en la Figura 1, para construir el conjunto 114 de fuselaje en la Figura 1. En otros ejemplos ilustrativos, todo el entorno 702 de montaje puede considerarse un ejemplo de una implementación para el área 304 de montaje en la Figura 3.

50 En este ejemplo ilustrativo, la primera porción 714 de la pluralidad de celdas 712 de trabajo puede designarse para construir conjuntos de fuselaje delantero, tal como el conjunto 117 de fuselaje delantero en la Figura 1, a la vez que la segunda porción 716 de la pluralidad de celdas 712 de trabajo puede designarse para construir conjuntos de fuselaje posterior, tal como el conjunto 116 de fuselaje posterior en la Figura 1. De esta manera, la pluralidad de celdas 712 de trabajo puede permitir que se construyan múltiples conjuntos de fuselaje simultáneamente. Dependiendo de la implementación, la construcción de estos conjuntos de fuselaje puede comenzar al mismo tiempo o en diferentes momentos en la pluralidad de celdas 712 de trabajo.

55 En un ejemplo ilustrativo, la pluralidad de sistemas 711 móviles que pertenecen al sistema 708 de fabricación flexible se pueden guiar a través del piso 703 a partir de la celda 710 de espera hacia la celda 713 de trabajo. Dentro de la

celda 713 de trabajo, se puede usar la pluralidad de sistemas 711 móviles para construir un conjunto de fuselaje (no se muestra). Un ejemplo de una manera en la cual este conjunto de fuselaje puede construirse usando el sistema 708 de fabricación flexible se describe con mayor detalle a continuación en las Figuras 8-18.

5 En algunos ejemplos ilustrativos, un sistema de sensor puede estar asociado con una o más de la pluralidad de celdas 712 de trabajo. Por ejemplo, sin limitación, en algunos casos, el sistema 718 de sensor puede estar asociado con la celda 719 de trabajo de la pluralidad de celdas 712 de trabajo. Los datos de sensor generados por el sistema 718 de sensor pueden usarse para ayudar a guiar los diversos sistemas móviles del correspondiente uno de la pluralidad de sistemas 706 de fabricación flexible designados para construir un conjunto de fuselaje dentro de la celda 719 de trabajo. En un ejemplo ilustrativo, el sistema 718 de sensor puede tomar la forma del sistema 720 de metrología.

10 Dependiendo de la implementación, el sistema 718 de sensor puede ser opcional. Por ejemplo, sin limitación, no se representan otros sistemas de sensor asociados con otras celdas de trabajo de la pluralidad de celdas 712 de trabajo. No usar sistemas de sensor tal como el sistema 718 de sensor puede ayudar a mantener el piso 703 del entorno 700 de fabricación más abierto y despejado para ayudar a los diversos sistemas móviles de una pluralidad de sistemas 706 de fabricación flexible se puedan guiar más libremente a través del piso 703.

15 Como se muestra, la pluralidad de dispositivos 724 de servicio puede fijarse permanentemente al piso 703. Cada uno de la pluralidad de dispositivos 724 de servicio puede ser un ejemplo de una implementación para el dispositivo 150 de servicio en la Figura 1.

20 La pluralidad de dispositivos 724 de servicio puede interactuar con un número de fuentes de servicio (no se muestran en esta vista). Estas fuentes de servicio (no se muestran) pueden, por ejemplo, sin limitación, ubicarse debajo del piso 703. El dispositivo 726 de servicio puede ser un ejemplo de uno de la pluralidad de dispositivos 724 de servicio.

25 En este ejemplo ilustrativo, cada uno de la pluralidad de dispositivos 724 de servicio está ubicado en uno correspondiente de la pluralidad de celdas 712 de trabajo. Cualquiera de la pluralidad de sistemas 706 de fabricación flexible puede ser guiado e interactuar con cualquiera de la pluralidad de dispositivos 724 de servicio. De esta manera, se pueden usar una pluralidad de dispositivos 724 de servicio para proporcionar uno o más servicios a la pluralidad de sistemas 706 de fabricación flexible.

30 Con referencia ahora a las Figuras 8-18, se representan las ilustraciones de la construcción de un conjunto de fuselaje dentro del entorno 700 de fabricación de la Figura 7 de acuerdo con una realización ilustrativa. En las Figuras 8-18, el sistema 708 de fabricación flexible de la Figura 7 puede usarse para construir un conjunto de fuselaje. La construcción del conjunto de fuselaje puede realizarse dentro de una cualquiera de la pluralidad de celdas 712 de trabajo en la Figura 7. Por ejemplo, sin limitación, la construcción del conjunto de fuselaje puede realizarse dentro de una de las celdas de trabajo en la segunda porción 716 de la pluralidad de celdas 712 de trabajo en la Figura 7.

35 Volviendo ahora a la Figura 8, se representa una ilustración de una vista isométrica de una primera torre acoplada al dispositivo 726 de servicio de la Figura 7. En este ejemplo ilustrativo, la primera torre 800 puede estar acoplada al dispositivo 726 de servicio. La primera torre 800 puede ser un ejemplo de uno de la pluralidad de sistemas 711 móviles del sistema 708 de fabricación flexible en la Figura 7. En particular, la primera torre 800 puede ser un ejemplo de una implementación para la primera torre 334 en la Figura 3.

La primera torre 800 puede ser al menos una de acoplamiento eléctrico y físico al dispositivo 726 de servicio de tal modo que la interfaz 802 se forme entre la primera torre 800 y el dispositivo 726 de servicio. La interfaz 802 puede ser un ejemplo de una implementación para la interfaz 342 en la Figura 3.

40 Como se muestra, la primera torre 800 puede tener una estructura 804 base. La estructura 804 base puede incluir la plataforma 806 superior y la plataforma 807 inferior. En algunos casos, la plataforma 806 superior y la plataforma 807 inferior pueden denominarse nivel de plataforma superior y nivel de plataforma inferior, respectivamente. La plataforma 806 superior puede usarse para proporcionar a un operador humano acceso a un piso superior de un conjunto de fuselaje (no se muestra), tal como un piso de pasajeros dentro del conjunto de fuselaje. La plataforma 807 inferior puede usarse para proporcionar a un operador humano acceso a un piso inferior del conjunto de fuselaje (no se muestra), tal como un piso de carga dentro del conjunto de fuselaje.

50 En este ejemplo ilustrativo, la pasarela 808 puede proporcionar acceso a partir de un piso, tal como el piso 703 en la Figura 7, a la plataforma 807 inferior. La pasarela 810 puede proporcionar acceso a partir de la plataforma 807 inferior a la plataforma 806 superior. La barandilla 812 está asociada con la plataforma 806 superior para la protección de un operador humano que se mueve en la plataforma 806 superior. La barandilla 814 está asociada con la plataforma 807 inferior para la protección de un operador humano que se mueve en la plataforma 807 inferior.

55 La primera torre 800 se puede guiar de manera autónoma a través del piso 703 usando el vehículo 816 autónomo. El vehículo 816 autónomo puede ser un vehículo guiado automatizado (AGV) en este ejemplo. El vehículo 816 autónomo puede ser un ejemplo de uno de la pluralidad de vehículos 306 autónomos en la Figura 3. Como se muestra, el vehículo 816 autónomo puede usarse para guiar la primera torre 800 a partir del entorno 701 de espera en la Figura 7 a la posición 818 de torre seleccionada en relación con el dispositivo 726 de servicio. La posición 818 de torre seleccionada puede ser un ejemplo de una implementación para la posición 338 de torre seleccionada en la Figura 3.

Una vez que la primera torre 800 se ha guiado de manera autónoma a la posición 818 de torre seleccionada, la primera torre 800 puede acoplarse de manera autónoma al dispositivo 726 de servicio. En particular, la primera torre 800 puede acoplarse eléctrica y físicamente al dispositivo 726 de servicio de manera autónoma para formar la interfaz 802. Este tipo de acoplamiento puede permitir que un número servicios fluyan a partir del dispositivo 726 de servicio a la primera torre 800. De esta manera, la primera torre 800 y el dispositivo 726 de servicio pueden establecer al menos una porción de una red de servicio distribuida, similar a la red 144 de servicio distribuida descrita en las Figuras 1 y 5.

Con referencia ahora a la Figura 9, se representa una ilustración de una vista isométrica de un sistema de cuna de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, el sistema 900 de cuna puede ser un ejemplo de una implementación para el sistema 308 de cuna en la Figura 3. Además, el sistema 900 de cuna puede ser un ejemplo de uno de la pluralidad de sistemas 711 móviles del sistema 708 de fabricación flexible en la Figura 7. De esta manera, el sistema 900 de cuna puede ser un ejemplo de uno de la pluralidad de sistemas 711 móviles que se almacenan en la celda 710 de espera en la Figura 7.

Como se muestra, el sistema 900 de cuna puede estar compuesto por el número de dispositivos 903. El número de dispositivos 903 puede ser un ejemplo de una implementación para el número de dispositivos 313 en la Figura 3. El número de dispositivos 903 puede incluir el número de dispositivos 902 de cuna y dispositivo 904. El número de dispositivos 902 de cuna puede ser un ejemplo de una implementación para el número de dispositivos 314 de cuna en la Figura 3.

El número de dispositivos 902 de cuna puede incluir el dispositivo 906 de cuna, el dispositivo 908 de cuna y el dispositivo 910 de cuna. El dispositivo 904 puede estar asociado de manera fija con el dispositivo 906 de cuna. En este ejemplo ilustrativo, el dispositivo 904 puede considerarse parte del dispositivo 906 de cuna. Sin embargo, en otros ejemplos ilustrativos, el dispositivo 904 puede considerarse un dispositivo separado del dispositivo 906 de cuna.

Como se muestra, el dispositivo 906 de cuna, el dispositivo 908 de cuna y el dispositivo 910 de cuna tienen la base 912, la base 914 y la base 916, respectivamente. El número de estructuras 918 de retención puede estar asociado con la base 912. El número de estructuras 920 de retención puede estar asociado con la base 914. El número de estructuras 922 de retención puede estar asociado con la base 916. Cada uno del número de estructuras 918 de retención, el número de estructuras 920 de retención, y el número de estructuras 922 de retención puede ser un ejemplo de una implementación para el número de estructuras 326 de retención en la Figura 3.

Cada estructura de retención en el número de estructuras 918 de retención, el número de estructuras 920 de retención y el número de estructuras 922 de retención puede tener una forma curva que coincida sustancialmente con una curvatura de una sección de fuselaje correspondiente para ser recibida por la estructura de retención. La estructura 923 de retención puede ser un ejemplo del número de estructuras 920 de retención. Como se muestra, la estructura 923 de retención puede tener una forma 925 curva.

La forma 925 curva se puede seleccionar de tal modo que la forma 925 curva coincida sustancialmente con la curvatura de un panel de quilla correspondiente (no se muestra) que se va a acoplar con la estructura 923 de retención. Más específicamente, la estructura 923 de retención puede tener sustancialmente el mismo radio de curvatura como un panel de quilla correspondiente (no se muestra) que se va a acoplar con la estructura 923 de retención.

En este ejemplo ilustrativo, la pluralidad de miembros 924 estabilizadores, la pluralidad de miembros 926 estabilizadores y la pluralidad de miembros 928 estabilizadores pueden estar asociados con la base 912, la base 914 y la base 916, respectivamente. La pluralidad de miembros 924 estabilizadores, la pluralidad de miembros 926 estabilizadores y la pluralidad de miembros 928 estabilizadores pueden usarse para estabilizar la base 912, la base 914 y la base 916, respectivamente, con relación al piso 703 del entorno 700 de fabricación.

En un ejemplo ilustrativo, estos miembros estabilizadores pueden mantener sus bases respectivas sustancialmente niveladas con respecto al piso 703. Además, cada uno de la pluralidad de miembros 924 estabilizadores, la pluralidad de miembros 926 estabilizadores y la pluralidad de miembros 928 estabilizadores pueden soportar sustancialmente su respectiva base hasta que esa base se mueva a una nueva ubicación dentro o fuera del entorno 700 de fabricación. En un ejemplo ilustrativo, cada miembro estabilizador de la pluralidad de miembros 924 estabilizadores, la pluralidad de miembros 926 estabilizadores y la pluralidad de miembros 928 estabilizadores pueden implementarse usando una pata hidráulica.

Cada uno del número de dispositivos 903 puede usarse para sostener y soportar una sección de fuselaje correspondiente (no se muestra) para un conjunto de fuselaje (no se muestra) para una aeronave (no se muestra), tal como una de la pluralidad de secciones 205 de fuselaje para el conjunto 114 de fuselaje para la aeronave 104 en la Figura 2. Por ejemplo, sin limitación, el dispositivo 904 puede tener la plataforma 930 asociada con la base 932. La plataforma 930 puede configurarse para sostener y soportar una sección de fuselaje delantera (no se muestra) o una sección de fuselaje posterior (no se muestra) para la aeronave (no se muestra), dependiendo de la implementación. La sección de fuselaje delantera (no se muestra) puede ser la porción del conjunto de fuselaje (no se muestra) que debe estar más cerca de la nariz de la aeronave (no se muestra). La sección de fuselaje posterior (no se muestra) puede ser la porción del conjunto de fuselaje (no se muestra) que debe estar más cerca de la cola de la aeronave (no se muestra).

Con referencia ahora a la Figura 10, se representa una ilustración de una vista isométrica de un dispositivo de montaje formado usando el sistema 900 de cuna de la Figura 9 y acoplado a la primera torre 800 de la Figura 8 de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, el dispositivo 910 de cuna está acoplado a la primera torre 800 y el dispositivo 910 de cuna, el dispositivo 906 de cuna y el dispositivo 908 de cuna están acoplados entre sí.

5 El dispositivo 910 de cuna, el dispositivo 908 de cuna y el dispositivo 906 de cuna pueden haber sido guiados de manera autónoma a través del piso 703 del entorno 700 de fabricación a la posición 1000 de cuna seleccionada, la posición 1002 de cuna seleccionada y la posición 1004 de cuna seleccionada, respectivamente, usando un número de vehículos autónomos correspondientes (no se muestran), tal como el número de vehículos 316 autónomos correspondientes de la Figura 3. El dispositivo 906 de cuna también puede hacer que el dispositivo 904 se guíe cuando el dispositivo 904 es parte del dispositivo 906 de cuna como se muestra. La posición 1000 de cuna seleccionada, la posición 1002 de cuna seleccionada y la posición 1004 de cuna seleccionada pueden ser un ejemplo de una implementación para el número de posiciones 320 de cuna seleccionadas en la Figura 3.

10 Después de guiar el dispositivo 910 de cuna, el dispositivo 908 de cuna y el dispositivo 906 de cuna a la posición 1000 de cuna seleccionada, la posición 1002 de cuna seleccionada y la posición 1004 de cuna seleccionada, respectivamente, el número de vehículos autónomos correspondientes (no se muestran) se pueden alejar de manera autónoma. En otros ejemplos ilustrativos, el número de vehículos autónomos correspondientes (no se muestran) puede integrarse como parte del dispositivo 910 de cuna, el dispositivo 908 de cuna y el dispositivo 906 de cuna.

15 La posición 1000 de cuna seleccionada puede ser una posición relativa a la posición 818 de torre seleccionada de la primera torre 800. Cuando el dispositivo 910 de cuna está en la posición 1000 de cuna seleccionada con respecto a la primera torre 800, el dispositivo 910 de cuna puede estar acoplado eléctrica y físicamente a la primera torre 800 para formar la interfaz 1006. En algunos casos, el dispositivo 910 de cuna puede acoplarse a la primera torre 800 de manera autónoma para formar la interfaz 1006. En un ejemplo ilustrativo, la interfaz 1006 puede formarse mediante el acoplamiento autónomo del dispositivo 910 de cuna a la primera torre 800. La interfaz 1006 puede ser una interfaz eléctrica y física que permita que diversos servicios que fluyen a partir del dispositivo 726 de servicio a la primera torre 20 800 fluyan también al dispositivo 910 de cuna. De esta manera, la interfaz 1006 puede formarse mediante el acoplamiento autónomo de un número de servicios entre el dispositivo 910 de cuna y la primera torre 800. La interfaz 1006 puede ser un ejemplo de una implementación para la interfaz 340 en la Figura 3. En este ejemplo ilustrativo, el dispositivo 910 de cuna, que esta acoplado a la primera torre 800, puede denominarse dispositivo 1011 de cuna primario.

25 Además, como se muestra, el dispositivo 906 de cuna, el dispositivo 908 de cuna y el dispositivo 910 de cuna pueden estar acoplados entre sí. En particular, el dispositivo 908 de cuna puede estar acoplado al dispositivo 910 de cuna para formar la interfaz 1008. De manera similar, el dispositivo 906 de cuna puede estar acoplado al dispositivo 908 de cuna para formar la interfaz 1010. En un ejemplo ilustrativo, tanto la interfaz 1008 como la interfaz 1010 pueden estar formadas acoplando de manera autónoma entre sí estos dispositivos de cuna.

30 En particular, la interfaz 1008 y la interfaz 1010 pueden tomar la forma de interfaces eléctricas y físicas que permiten que el número de servicios fluya a partir del dispositivo 910 de cuna, el dispositivo 908 de cuna y el dispositivo 906 de cuna. De esta manera, la interfaz 1008 puede formarse acoplando de manera autónoma el número de servicios entre el dispositivo 910 de cuna y el dispositivo 908 de cuna y la interfaz 1010 puede formarse mediante el acoplamiento autónomo del número de servicios entre el dispositivo 908 de cuna y el dispositivo 906 de cuna. De esta manera, el número de servicios 146 puede estar acoplado de manera autónoma entre dispositivos de cuna adyacentes en el número de dispositivos 314 de cuna.

35 Por lo tanto, cuando el dispositivo 726 de servicio, la primera torre 800, el dispositivo 910 de cuna, el dispositivo 908 de cuna y el dispositivo 906 de cuna se acoplan en serie como se describe anteriormente, el número de servicios se puede distribuir con la corriente a partir del dispositivo 726 de servicio a la primera torre 800, el dispositivo 910 de cuna, el dispositivo 908 de cuna y el dispositivo 906 de cuna. En este ejemplo ilustrativo, cualquier servicio que fluya al dispositivo 906 de cuna también puede distribuirse al dispositivo 904.

40 Se puede usar cualquier número de unidades de acoplamiento, miembros estructurales, dispositivos de conexión, cables, otros tipos de elementos, o una combinación de los mismos para formar la interfaz 1008 y la interfaz 1010. Dependiendo de la implementación, la interfaz 1008 y la interfaz 1010 pueden tomar la forma de unidades de acoplamiento que conectan física y eléctricamente entre sí el dispositivo 910 de cuna, el dispositivo 908 de cuna y el dispositivo 906 de cuna. En otros ejemplos ilustrativos, la interfaz 1008 y la interfaz 1010 pueden implementarse de alguna otra manera.

45 Cuando el dispositivo 910 de cuna, el dispositivo 908 de cuna y el dispositivo 906 de cuna están en la posición 1000 de cuna seleccionada, la posición 1002 de cuna seleccionada y la posición 1004 de cuna seleccionada, respectivamente, y acoplados entre sí, estos dispositivos de cuna forman en conjunto el dispositivo 1012 de montaje. El dispositivo 1012 de montaje puede ser un ejemplo de una implementación para el dispositivo 324 de montaje en la Figura 3. De esta manera, la interfaz 1006 entre la primera torre 800 y el dispositivo 910 de cuna también puede considerarse una interfaz eléctrica y física entre la primera torre 800 y el dispositivo 1012 de montaje.

- 5 Con referencia ahora a la Figura 11, se representa una ilustración de una vista isométrica de una etapa en el proceso de montaje para construir un conjunto de fuselaje que está siendo soportado por el dispositivo 1012 de montaje de la Figura 10 de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, el dispositivo 1012 de montaje puede soportar el conjunto 1100 de fuselaje ya que el conjunto 1100 de fuselaje está construido sobre el dispositivo 1012 de montaje.
- El conjunto 1100 de fuselaje puede ser un conjunto de fuselaje posterior que es un ejemplo de una implementación para el conjunto 116 de fuselaje posterior en la Figura 1. El conjunto 1100 de fuselaje puede ensamblarse parcialmente en este ejemplo ilustrativo. El conjunto 1100 de fuselaje puede estar en una etapa temprana de montaje en este ejemplo.
- 10 En esta etapa del proceso de montaje, el conjunto 1100 de fuselaje incluye el panel 1101 de extremo y una pluralidad de paneles 1102 de quilla. El panel 1101 de extremo puede tener una forma cilíndrica cónica en este ejemplo ilustrativo. De esta manera, una parte del panel 1101 de extremo puede formar parte de la quilla 1105 para el conjunto 1100 de fuselaje, otra porción del panel 1101 de extremo puede formar parte de los lados (no se muestran completamente) para el conjunto 1100 de fuselaje, y aún otra porción del panel 1101 de extremo puede formar parte de una corona (no se muestra completamente) para el conjunto 1100 de fuselaje.
- 15 Además, como se representa, el mamparo 1103 puede estar asociado con el panel 1101 de extremo. El mamparo 1103 puede ser un mamparo de presión. El mamparo 1103 puede ser un ejemplo de una implementación para el mamparo 272 en la Figura 2.
- 20 La pluralidad de paneles 1102 de quilla incluye el panel 1104 de quilla, el panel 1106 de quilla y el panel 1108 de quilla. El panel 1101 de extremo y la pluralidad de paneles 1102 de quilla se han acoplado al dispositivo 1012 de montaje. En particular, el panel 1101 de extremo se ha acoplado con el dispositivo 904. El panel 1104 de quilla, el panel 1106 de quilla y el panel 1108 de quilla se han acoplado con el dispositivo 906 de cuna, el dispositivo 908 de cuna y el dispositivo 910 de cuna, respectivamente.
- 25 En un ejemplo ilustrativo, el panel 1101 de extremo se acopla primero con el dispositivo 904 con el panel 1104 de quilla, el panel 1106 de quilla y el panel 1108 de quilla y luego se acopla sucesivamente con el dispositivo 906 de cuna, el dispositivo 908 de cuna, y el dispositivo 910 de cuna, respectivamente. De esta manera, la quilla 1105 del conjunto 1100 de fuselaje puede montarse en una dirección a partir del extremo posterior del conjunto 1100 de fuselaje hasta el extremo delantero del conjunto 1100 de fuselaje.
- 30 Cada uno del dispositivo 906 de cuna, el dispositivo 908 de cuna y el dispositivo 910 de cuna puede ser al menos uno de ajuste autónomo o manual, de acuerdo como sea necesario, para acomodar la pluralidad de paneles 1102 de quilla de tal modo que el conjunto 1100 de fuselaje pueda construirse para cumplir con los requisitos de la línea de molde exterior y requisitos de la línea de molde interior dentro de las tolerancias seleccionadas. En algunos casos, al menos uno del dispositivo 906 de cuna, el dispositivo 908 de cuna y el dispositivo 910 de cuna pueden tener al menos una estructura de retención que se puede ajustar para adaptarse al desplazamiento del conjunto 1100 de fuselaje durante el proceso de montaje debido a una mayor carga en la medida que se construye el conjunto 1100 de fuselaje.
- 35 Tal como se representa, los miembros 1111 pueden estar asociados con el panel 1101 de extremo y la pluralidad de paneles 1102 de quilla. Los miembros 1111 puede incluir marcos y largueros en este ejemplo ilustrativo. Sin embargo, dependiendo de la implementación, los miembros 1111 también pueden incluir, sin limitación, refuerzos, puntales, miembros estructurales intercostales, miembros de conexión, otros tipos de miembros estructurales, o alguna combinación de los mismos. Los miembros de conexión pueden incluir, por ejemplo, sin limitación, ganchos de corte, ataduras, empalmes, miembros de conexión intercostal, otros tipos de miembros de conexión mecánica, o alguna combinación de los mismos.
- 40 La porción de miembros 1111 unidos al panel 1101 de extremo puede formar la sección 1110 de soporte. Las porciones de miembros 1111 unidos al panel 1104 de quilla, el panel 1106 de quilla y el panel 1108 de quilla pueden formar la sección 1112 de soporte, la sección 1114 de soporte y la sección 1116 de soporte, respectivamente.
- 45 En este ejemplo ilustrativo, el panel 1101 de extremo puede formar la sección 1118 de fuselaje para el conjunto 1100 de fuselaje. Cada uno del panel 1104 de quilla, el panel 1106 de quilla y el panel 1108 de quilla pueden formar una porción de la sección 1120 de fuselaje, la sección 1122 de fuselaje y la sección 1124 de fuselaje, respectivamente, para el conjunto 1100 de fuselaje. La sección 1118 de fuselaje, la sección 1120 de fuselaje, la sección 1122 de fuselaje y la sección 1124 de fuselaje pueden formar juntas una pluralidad de secciones 1125 de fuselaje para el conjunto 1100 de fuselaje. Cada una de la sección 1118 de fuselaje, la sección 1120 de fuselaje, la sección 1122 de fuselaje y la sección 1124 de fuselaje pueden ser un ejemplo de una implementación para la sección 207 de fuselaje en la Figura 2.
- 50 El panel 1101 de extremo y la pluralidad de paneles 1102 de quilla pueden conectarse temporalmente entre sí usando sujetadores temporales tales como, por ejemplo, sin limitación, sujetadores de tachuela. En particular, el panel 1101 de extremo y la pluralidad de paneles 1102 de quilla pueden conectarse temporalmente entre sí a medida que cada uno de los paneles se acopla con el dispositivo 1012 de montaje y otros paneles.
- 55

- Por ejemplo, sin limitación, los agujeros de coordinación (no se muestran) pueden estar presentes en los bordes del panel 1101 de extremo y cada uno de la pluralidad de paneles 1102 de quilla. En algunos casos, un agujero de coordinación puede pasar a través de un panel y al menos uno de los miembros 1111 asociados con el panel. Acoplar un panel con otro panel puede incluir la alineación de estos agujeros de coordinación de tal modo que se puedan
- 5 instalar sujetadores temporales, tales como los sujetadores de tachuela, en estos agujeros de coordinación. En algunos casos, unir un panel con otro panel puede incluir alinear un agujero de coordinación a través de un panel con un agujero de coordinación a través de uno de los miembros 1111 asociados con otro panel.
- En aún otro ejemplo ilustrativo, el acoplamiento de un primer panel con otro panel puede incluir alinear los bordes de los dos paneles para formar un empalme a tope. Estos dos paneles pueden conectarse temporalmente entre sí
- 10 alineando un primer número de agujeros de coordinación en, por ejemplo, una placa de empalme, con un número correspondiente de agujeros en el primer panel y alineando un segundo número de agujeros de coordinación en esa placa de empalme con un número correspondiente de agujeros en el segundo panel. Los sujetadores temporales se pueden insertar a través de estos agujeros de coordinación alineados para conectar temporalmente el primer panel al segundo panel.
- 15 De esta manera, los paneles y los miembros pueden acoplarse entre sí y conectarse temporalmente entre sí de diversas maneras diferentes. Una vez que el panel 1101 de extremo y la pluralidad de paneles 1102 de quilla se han conectado temporalmente entre sí, el dispositivo 1012 de montaje puede ayudar a mantener la posición y orientación del panel 1101 de extremo y cada uno de la pluralidad de paneles 1102 de quilla entre sí.
- Volviendo ahora a la Figura 12, se representa una ilustración de una vista isométrica de otra etapa en el proceso de montaje para la construcción de un conjunto de fuselaje de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo
- 20 ilustrativo, el piso 1200 de carga se ha agregado al conjunto 1100 de fuselaje. En particular, el piso 1200 de carga puede estar asociado con una pluralidad de paneles 1102 de quilla.
- Tal como se representa, al menos una porción del piso 1200 de carga puede estar sustancialmente a nivel con la plataforma 807 inferior de la primera torre 800. En particular, al menos la porción del piso de carga 1200 más cercano
- 25 a la primera torre 800 puede estar sustancialmente alineada con la plataforma 807 inferior de la primera torre 800. De esta manera, un operador humano (no se muestra) puede usar la plataforma 807 inferior de la primera torre 800 para caminar fácilmente sobre el piso 1200 de carga y acceder al interior 1201 del conjunto 1100 de fuselaje.
- Tal como se representa, los primeros paneles 1202 laterales y los segundos paneles 1204 laterales se han añadido al conjunto 1100 de fuselaje. Los primeros paneles 1202 laterales y los segundos paneles 1204 laterales pueden ser un
- 30 ejemplo de una implementación para los primeros paneles 224 laterales y los segundos paneles 226 laterales, respectivamente, en la Figura 2. Los primeros paneles 1202 laterales, los segundos paneles 1204 laterales y una primera y segunda porción del panel 1101 de extremo pueden formar lados 1205 del conjunto 1100 de fuselaje. En este ejemplo ilustrativo, la pluralidad de paneles 1102 de quilla, el panel 1101 de extremo, los primeros paneles 1202 laterales y los segundos paneles 1204 laterales pueden estar todos conectados temporalmente entre sí usando, por
- 35 ejemplo, sin limitación, sujetadores de tachuela.
- Los primeros paneles 1202 laterales pueden incluir el panel 1206 lateral, el panel 1208 lateral y el panel 1210 lateral que se han acoplado y conectado temporalmente al panel 1104 de quilla, al panel 1106 de quilla y al panel 1108 de quilla, respectivamente. De manera similar, los segundos paneles 1204 laterales pueden incluir el panel 1212 lateral,
- 40 el panel 1214 lateral y el panel 1216 lateral que se han acoplado y conectado temporalmente al panel 1104 de quilla, al panel 1106 de quilla y al panel 1108 de quilla, respectivamente. Además, tanto el panel 1206 lateral como el panel 1212 lateral se han acoplado con el panel 1101 de extremo.
- Tal como se representa, los miembros 1218 pueden estar asociados con los primeros paneles 1202 laterales. Otros miembros (no se muestran) pueden estar asociados de manera similar con los segundos paneles 1204 laterales. Los miembros 1218 pueden implementarse en una manera similar a los miembros 1111. En este ejemplo ilustrativo, la
- 45 porción 1220 correspondiente de los miembros 1218 puede estar asociada con el panel 1206 lateral. La porción 1220 correspondiente de los miembros 1218 puede formar la sección 1222 de soporte asociada con el panel 1206 lateral. La sección 1222 de soporte puede ser un ejemplo de una implementación para la sección 238 de soporte en la Figura 2.
- Con referencia ahora a la Figura 13, se representa una ilustración de una vista isométrica de otra etapa en el proceso de montaje para construir un conjunto de fuselaje de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo,
- 50 el piso 1300 de pasajeros se ha agregado al conjunto 1100 de fuselaje. Como se muestra, el piso 1300 de pasajeros puede estar sustancialmente nivelado con la plataforma 806 superior de la primera torre 800. El operador 1302 humano puede usar la plataforma 806 superior de la primera torre 800 para caminar sobre el piso 1300 de pasajeros y acceder al interior 1201 del conjunto 1100 de fuselaje.
- 55 Con referencia ahora a la Figura 14, se representa una ilustración de una vista isométrica de otra etapa en el proceso de montaje para la construcción de un conjunto de fuselaje de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, se ha agregado una pluralidad de paneles 1400 de corona al conjunto 1100 de fuselaje. La pluralidad de paneles 1400 de corona puede ser un ejemplo de una implementación para paneles 218 de corona en la Figura 2.

- 5 En este ejemplo ilustrativo, la pluralidad de paneles 1400 de corona puede incluir el panel 1402 de corona, el panel 1404 de corona y el panel 1406 de corona. Estos paneles de corona junto con una porción superior del panel 1101 de extremo pueden formar la corona 1407 del conjunto 1100 de fuselaje. El panel 1402 de corona puede estar acoplado y conectado temporalmente al panel 1101 de extremo, al panel 1206 lateral que se muestra en la Figura 12, al panel 1212 lateral y al panel 1404 de corona. El panel 1404 de corona puede estar acoplado y conectado temporalmente al panel 1402 de corona, al panel 1406 de corona, al panel 1208 lateral que se muestra en la Figura 12, y al panel 1214 lateral. Además, el panel 1406 de corona puede acoplarse y conectarse temporalmente al panel 1404 de corona, al panel 1210 lateral y al panel 1216 lateral.
- 10 En conjunto, el panel 1101 de extremo, la pluralidad de paneles 1102 de quilla, los primeros paneles 1202 laterales, los segundos paneles 1204 laterales y la pluralidad de paneles 1400 de corona pueden formar una pluralidad de paneles 1408 para el conjunto 1100 de fuselaje. La pluralidad de paneles 1408 puede ser un ejemplo de una implementación para la pluralidad de paneles 120 en la Figura 1.
- 15 La pluralidad de paneles 1408 se pueden conectar todos temporalmente entre sí de tal manera que se pueda cumplir con los requisitos de la línea de molde exterior y los requisitos de la línea de molde interior durante la construcción del conjunto 1100 de fuselaje. En otras palabras, conectar temporalmente la pluralidad de paneles 1408 entre sí puede permitir que se cumplan los requisitos de la línea de molde exterior y los requisitos de la línea de molde interior dentro de las tolerancias seleccionadas durante la construcción del conjunto 1100 de fuselaje y, en particular, la unión entre sí de una pluralidad de paneles 1408.
- 20 Los miembros (no se muestran) pueden estar asociados con la pluralidad de paneles 1400 de corona de una manera similar a la manera en la cual los miembros 1218 están asociados con los primeros paneles 1202 laterales. Estos miembros asociados con la pluralidad de paneles 1400 de corona pueden implementarse de una manera similar a los miembros 1218 y los miembros 1111 como se muestra en las Figuras 12-13. Los diversos miembros asociados con el panel 1101 de extremo, la pluralidad de paneles 1102 de quilla, la pluralidad de paneles 1400 de corona, los primeros paneles 1202 laterales y los segundos paneles 1204 laterales pueden formar una pluralidad de miembros 1410 para el conjunto 1100 de fuselaje. Cuando la pluralidad de paneles 1408 están unidos entre sí, una pluralidad de miembros 1410 puede formar una estructura de soporte (aún no se muestra) para el conjunto 1100 de fuselaje, similar a la estructura 131 de soporte en la Figura 1.
- 25 Después de que se hayan agregado una pluralidad de paneles 1400 de corona al conjunto 1100 de fuselaje, la primera torre 800 se puede desacoplar de manera autónoma del dispositivo 1012 de montaje y el dispositivo 726 de servicio. La primera torre 800 se puede alejar de manera autónoma del dispositivo 726 de servicio usando, por ejemplo, sin limitación, el vehículo 816 autónomo en la Figura 8. En un ejemplo ilustrativo, la primera torre 800 puede guiarse de manera autónoma de vuelta al entorno 701 de espera en la Figura 7.
- 30 Cuando la primera torre 800 se desacopla del dispositivo 1012 de montaje y el dispositivo 726 de servicio, se forma un espacio en la red de servicio distribuida. Este espacio puede llenarse usando una segunda torre (no se muestra), implementada de manera similar a la segunda torre 336 en la Figura 3.
- 35 Con referencia ahora a la Figura 15, se representa una ilustración de una vista isométrica de una segunda torre acoplada al dispositivo 726 de servicio y al dispositivo 1012 de montaje que soporta el conjunto 1100 de fuselaje de la Figura 14 de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, la segunda torre 1500 se ha posicionado en relación con el dispositivo 1012 de montaje y el dispositivo 726 de servicio. La segunda torre 1500 puede ser un ejemplo de una implementación para la segunda torre 336 en la Figura 3.
- 40 La segunda torre 1500 se puede guiar de manera autónoma a través del piso 703 usando un vehículo autónomo (no se muestra), similar al vehículo 816 autónomo en la Figura 8. La segunda torre 1500 se puede guiar de manera autónoma a la posición 1518 de torre seleccionada en relación con el dispositivo 726 de servicio. La posición 1518 de torre seleccionada puede ser un ejemplo de una implementación para la posición 338 de torre seleccionada en la Figura 3. En este ejemplo ilustrativo, la posición 1518 de torre seleccionada puede ser sustancialmente la misma que la posición 818 de torre seleccionada en la Figura 8.
- 45 Una vez que la segunda torre 1500 se ha guiado de manera autónoma a la posición 1518 de torre seleccionada, la segunda torre 1500 puede acoplarse de manera autónoma al dispositivo 726 de servicio. En particular, la segunda torre 1500 puede acoplarse eléctrica y físicamente al dispositivo 726 de servicio de manera autónoma para formar la interfaz 1502. La interfaz 1502 puede ser otro ejemplo de una implementación para la interfaz 342 en la Figura 3. Este tipo de acoplamiento puede permitir que un número de servicios fluyan a partir del dispositivo 726 de servicio a la segunda torre 1500.
- 50 Además, la segunda torre 1500 puede acoplarse de manera autónoma al dispositivo 910 de cuna, acoplándose de manera autónoma al dispositivo 1012 de montaje, para formar la interfaz 1505. La interfaz 1505 puede permitir que el número de servicios fluya con la corriente a partir de la segunda torre 1500. De esta manera, el número de servicios puede fluir a partir de la segunda torre 1500 hasta el dispositivo 910 de cuna, al dispositivo 908 de cuna y luego al dispositivo 906 de cuna. De esta manera, la segunda torre 1500 puede llenar el vacío en la red de servicio distribuida
- 55

que se creó cuando se desacopla de la primera torre 800 en la Figura 14 del dispositivo 1012 de montaje y del dispositivo 726 de servicio y se aleja.

5 Similar a la primera torre 800 en la Figura 8, la segunda torre 1500 puede incluir la estructura 1504 base, la plataforma 1506 superior y la plataforma 1507 inferior. Sin embargo, la plataforma 1506 superior y la plataforma 1507 inferior pueden usarse para proporcionar acceso al interior 1201 de las plataformas móviles internas del conjunto 1100 de fuselaje en lugar de operadores humanos.

10 En este ejemplo ilustrativo, la plataforma 1508 móvil interna puede colocarse en la plataforma 1506 superior. La plataforma 1506 superior puede estar sustancialmente alineada con el piso 1300 de pasajeros de tal manera que la plataforma 1508 móvil interna pueda guiarse de manera autónoma a través de la plataforma 1506 superior hacia el piso 1300 de pasajeros.

15 De manera similar, una plataforma móvil interna (no se muestra en esta vista) puede colocarse en la plataforma 1507 inferior. La plataforma 1507 inferior puede estar sustancialmente alineada con el piso 1200 de carga (no se muestra en esta vista) de la Figura 12 de tal modo que esta otra plataforma móvil interna (no se muestra en esta vista) pueda guiarse de manera autónoma a través de la plataforma 1507 inferior hacia el piso de carga. La plataforma 1508 móvil interna y la otra plataforma móvil interna (no se muestran en esta vista) pueden ser ejemplos de implementaciones para la plataforma 406 móvil interna en la Figura 4.

20 Tal como se representa, el dispositivo 1510 robótico interno y el dispositivo 1512 robótico interno pueden estar asociados con la plataforma 1508 móvil interna. Aunque dispositivo 1510 robótico interno y el dispositivo 1512 robótico interno se muestran asociados con la misma plataforma 1508 móvil interna, en otros ejemplos ilustrativos, el dispositivo 1510 robótico interno puede estar asociado con una plataforma móvil interna y el dispositivo 1512 robótico interno puede estar asociado con otra plataforma móvil interna. Cada uno del dispositivo 1510 robótico interno y el dispositivo 1512 robótico interno puede ser un ejemplo de una implementación para el dispositivo 416 robótico interno en la Figura 4.

25 El dispositivo 1510 robótico interno y el dispositivo 1512 robótico interno pueden ser utilizados para realizar operaciones dentro del interior 1201 del conjunto 1100 de fuselaje para unir la pluralidad de paneles 1408. Por ejemplo, sin limitación, el dispositivo 1510 robótico interno y el dispositivo 1512 robótico interno pueden usarse para realizar operaciones de sujeción, tales como operaciones de remachado, dentro del interior 1201 del conjunto 1100 de fuselaje.

30 En un ejemplo ilustrativo, la caja 1520 de servicio puede estar asociada con la estructura 1504 base. La caja 1520 de servicio puede administrar el número de servicios recibidos a partir del dispositivo 726 de servicio a través de la interfaz 1502 y puede distribuir estos servicios en los cables de servicio que se administran utilizando el sistema 1514 de administración de cables y sistema 1516 de administración de cables.

35 Como se representa en este ejemplo, el sistema 1514 de administración de cables puede estar asociado con la plataforma 1506 superior y el sistema 1516 de administración de cables puede estar asociado con la plataforma 1507 inferior. El sistema 1514 de administración de cables y el sistema 1516 de administración de cables pueden implementarse de manera similar.

40 El sistema 1514 de administración de cables puede incluir ruedas 1515 de cable y el sistema 1516 de administración de cables puede incluir ruedas 1517 de cable. Las ruedas 1515 de cable pueden usarse para enrollar cables de servicio que están conectados a la plataforma 1508 móvil interna. Por ejemplo, sin limitación, la ruedas 1515 de cable pueden estar sesgadas de alguna manera para mantener sustancialmente una cantidad seleccionada de tensión en los cables de servicio. Esta tendencia se puede lograr utilizando, por ejemplo, uno o más mecanismos de resorte.

A medida que la plataforma 1508 móvil interna se aleja de la segunda torre 1500 a lo largo del piso 1300 de pasajeros, los cables de servicio pueden extenderse a partir de las ruedas 1515 de cable para mantener el soporte de servicio a la plataforma 1508 móvil interna y administrar los cables de servicio de modo que no se enreden. Las ruedas 1517 de cable pueden implementarse de manera similar a las ruedas 1515 de cable.

45 Mediante el uso de ruedas 1515 de cable para enrollar los cables de servicio, los cables de servicio pueden mantenerse fuera de la plataforma 1508 móvil interna, reduciendo así el peso de la plataforma 1508 móvil interna y la carga aplicada por la plataforma 1508 móvil interna al piso 1300 de pasajeros. El número de servicios proporcionados a la plataforma 1508 móvil interna puede incluir, por ejemplo, sin limitación, electricidad, aire, agua, fluido hidráulico, comunicaciones, algún otro tipo de servicio o alguna combinación de los mismos.

50 Con referencia ahora a la Figura 16, se representa una ilustración de una vista en corte isométrica de una pluralidad de plataformas móviles que realizan procesos de sujeción dentro del interior 1201 del conjunto 1100 de fuselaje de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, se puede usar una pluralidad de plataformas 1600 móviles para realizar procesos de fijación para unir una pluralidad de paneles 1408 entre sí.

55 En particular, la pluralidad de paneles 1408 puede unirse entre sí en ubicaciones seleccionadas a lo largo del conjunto 1100 de fuselaje. La pluralidad de paneles 1408 puede unirse para formar al menos uno de los empalmes de solape, empalmes a tope u otros tipos de empalmes. De esta manera, se puede unir una pluralidad de paneles 1408 de modo

que se cree al menos uno de unión circunferencial, unión longitudinal o algún otro tipo de unión entre los diversos paneles de la pluralidad de paneles 1408.

5 Como se muestra, la pluralidad de plataformas 1600 móviles puede incluir la plataforma 1508 móvil interna y la plataforma 1601 móvil interna. La plataforma 1508 móvil interna y la plataforma 1601 móvil interna pueden ser un ejemplo de una implementación para el número de plataformas 402 móviles internas en la Figura 4. La plataforma 1508 móvil interna puede configurarse para moverse a lo largo del piso 1300 de pasajeros, a la vez que la plataforma 1601 móvil interna puede configurarse para moverse a lo largo del piso 1200 de **cargaPARR310**.

10 Como se muestra, el dispositivo 1602 robótico interno y el dispositivo 1604 robótico interno pueden estar asociados con la plataforma 1601 móvil interna. Cada uno del dispositivo 1602 robótico interno y el dispositivo 1604 robótico interno puede ser un ejemplo de una implementación para el dispositivo 416 robótico interno en la Figura 4. El dispositivo 1602 robótico interno y el dispositivo 1604 robótico interno pueden ser similares al dispositivo 1510 robótico interno y al dispositivo 1512 robótico interno.

15 La pluralidad de plataformas 1600 móviles también puede incluir la plataforma 1605 móvil externa y la plataforma 1607 móvil externa. La plataforma 1605 móvil externa y la plataforma 1607 móvil externa pueden ser un ejemplo de una implementación para al menos una porción del número de plataformas 400 móviles externas en la Figura 4. La plataforma 1605 móvil externa y la plataforma 1607 móvil externa pueden ser ejemplos de implementaciones para la plataforma 404 móvil externa en la Figura 4.

20 El dispositivo 1606 robótico externo puede estar asociado con la plataforma 1605 móvil externa. El dispositivo 1608 robótico externo puede estar asociado con la plataforma 1607 móvil externa. Cada uno del dispositivo 1606 robótico externo y el dispositivo 1608 robótico externo pueden ser un ejemplo de una implementación para el dispositivo 408 robótico externo en la Figura 4.

25 Como se muestra, el dispositivo 1606 robótico externo y el dispositivo 1512 robótico interno pueden trabajar en colaboración para instalar sujetadores de manera autónoma en el conjunto 1100 de fuselaje. Estos sujetadores pueden tomar la forma de, por ejemplo, sin limitación, al menos uno de los remaches, pernos de ajuste por interferencia, pernos de ajuste sin interferencia u otros tipos de sujetadores o sistemas de sujetadores. De manera similar, el dispositivo 1608 robótico externo y el dispositivo 1604 robótico interno pueden trabajar en colaboración para instalar sujetadores de manera autónoma en el conjunto 1100 de fuselaje. Como un ejemplo ilustrativo, el efector 1610 de extremo del dispositivo 1512 robótico interno y el efector 1612 de extremo del dispositivo 1606 robótico externo pueden colocarse en relación con una misma ubicación 1620 en el conjunto 1100 de fuselaje para realizar un proceso de sujeción en la ubicación 1620, tal como el proceso 424 de sujeción en la Figura 4.

30 El proceso de sujeción puede incluir al menos uno de, por ejemplo, sin limitación, una operación de perforación, una operación de inserción de sujetadores, una operación de instalación de sujetadores, una operación de inspección, o algún otro tipo de operación. La operación de instalación de sujetadores puede tomar la forma de, por ejemplo, sin limitación, el proceso 444 de remachado de dos etapas que se describe en la Figura 4, el proceso 439 de instalación de pernos de tipo de ajuste por interferencia que se describe en la Figura 4, el proceso 433 de instalación de pernos tipo tuerca que se describe en la Figura 4, o algún otro tipo de operación de instalación de sujetadores.

35 En este ejemplo ilustrativo, el vehículo 1611 autónomo puede estar asociado de manera fija con la plataforma 1605 móvil externa. El vehículo 1611 autónomo puede usarse para guiar la plataforma 1605 móvil externa de manera autónoma. Por ejemplo, el vehículo 1611 autónomo puede usarse para guiar de manera autónoma la plataforma 1605 móvil externa a través del piso 703 del entorno 700 de fabricación en relación con el dispositivo 1012 de montaje.

40 De manera similar, el vehículo 1613 autónomo puede estar asociado de manera fija con la plataforma 1607 móvil externa. El vehículo 1613 autónomo puede usarse para guiar la plataforma 1607 móvil externa de manera autónoma. Por ejemplo, el vehículo 1613 autónomo puede usarse para guiar de manera autónoma la plataforma 1607 móvil externa a través del piso 703 del entorno 700 de fabricación en relación con el dispositivo 1012 de montaje.

45 Al estar asociado de manera fija con la plataforma 1605 móvil externa y la plataforma 1607 móvil externa, el vehículo 1611 autónomo y el vehículo 1613 autónomo pueden considerarse integrales a la plataforma 1605 móvil externa y a la plataforma 1607 móvil externa, respectivamente. Sin embargo, en otros ejemplos ilustrativos, estos vehículos autónomos pueden ser independientes de las plataformas móviles externas en otros ejemplos ilustrativos.

50 Una vez que se han completado todos los procesos de fijación para el conjunto 1100 de fuselaje, la plataforma 1508 móvil interna y la plataforma 1601 móvil interna pueden guiarse de manera autónoma a través del piso 1300 de pasajeros de regreso a la plataforma 1506 superior y a la plataforma 1507 inferior, respectivamente, de la segunda torre 1500. La segunda torre 1500 se puede desacoplar de manera autónoma tanto del dispositivo 726 de servicio como del dispositivo 1012 de montaje. El vehículo 1614 autónomo se puede entonces usar para alejar o mover de manera autónoma la segunda torre 1500.

55 En este ejemplo ilustrativo, la construcción del conjunto 1100 de fuselaje ahora puede considerarse completada para esta etapa en el proceso general de montaje del fuselaje. En consecuencia, el dispositivo 1012 de montaje puede guiarse de manera autónoma a través del piso 703 para mover el conjunto 1100 de fuselaje a alguna otra ubicación.

- En otros ejemplos ilustrativos, la primera torre 800 de la Figura 8 se puede volver a guiar de manera autónoma a la posición 818 de torre seleccionada en la Figura 8 en relación con el dispositivo 726 de servicio. La primera torre 800 de la Figura 8 se puede volver a acoplar de manera autónoma al dispositivo 726 de servicio y al dispositivo 1012 de montaje. La primera torre 800 de la Figura 8 puede permitir que un operador humano (no se muestra) acceda al interior 1201 del conjunto 1100 de fuselaje para realizar otras operaciones que incluyen, pero no se limitan a, al menos una de las operaciones de inspección, operaciones de fijación, operaciones de instalación del sistema u otros tipos de operaciones. Las operaciones de instalación del sistema pueden incluir operaciones para instalar sistemas tales como, por ejemplo, sin limitación, al menos uno de un sistema de servicio de fuselaje, un sistema de aire acondicionado, paneles interiores, circuitos electrónicos, algún otro tipo de sistema o alguna combinación de los mismos.
- 5
- Con referencia ahora a la Figura 17, se representa una ilustración de una vista en sección transversal del sistema 708 de fabricación flexible que realiza operaciones en el conjunto 1100 de fuselaje de la Figura 16 de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, se representa una vista en sección transversal del conjunto 1100 de fuselaje de la Figura 16 tomada en la dirección de las líneas 17-17 en la Figura 16.
- 10
- Tal como se representa, la plataforma 1508 móvil interna y la plataforma 1601 móvil interna realizan operaciones dentro del interior 1201 del conjunto 1100 de fuselaje. La plataforma 1605 móvil externa y la plataforma 1607 móvil externa realizan las operaciones a lo largo del exterior 1700 del conjunto 1100 de fuselaje.
- 15
- En este ejemplo ilustrativo, la plataforma 1605 móvil externa puede usarse para realizar operaciones a lo largo de la porción 1702 del exterior 1700 entre el eje 1704 y el eje 1706 en el primer lado 1710 del conjunto 1100 de fuselaje. El dispositivo 1606 robótico externo de la plataforma 1605 móvil externa puede funcionar en colaboración con el dispositivo 1510 robótico interno de la plataforma 1508 móvil interna para realizar procesos de fijación.
- 20
- Del mismo modo, la plataforma 1607 móvil externa puede utilizarse para realizar operaciones de largo de la porción 1708 del exterior 1700 del conjunto 1100 de fuselaje entre el eje 1704 y eje 1706 en el segundo lado 1712 del conjunto 1100 de fuselaje. El dispositivo 1608 robótico externo de la plataforma 1607 móvil externa puede trabajar en colaboración con el dispositivo 1604 robótico interno de la plataforma 1601 móvil interna para realizar procesos de fijación.
- 25
- Aunque la plataforma 1605 móvil externa se representa como ubicada en el primer lado 1710 del conjunto 1100 de fuselaje, la plataforma 1605 móvil externa puede guiarse de manera autónoma por el vehículo 1611 autónomo al segundo lado 1712 del conjunto 1100 de fuselaje para realizar operaciones a lo largo de la porción 1711 del exterior 1700 del conjunto 1100 de fuselaje entre el eje 1704 y el eje 1706. De manera similar, la plataforma 1607 móvil externa puede guiarse de manera autónoma por el vehículo 1613 autónomo al segundo lado 1712 del conjunto 1100 de fuselaje para realizar operaciones a lo largo de la porción 1713 del exterior 1700 del conjunto 1100 de fuselaje entre el eje 1704 y eje 1706.
- 30
- Aunque no se muestra en este ejemplo ilustrativo, una plataforma móvil externa similar a la plataforma 1605 móvil externa puede tener un dispositivo robótico externo configurado para trabajar en colaboración con el dispositivo 1512 robótico interno de la plataforma 1508 móvil interna en el segundo lado 1712 del conjunto 1100 de fuselaje. De manera similar, una plataforma móvil externa similar a la plataforma 1607 móvil externa puede tener un dispositivo robótico externo configurado para trabajar en colaboración con el dispositivo 1602 robótico interno de la plataforma 1601 móvil interna en el primer lado 1710 del conjunto 1100 de fuselaje.
- 35
- Estas cuatro plataformas móviles externas diferentes y dos plataformas móviles internas pueden controlarse de manera que las operaciones realizadas por la plataforma 1508 móvil interna ubicada en el piso 1300 de pasajeros pueden ocurrir en una ubicación diferente con respecto al eje longitudinal del conjunto 1100 de fuselaje que las operaciones realizadas por la plataforma 1601 móvil interna ubicada en el piso 1200 de carga. Las cuatro plataformas móviles externas pueden controlarse de tal manera que las dos plataformas móviles externas ubicadas en el mismo lado del conjunto 1100 de fuselaje no choquen ni se obstaculicen entre sí. Las dos plataformas móviles externas ubicadas en el mismo lado del conjunto 1100 de fuselaje pueden ser incapaces de ocupar la misma huella en este ejemplo ilustrativo.
- 40
- En este ejemplo ilustrativo, la plataforma 1605 móvil externa puede acoplarse de manera autónoma al dispositivo 1012 de montaje para formar la interfaz 1722 de tal manera que un número de servicios puedan fluir a partir del dispositivo 1012 de montaje a la plataforma 1605 móvil externa. En otras palabras, el número de servicios puede acoplarse de manera autónoma entre la plataforma 1605 móvil externa y el dispositivo 1012 de montaje a través de la interfaz 1722. En particular, la plataforma 1605 móvil externa se ha acoplado al dispositivo 910 de cuna a través de la interfaz 1722.
- 45
- 50
- De manera similar, la plataforma 1607 móvil externa puede acoplarse de manera autónoma al dispositivo 1012 de montaje para formar la interfaz 1724 de tal manera que un número de servicios puedan fluir a partir del dispositivo 1012 de montaje a la plataforma 1607 móvil externa. En otras palabras, el número de servicios puede estar acoplado de manera autónoma entre la plataforma 1607 móvil externa y el dispositivo 1012 de montaje a través de la interfaz 1724. En particular, la plataforma 1607 móvil externa se ha acoplado al dispositivo 910 de cuna a través de la interfaz 1724.
- 55

- Como las operaciones se realizan a lo largo del conjunto 1100 de fuselaje por la plataforma 1605 móvil externa, la plataforma 1607 móvil externa y cualquier otra plataforma móvil externa, estas plataformas móviles externas se pueden acoplar y desacoplar del dispositivo 1012 de montaje de acuerdo como sea necesario. Por ejemplo, la plataforma 1607 móvil externa puede desacoplarse del dispositivo 910 de cuna en la medida que la plataforma 1607 móvil externa se mueve hacia atrás a lo largo del conjunto 1100 de fuselaje tal que la plataforma 1607 móvil externa pueda entonces acoplarse de manera autónoma al dispositivo 908 de cuna (no se muestra) en las Figuras 9-16. Además, estas plataformas móviles externas se pueden acoplar y desacoplar del dispositivo 1012 de montaje para impedir colisiones e impedir que las plataformas móviles externas se amenacen entre sí durante la maniobra de las plataformas móviles externas en relación con el dispositivo 1012 de montaje y el conjunto 1100 de fuselaje.
- Como se muestra, el vehículo 1714 autónomo se muestra colocado debajo del dispositivo 1012 de montaje formado por el sistema 900 de cuna. En este ejemplo ilustrativo, el vehículo 1714 autónomo, el vehículo 1611 autónomo y el vehículo 1613 autónomo pueden tener ruedas 1716 omnidireccionales, ruedas 1718 omnidireccionales, y ruedas 1720 omnidireccionales, respectivamente. En algunos ejemplos ilustrativos, el sistema 1726 de metrología puede usarse para ayudar a posicionar la plataforma 1605 móvil externa y la plataforma 1607 móvil externa en relación con el conjunto 1100 de fuselaje.
- Volviendo ahora a la Figura 18, se representa una ilustración de una vista isométrica de un conjunto de fuselaje totalmente construido de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, el conjunto 1100 de fuselaje puede considerarse completado cuando una pluralidad de paneles 1408 se han unido completamente.
- En otras palabras, todos los sujetadores necesarios para unir una pluralidad de paneles 1408 se han instalado completamente. Con una pluralidad de paneles 1408 unidos entre sí, la estructura 1800 de soporte puede estar completamente formada. La estructura 1800 de soporte puede ser un ejemplo de una implementación para la estructura 121 de soporte en la Figura 1. El conjunto 1100 de fuselaje, el cual es un conjunto de fuselaje posterior, ahora puede estar listo para su fijación a un conjunto de fuselaje medio correspondiente (no se muestra) y al conjunto de fuselaje delantero (no se muestra).
- Como se muestra, los vehículos autónomos (no se muestran en esta vista), similares al vehículo 1614 autónomo que se muestra en la Figura 16, pueden colocarse debajo de la base 912 del dispositivo 906 de cuna, la base 914 del dispositivo 908 de cuna y la base 916 del dispositivo 910 de cuna, respectivamente. Los vehículos autónomos, tales como el número de vehículos 316 autónomos correspondientes en la Figura 3, pueden levantar la base 912, la base 914 y la base 916, respectivamente, de tal modo que la pluralidad de miembros 924 estabilizadores, la pluralidad de miembros 926 estabilizadores y la pluralidad de miembros 928 estabilizadores, respectivamente, ya no entran en contacto con el piso.
- Estos vehículos autónomos (no se muestran) pueden guiar de manera autónoma el sistema 900 de cuna que lleva el conjunto 1100 de fuselaje que se ha construido completamente lejos del entorno 702 de montaje en la Figura 7 y, en algunos casos, lejos del entorno 700 de fabricación en la Figura 7. El movimiento controlado por ordenador de estos vehículos autónomos (no se muestran) puede asegurar que el número de dispositivos 902 de cuna mantengan sus posiciones con respecto entre sí a la vez que se mueve el conjunto 1100 de fuselaje.
- Con referencia ahora a la Figura 19, se representa una ilustración de una vista isométrica de conjuntos de fuselaje que se están construyendo dentro del entorno 700 de fabricación de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, se están construyendo una pluralidad de conjuntos 1900 de fuselaje dentro de una pluralidad de celdas 712 de trabajo en el entorno 700 de fabricación.
- La pluralidad de conjuntos 1900 de fuselaje puede incluir la pluralidad de conjuntos 1901 de fuselaje delantero que se construyen en la primera porción 714 de la pluralidad de celdas 712 de trabajo y la pluralidad de conjuntos 1902 de fuselaje posterior que se construyen en la segunda porción 716 de la pluralidad de celdas 712 de trabajo. Cada uno de la pluralidad de conjuntos 1900 de fuselaje puede ser un ejemplo de una implementación para el conjunto 114 de fuselaje en la Figura 1.
- Como se muestra, se construyen simultáneamente diversos conjuntos 1900 de fuselaje. Sin embargo, la pluralidad de conjuntos 1900 de fuselaje se encuentran en diferentes etapas de montaje en este ejemplo ilustrativo.
- El conjunto 1904 de fuselaje delantero puede ser un ejemplo de una de la pluralidad de conjuntos 1901 de fuselaje delantero. El conjunto 1904 de fuselaje delantero puede ser un ejemplo de una implementación para el conjunto 117 de fuselaje delantero en la Figura 1. El conjunto 1905 de fuselaje posterior puede ser un ejemplo de uno de la pluralidad de conjuntos 1902 de fuselaje posterior. El conjunto 1905 de fuselaje posterior puede ser un ejemplo de una implementación para el conjunto 116 de fuselaje posterior en la Figura 1. En este ejemplo ilustrativo, el conjunto 1905 de fuselaje posterior puede estar en una etapa de montaje anterior al conjunto 1904 de fuselaje delantero.
- El conjunto 1906 de fuselaje posterior, el cual puede ser otro ejemplo de una implementación para el conjunto 116 de fuselaje posterior en la Figura 1, puede ser un conjunto de fuselaje con todos los paneles unidos. Como se muestra, el conjunto 1906 de fuselaje posterior está siendo guiado de manera autónoma a otra ubicación para una próxima etapa en el proceso general de fabricación de fuselaje y aeronaves.

- 5 Como se describió anteriormente, el conjunto 1905 de fuselaje posterior puede estar parcialmente montado. En este ejemplo ilustrativo, el conjunto 1905 de fuselaje posterior tiene la quilla 1910, el panel 1911 de extremo y el primer lado 1912. El panel 1911 de extremo puede formar una sección de fuselaje final del conjunto 1905 de fuselaje posterior. Como se muestra, el panel 1914 lateral puede agregarse al conjunto 1905 de fuselaje posterior para construir un segundo lado del conjunto 1905 de fuselaje posterior.
- 10 El conjunto 1915 de fuselaje delantero puede ser otro ejemplo de uno de la pluralidad de conjuntos 1901 de fuselaje delantero. En este ejemplo ilustrativo, el conjunto 1915 de fuselaje delantero tiene una quilla 1916 y un panel 1918 de extremo. El panel 1918 de extremo puede formar una sección de fuselaje de extremo del conjunto 1915 de fuselaje delantero. Como se muestra, el panel 1920 lateral puede agregarse al conjunto 1915 de fuselaje delantero para comenzar a construir un primer lado del conjunto 1915 de fuselaje delantero.
- 15 Con referencia ahora a la Figura 20, se representa una ilustración de una vista isométrica del dispositivo 906 de cuna de la Figura 9 de acuerdo con una realización ilustrativa. Como se muestra, el dispositivo 906 de cuna puede incluir la base 912 y la base 932. La base 932 puede pertenecer al dispositivo 904. La base 912 y la base 932 pueden formar juntas la base 2001 general para el dispositivo 906 de cuna.
- 20 Como se muestra, la pluralidad de miembros 2002 de retención puede estar asociada con la base 932 del dispositivo 904. La pluralidad de miembros 2002 de retención puede incluir miembros 2004, 2006 y 2008 de retención que se usan para la sección 1118 de fuselaje en la Figura 11. En este ejemplo ilustrativo, cada uno de la pluralidad de miembros 2002 de retención puede ser móvil en relación con el eje X 2010, el eje Y 2012 y el eje Z 2011.
- 25 El sistema 2005 de movimiento, el sistema 2007 de movimiento y el sistema 2009 de movimiento pueden usarse para mover los miembros 2004, 2006 y 2008 de retención, respectivamente, en relación con el eje X 2010, el eje Y 2012 y el eje Z 2011. Como se representa, el sistema 2005 de movimiento puede incluir el sistema 2014 de riel, el sistema 2016 el riel y el dispositivo 2018 accionador. El sistema 2007 de movimiento puede incluir el sistema 2020 de riel, el sistema 2022 de riel y el dispositivo 2024 accionador. El sistema 2009 de movimiento puede incluir el sistema 2026 de riel, el sistema 2028 de riel y el dispositivo 2030 accionador.
- 30 El sistema 2014 de riel, el sistema 2016 de riel, el sistema 2020 de riel, el sistema 2022 de riel, el sistema 2026 de riel y el sistema 2028 de riel pueden proporcionar movimiento en relación con el eje X 2010 y el eje Y 2012. En otras palabras, estos sistemas de riel pueden proporcionar movimiento horizontal X-Y. El dispositivo 2018 accionador, el dispositivo 2024 accionador y el dispositivo 2030 accionador pueden proporcionar movimiento relativo al eje Z 2011. En otras palabras, estos dispositivos accionadores pueden proporcionar movimiento Z vertical.
- 35 En este ejemplo ilustrativo, la pluralidad de unidades 2034 puede estar asociada con la base 2001 general. La pluralidad de unidades 2034 puede incluir, por ejemplo, sin limitación, una unidad de potencia, una unidad de suministro de aire, una unidad hidráulica, una unidad de suministro de agua, una unidad de comunicaciones o algún otro tipo de unidad.
- 40 Como se muestra, el número de estructuras 918 de retención puede incluir estructuras 2036, 2038 y 2040 de retención. Las estructuras 2036, 2038 y 2040 de retención pueden estar asociadas con la base 912. Cada una de las estructuras 2036, 2038 y 2040 de retención puede ser un ejemplo de una implementación para la estructura 616 de retención en la Figura 6.
- 45 Como se muestra, la estructura 2036 de retención puede moverse con respecto al eje X 2010, al eje Y 2012 y al eje Z 2011 usando el sistema 2042 de movimiento y el sistema 2044 de movimiento. La estructura 2038 de retención puede moverse con respecto al eje X 2010, al eje Y 2012 y al eje Z 2011 utilizando el sistema 2046 de movimiento y el sistema 2048 de movimiento. La estructura 2040 de retención puede moverse con respecto al eje X 2010, al eje Y 2012 y al eje Z 2011 utilizando el sistema 2050 de movimiento.
- 50 Como se muestra, el soporte 2052 puede asociarse con la base 912 y usarse para sostener un sistema de riel (no se muestra) para una unidad de servicios (no se muestra). Esta unidad de servicios (no se muestra) puede usarse para acoplar una plataforma móvil externa, tal como la plataforma 404 móvil externa descrita en la Figura 4, para acoplar el dispositivo 906 de cuna. Como se usa en este documento, una unidad de servicios también puede denominarse en algunos casos unidad de servicios.
- 55 En este ejemplo ilustrativo, la pluralidad de miembros 924 estabilizadores puede tomar la forma de una pluralidad de patas 2054 hidráulicas. Cada una de la pluralidad de patas 2054 hidráulicas puede ser capaz de ajustarse en altura. De esta manera, se puede usar una pluralidad de miembros 924 estabilizadores para ajustar al menos uno de una altura del dispositivo 906 de cuna o la inclinación del dispositivo 906 de cuna con respecto al eje Z 2011.
- Con referencia ahora a la Figura 21, se representa una ilustración de una vista isométrica ampliada del miembro 2004 de retención y el sistema 2005 de movimiento de la Figura 20 de acuerdo con una realización ilustrativa. El sistema 2014 de riel, el sistema 2016 de riel y el dispositivo 2018 accionador de la Figura 20 se muestran más claramente en la Figura 21.

- 5 Como se muestra, el sistema 2014 de riel puede incluir el riel 2100, el riel 2102 y el motor 2104. El motor 2104 puede usarse para proporcionar movimiento del miembro 2004 de retención a lo largo del riel 2100 y el riel 2102. Por ejemplo, el miembro 2004 de retención puede estar asociado indirectamente con la placa 2105 que está configurada para moverse a lo largo del riel 2100 y el riel 2102. El motor 2104 puede usarse para mover la placa 2105 a lo largo de estos rieles para mover el miembro 2004 de retención en una dirección a lo largo del eje X 2010.
- 10 En este ejemplo ilustrativo, el sistema 2016 de riel puede incluir el riel 2106, el riel 2108 y el motor 2110. El motor 2110 puede usarse para proporcionar movimiento del miembro 2004 de retención a lo largo del riel 2106 y el riel 2108. Por ejemplo, el miembro 2004 de retención puede estar asociado indirectamente con la placa 2111 que está configurada para moverse a lo largo del riel 2106 y el riel 2108. El motor 2110 puede usarse para mover la placa 2111 a lo largo de estos rieles para mover el miembro 2004 de retención en una dirección a lo largo del eje Y 2012.
- 15 El dispositivo 2018 accionador puede incluir el dispositivo 2112 telescópico. El dispositivo 2112 telescópico puede incluir la base 2114, el elemento 2116, el elemento 2118 y el elemento 2120. El motor 2122 puede usarse para mover cada uno del elemento 2116, el elemento 2118 y el elemento 2120 a lo largo del eje Z 2011 con respecto a la base 2114. De esta manera, el sistema 2005 de movimiento puede proporcionar el movimiento del miembro 2004 de retención en relación con el eje X 2010, el eje Y 2012 y el eje Z 2011.
- 20 Volviendo ahora a la Figura 22, se representa una ilustración de una vista isométrica ampliada de la estructura 2038 de retención, el sistema 2046 de movimiento, y el sistema 2048 de movimiento de la Figura 20 de acuerdo con una realización ilustrativa. El sistema 2046 de movimiento y el sistema 2048 de movimiento pueden verse más claramente en la Figura 22.
- 25 En este ejemplo ilustrativo, el sistema 2048 de movimiento y el sistema 2046 de movimiento pueden incluir la tabla X-Y 2200 y la tabla X-Y 2202, respectivamente. La tabla X-Y 2200 y la tabla X-Y 2202 pueden ser ejemplos de implementaciones para la tabla X-Y 646 en la Figura 6.
- El sistema 2048 de movimiento también puede incluir el motor 2204, el motor 2208, el motor 2209 y el dispositivo 2212 accionador. El motor 2204 puede configurarse para mover la tabla X-Y 2200 en una dirección a lo largo del eje X 2010. El motor 2208 puede configurarse para mover la tabla X-Y 2200 en una dirección a lo largo del eje Y 2012. El motor 2209 puede configurarse para operar el dispositivo 2212 accionador para mover la porción de la estructura 2038 de retención asociada con el dispositivo 2212 accionador a lo largo del eje Z 2214.
- 30 De manera similar, el sistema 2046 de movimiento también puede incluir el motor 2216, el motor 2218, el motor 2220 y el dispositivo 2221 accionador. El motor 2216 puede configurarse para mover la tabla X-Y 2200 en una dirección a lo largo del eje X 2010. El motor 2218 puede configurarse para mover la tabla X-Y 2200 en una dirección a lo largo del eje Y 2210. El motor 2220 puede configurarse para operar el dispositivo 2221 accionador para mover la porción de la estructura 2038 de retención asociada con el dispositivo 2221 accionador a lo largo del eje Z 2214.
- 35 Como se muestra, la estructura 2038 de retención puede incluir la viga 2222 y la viga 2224 conectadas por un conjunto de elementos 2226 de conexión. La viga 2222 y la viga 2224 pueden tener forma 2223 curva y forma 2225 curva, respectivamente. La forma 2223 curva y la forma 2225 curva pueden coincidir sustancialmente con la curvatura de la porción del panel 1104 de quilla que se muestra en la Figura 11 que se recibe por la estructura 2038 de retención. Más específicamente, la viga 2222 y la viga 2224 pueden tener radios de curvatura que coinciden sustancialmente con una línea de molde exterior de la porción del panel 1104 de quilla que se muestra en la Figura 11 que está acoplada con la estructura 2038 de retención. Con la viga 2222 y la viga 2224 que tienen forma 2223 curva y forma 2225 curva, respectivamente, la estructura 2038 de retención también puede tener una forma curva general.
- 40 La estructura 2036 de retención en la Figura 20 puede implementarse de manera similar a la estructura 2038 de retención. Además, el sistema 2042 de movimiento y el sistema 2044 de movimiento asociados con la estructura 2036 de retención en la Figura 20 pueden implementarse de manera similar al sistema 2046 de movimiento y al sistema 2048 de movimiento, respectivamente, asociados con la estructura 2038 de retención.
- 45 Con referencia ahora a la Figura 23, se representa una ilustración de una vista isométrica ampliada de la estructura 2040 de retención y el sistema 2050 de movimiento de la Figura 20 de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, el sistema 2050 de movimiento puede verse más claramente.
- 50 La estructura 2040 de retención puede incluir la viga 2300 y la viga 2302 conectadas por un conjunto de elementos 2304 de conexión. En este ejemplo ilustrativo, tanto la viga 2300 como la viga 2302 pueden ser curvas de modo que la estructura 2040 de retención tenga una forma 2305 curva que puede coincidir sustancialmente con la curvatura del panel 1104 de quilla que se muestra en la Figura 11 para ser recibida por la estructura 2040 de retención. Más específicamente, la viga 2300 y la viga 2302 pueden tener radios de curvatura que coinciden sustancialmente con una línea de molde exterior de la porción del panel 1104 de quilla que se muestra en la Figura 11 que se acopla con la estructura 2040 de retención.
- 55 Como se muestra, el sistema 2050 de movimiento puede incluir el mecanismo 2306 de elevación de tijera, el motor 2308, el riel 2312 y el riel 2314. El motor 2308 puede usarse para operar el mecanismo 2306 de elevación de tijera, el

cual puede configurarse para mover la estructura 2040 de retención a lo largo del eje Z 2310. El motor 2308 puede hacer que el mecanismo 2306 de elevación de tijera se expanda y retraiga a lo largo del riel 2312 y el riel 2314.

5 Con referencia ahora a la Figura 24, se representa una ilustración de una vista isométrica del dispositivo 906 de cuna de la Figura 9 con una unidad de servicios asociados con el dispositivo 906 de cuna de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, el sistema 2400 de riel se ha acoplado al soporte 2052.

En este ejemplo ilustrativo, el sistema 2402 de administración de cables puede estar asociado con la base 912. En este ejemplo ilustrativo, el sistema 2402 de administración de cables puede incluir la pista 2404 de cable y el brazo 2405 de soporte de cable. Se puede usar la pista 2404 de cable y el brazo 2405 de soporte de cable para administrar un número de cables de servicio asociados con el dispositivo 906 de cuna.

10 Tal como se representa, la unidad 2406 de servicios puede estar asociada con el sistema 2400 de riel. En este ejemplo ilustrativo, unidad 2406 de servicios puede estar acoplada al sistema 2400 de riel de tal manera que la unidad 2406 de servicios se puede mover a lo largo de sistema 2400 de riel en una dirección a lo largo del eje X 2010. La unidad 2406 de servicios se puede usar para proporcionar un número de servicios a partir del dispositivo 906 de cuna a una plataforma móvil externa (no se muestra) que se acopla a la unidad 2406 de servicios.

15 Como un ejemplo ilustrativo, una de la plataforma 1605 móvil externa y la plataforma 1607 móvil externa en la Figura 16 se puede acoplar a la unidad 2406 de servicios. La plataforma móvil externa acoplada se puede configurar para recibir un número de servicios a partir del dispositivo 906 de cuna hasta la unidad 2406 de servicios.

20 Con referencia ahora a la Figura 25, se representa una ilustración de una vista isométrica ampliada del dispositivo 908 de cuna de la Figura 9 de acuerdo con una realización ilustrativa. Como se representa, la pluralidad de miembros 926 estabilizadores asociados con la base 914 del dispositivo 908 de cuna puede tomar la forma de una pluralidad de patas 2500 hidráulicas.

25 En este ejemplo ilustrativo, el dispositivo 908 de cuna incluye la estructura 923 de retención, la estructura 2502 de retención y la estructura 2504 de retención. Como se muestra, la estructura 923 de retención puede incluir la viga 2506 y la viga 2508 conectadas por el conjunto de elementos 2510 de conexión y la viga 2512 y la viga 2514 conectadas por un conjunto de elementos 2516 de conexión. En este ejemplo ilustrativo, las vigas 2506, 2508, 2512 y 2514 pueden asociarse de manera giratoria con el conjunto de vigas 2518 de conexión.

30 La estructura 923 de retención puede moverse con respecto a la base 914 en una o más direcciones con respecto al eje X 2520, al eje Y 2522 y al eje Z 2524. En particular, la estructura 923 de retención puede girarse con relación al conjunto de vigas 2518 de conexión en una dirección sobre del eje Z 2524. Además, la estructura 923 de retención puede estar asociada con el sistema 2526 de movimiento y el sistema 2528 de movimiento. Cada uno del sistema 2526 de movimiento y el sistema 2528 de movimiento puede implementarse de manera similar a los sistemas 2042, 2044, 2046 y 2048 de movimiento en la Figura 20.

35 La estructura 2502 de retención puede moverse con respecto a la base 914 usando el sistema 2530 de movimiento. La estructura 2504 de retención puede moverse con respecto a la base 914 usando el sistema 2532 de movimiento y el sistema 2534 de movimiento, los cuales pueden implementarse de manera similar a los sistemas 2042, 2044, 2046 y 2048 de movimiento en la Figura 20. En este ejemplo ilustrativo, la estructura 2502 de retención puede moverse con respecto a la base 914 a lo largo del eje X 2520 usando el sistema 2535 de riel y el sistema 2533 de riel. El sistema 2535 de riel puede ser parte del sistema 2532 de movimiento. El sistema 2533 de riel puede ser parte del sistema 2534 de movimiento.

40 En este ejemplo ilustrativo, la pluralidad de unidades 2536 puede estar asociada con la base 914. La pluralidad de unidades 2536 puede incluir, por ejemplo, sin limitación, una unidad de potencia, una unidad de suministro de aire, una unidad hidráulica, una unidad de suministro de agua, una unidad de comunicaciones o algún otro tipo de unidad. Además, como se muestra, el soporte 2538 puede estar asociado con la base 914 y usarse para soportar un sistema de riel (no se muestra) para una unidad de servicios (no se muestra).

45 En este ejemplo ilustrativo, el número de objetivos 2540 de radar se muestra asociado con la base 914. El número de objetivos 2540 de radar puede usarse para posicionar una plataforma móvil externa (no se muestra) en relación con el dispositivo 908 de cuna. Por ejemplo, el vehículo 1611 autónomo de la Figura 16 puede usar el número de objetivos 2540 de radar para posicionar la plataforma 1605 móvil externa en la Figura 16 en relación con el dispositivo 908 de cuna.

50 Con referencia ahora a la Figura 26, se representa una ilustración de una vista isométrica ampliada de la estructura 923 de retención de la Figura 25 de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, el sistema 2526 de movimiento y el sistema 2528 de movimiento pueden verse más claramente. Esta vista de la estructura 923 de retención puede mostrarse a partir de la dirección de las líneas 26-26 en la Figura 25. Como se muestra, el sistema 2526 de movimiento y el sistema 2528 de movimiento pueden implementarse de manera similar al sistema 2042 de movimiento y al sistema 2046 de movimiento y al sistema 2048 de movimiento, respectivamente, que se muestran en la Figura 22.

Con referencia ahora a la Figura 27, se representa una ilustración de una vista isométrica ampliada de la estructura 2502 de retención de la Figura 25 de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, el sistema 2528 de movimiento y el sistema 2530 de movimiento se muestran más claramente. Esta vista de la estructura 2502 de retención puede mostrarse a partir de la dirección de las líneas 27-27 en la Figura 25.

5 Como se muestra, el sistema 2528 de movimiento puede incluir el mecanismo 2702 de elevación de tijera, el motor 2704, el riel 2706 y el riel 2708. El motor 2704 puede usarse para expandir y retraer el mecanismo 2702 de elevación de tijera en una dirección a lo largo del eje Y 2522 a lo largo del riel 2706 y el riel 2708 de tal manera que la estructura 2502 de retención puede moverse en una dirección a lo largo del eje Z 2705.

10 Además, el sistema 2530 de movimiento puede incluir un mecanismo 2712 de elevación de tijera, un motor 2714, un riel 2716 y un riel 2718. El motor 2714 puede usarse para expandir y retraer el mecanismo 2712 de elevación de tijera en una dirección a lo largo del eje Y 2522 a lo largo del riel 2716 y el riel 2718 de tal manera que la estructura 2502 de retención puede moverse en una dirección a lo largo del eje Z 2705.

15 En este ejemplo ilustrativo, la estructura 2502 de retención puede moverse en la dirección a lo largo del eje X 2520 moviéndose a lo largo del sistema 2535 de riel y el sistema 2533 de riel. En algunos casos, el sistema 2535 de riel puede considerarse parte del sistema 2528 de movimiento y el sistema 2533 de riel puede considerarse parte del sistema 2530 de movimiento.

20 La estructura 2502 de retención puede incluir la viga 2720 y la viga 2722. La viga 2724 de conexión puede estar asociada con la viga 2720 y la viga 2722. El sistema 2528 de movimiento y el sistema 2530 de movimiento están asociados con la viga 2724 de conexión. La estructura 2502 de retención está asociada de manera giratoria con la viga 2724 de conexión a través de la interfaz 2726 esférica. La interfaz 2726 esférica es un ejemplo de una implementación para la interfaz 654 esférica en la Figura 6. La estructura 2502 de retención está configurada para girar pasivamente alrededor de la interfaz 2726 esférica en una dirección sobre el eje X 2520, una dirección sobre el eje Y 2522 y una dirección sobre el eje Z 2524.

25 Con referencia ahora a la Figura 28, se representa una ilustración de una vista lateral de la estructura 2502 de retención y el sistema 2530 de movimiento de la Figura 25 de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, la vista de la estructura 2502 de retención puede mostrarse a partir de la dirección de las líneas 28-28 en la Figura 25.

30 Con referencia ahora a la Figura 29, se representa una ilustración de una vista frontal de la estructura 2502 de retención de la Figura 26 con el sistema 2530 de movimiento y el sistema 2528 de movimiento de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, la vista de la estructura 2502 de retención puede mostrarse a partir de la dirección de las líneas 29-29 en la Figura 25.

Con referencia ahora a la Figura 30, se representa una ilustración de una vista isométrica del dispositivo 908 de cuna de la Figura 9 con una unidad de servicios asociada con el dispositivo 908 de cuna de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, el sistema 3000 de riel se ha acoplado al soporte 2538.

35 En este ejemplo ilustrativo, el sistema 3002 de administración de cables puede estar asociado con la base 914. En este ejemplo ilustrativo, el sistema 3002 de administración de cables puede incluir la pista 3003 de cable y el brazo 3006 de soporte de cable. Se puede usar la pista 3003 de cable y el brazo 3006 de soporte de cable para administrar un número de cables de servicio asociados con el dispositivo 908 de cuna.

40 Como se muestra, la unidad 3004 de servicios puede estar asociada con el sistema 3000 de riel. En este ejemplo ilustrativo, la unidad 3004 de servicios puede estar acoplada al sistema 3000 de riel de tal modo que la unidad 3004 de servicios pueda moverse a lo largo del sistema 3000 de riel en una dirección a lo largo del eje X 2520. La unidad 3004 de servicios puede usarse para proporcionar un número de servicios a partir del dispositivo 908 de cuna a una plataforma móvil externa (no se muestra) que se acopla a la unidad 3004 de servicios.

45 La unidad 3010 de acoplamiento de cuna se muestra asociada con la base 914. En este ejemplo ilustrativo, la unidad 3010 de acoplamiento de cuna puede usarse para acoplar el dispositivo 908 de cuna al dispositivo 910 de cuna en la Figura 9. La unidad 3010 de acoplamiento de cuna puede permitir que un número de servicios fluya a partir del dispositivo 910 de cuna al dispositivo 908 de cuna.

50 Con referencia ahora a la Figura 31, se representa una ilustración de una vista isométrica ampliada del dispositivo 910 de cuna de la Figura 9 de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, la pluralidad de miembros 928 estabilizadores puede tomar la forma de una pluralidad de patas 3100 hidráulicas.

55 Como se muestra, el dispositivo 910 de cuna puede incluir la estructura 3102 de retención y la estructura 3104 de retención. La estructura 3102 de retención y la estructura 3104 de retención pueden moverse con respecto a la base 916 con respecto al eje X 3106, al eje Y 3108 y al eje Z 3110. En particular, el sistema 3112 de movimiento y el sistema 3114 de movimiento pueden usarse para mover la estructura 3102 de retención con respecto a la base 916. El sistema 3116 de movimiento y el sistema 3118 de movimiento pueden usarse para mover la estructura 3104 de retención con respecto a la base 916.

Como se muestra, la pluralidad de unidades 3120 puede estar asociada con la base 916. Además, el soporte 3122 puede estar asociado con la base 916. En este ejemplo ilustrativo, el objetivo 3124 de radar se muestra asociado con la base 916. El objetivo 3124 de radar puede usarse para posicionar una plataforma móvil externa (no se muestra) en relación con el dispositivo 908 de cuna.

- 5 Con referencia ahora a la Figura 32, se representa una ilustración de una vista isométrica del dispositivo 910 de cuna de la Figura 9 con una unidad de servicios asociada con el dispositivo 910 de cuna de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, la unidad 3200 de servicios se ha acoplado al soporte 3122. Se muestra el sistema 3202 de administración de cables que comprende el brazo 3203 de soporte de cables asociado con la base 916. La unidad 3204 de acoplamiento de torre también se puede asociar con la base 916. Se puede usar la unidad 10 3204 de acoplamiento de torre para acoplar el dispositivo 910 de cuna a una torre, tal como la primera torre 1001 en la Figura 11 o la segunda torre 1500 en la Figura 15.

Las ilustraciones de las Figuras 7-32 no pretenden dar a entender limitaciones físicas o arquitectónicas a la manera en la cual puede implementarse una realización ilustrativa. Se pueden usar otros componentes además o en lugar de los que se ilustran. Algunos componentes pueden ser opcionales.

- 15 Los diferentes componentes que se muestran en las Figuras 7-32 pueden ser ejemplos ilustrativos de cómo los componentes que se muestran en forma de bloque en las Figuras 1-6 pueden implementarse como estructuras físicas. Además, algunos de los componentes en las Figuras 1-6 pueden combinarse con componentes en la Figura 1, usarse con componentes en la Figura 1, o una combinación de los dos.

- 20 Volviendo ahora a la Figura 33, se representa una ilustración de un proceso para configurar un dispositivo de montaje en la forma de un diagrama de flujo de acuerdo con una realización ilustrativa. El proceso que se ilustra en la Figura 33 puede implementarse para configurar el dispositivo 324 de montaje en la Figura 3.

- 25 El proceso puede comenzar guiando el número de dispositivos 314 de cuna a través del piso 300 al área 304 de montaje (operación 3300). En un ejemplo ilustrativo, en la operación 3300, el número de dispositivos 314 de cuna se pueden guiar de manera autónoma a través del piso 300. A continuación, se pueden configurar el número de dispositivos 314 de cuna para formar el dispositivo 324 de montaje para el conjunto 114 de fuselaje (operación 3302).

- 30 Posteriormente, el conjunto 114 de fuselaje puede construirse sobre el dispositivo 324 de montaje (operación 3304). El dispositivo 324 de montaje puede soportar el conjunto 114 de fuselaje a medida que el conjunto 114 de fuselaje se está construyendo para mantener el cumplimiento de los requisitos de la línea de molde exterior y los requisitos de molde interior para el conjunto 114 de fuselaje dentro de las tolerancias seleccionadas (operación 3306), con el proceso que termina después de eso.

- 35 En algunos casos, el dispositivo 324 de montaje puede usarse para transportar el conjunto 114 de fuselaje totalmente construido a una o más ubicaciones en las cuales pueden realizarse otras operaciones. En algunos ejemplos ilustrativos, el dispositivo 324 de montaje puede usarse para soportar el conjunto 114 de fuselaje a la vez que el conjunto 114 de fuselaje se une a otro conjunto de fuselaje, otra estructura de aeronave o algún otro tipo de componente.

- Volviendo ahora a la Figura 34, se representa una ilustración de un proceso para configurar un dispositivo de montaje en la forma de un diagrama de flujo de acuerdo con una realización ilustrativa. El proceso que se ilustra en la Figura 34 puede implementarse para configurar el dispositivo 324 de montaje en la Figura 1.

- 40 El proceso puede comenzar moviendo el dispositivo 600 de cuna para el dispositivo 324 de montaje a través del piso 300 en la posición 631 de cuna seleccionada con respecto a la torre 332 en el área 304 de montaje (operación 3400). A continuación, el dispositivo 600 de cuna se puede acoplar a la torre 332 usando la unidad 612 de acoplamiento de cuna asociada con la torre 332 y la unidad 613 de acoplamiento de torre asociada con el dispositivo 600 de cuna de tal manera que el número de servicios 146 se distribuya a partir de la torre 332 al dispositivo 600 de cuna (operación 3402).

- 45 Posteriormente, se determina si se necesita otro dispositivo de cuna para el dispositivo 324 de montaje (operación 3404). Si no se necesita otro dispositivo de cuna, el dispositivo 324 de montaje está completo y una pluralidad de paneles 120 para construir el conjunto 114 de fuselaje se acoplan con el dispositivo 324 de montaje (operación 3406), y el proceso termina posteriormente.

- 50 Con referencia de nuevo a la operación 3404, si se necesita otro dispositivo de cuna, un siguiente dispositivo de cuna para el dispositivo 324 de montaje se mueve a través del piso 300 en el área 304 de montaje a una posición de cuna seleccionada en relación con el dispositivo 600 de cuna previamente agregado al dispositivo 324 de montaje (operación 3408). A partir de entonces, el siguiente dispositivo de cuna se puede acoplar al dispositivo de cuna anterior utilizando la unidad de acoplamiento de cuna asociada con el dispositivo de cuna anterior y la unidad de acoplamiento de cuna asociada con el siguiente dispositivo de cuna de tal manera que el número de servicios 146 se distribuyan a partir del dispositivo de cuna anterior al siguiente dispositivo de cuna (operación 3410). El proceso puede entonces 55 proceder a la operación 3404 como se describió anteriormente.

Volviendo ahora a la Figura 35, se representa una ilustración de un proceso para ajustar una estructura de retención de un dispositivo de cuna en la forma de un diagrama de flujo de acuerdo con una realización ilustrativa. El proceso que se ilustra en la Figura 35 puede implementarse para ajustar, por ejemplo, sin limitación, la estructura 615 de retención del dispositivo 600 de cuna en la Figura 1.

5 El proceso puede comenzar acoplando el panel 119 con la estructura 616 de retención del dispositivo 600 de cuna (operación 3500). El panel 216 puede ser un panel de fuselaje. A continuación, el panel 216 puede colocar pasivamente la estructura 616 de retención con respecto a la base 602 del dispositivo 600 de cuna en respuesta al panel 216 que se aplica a la estructura 616 de retención (operación 3502). A partir de entonces, el miembro 652 de conexión con el cual la estructura 616 de retención está asociada de manera giratoria a través de la interfaz 654 esférica se puede trasladar activamente a lo largo de al menos uno del eje X 634, el eje Y 636 o el eje Z 638 para
10 colocar la estructura 616 de retención con respecto a la base 602 del dispositivo 600 de cuna (operación 3504), con el proceso que termina después.

Con referencia ahora a la Figura 36, se representa una ilustración de un proceso para ajustar una estructura de retención ajustable en la forma de un diagrama de flujo de acuerdo con una realización ilustrativa. El proceso que se ilustra en la Figura 36 puede usarse para ajustar, por ejemplo, sin limitación, la estructura 655 de retención ajustable en la Figura 6.
15

El proceso puede comenzar girando pasivamente la estructura 655 de retención ajustable alrededor de la interfaz 654 esférica en la medida que un panel aplica carga a la estructura 655 de retención ajustable (operación 3600). La estructura 655 de retención ajustable gira alrededor de la interfaz 654 esférica a medida que cambia la carga aplicada a la estructura 655 de retención ajustable por el panel (operación 3602), y el proceso termina posteriormente. En otras palabras, en la operación 3602, la estructura 655 de retención ajustable gira pasivamente alrededor de la interfaz 654 esférica a medida que la carga que se aplica a la estructura 655 de retención ajustable durante la construcción del conjunto 114 de fuselaje cambia con el tiempo.
20

Los diagramas de flujo y diagramas de bloques en las diferentes realizaciones representadas ilustran la arquitectura, funcionalidad y operación de algunas posibles implementaciones de aparatos y métodos en una realización ilustrativa. A este respecto, cada bloque en los diagramas de flujo o diagramas de bloques puede representar un módulo, un segmento, una función, una porción de una operación o etapa, alguna combinación de los mismos.
25

En algunas implementaciones alternativas de una realización ilustrativa, la función o funciones indicadas en los bloques pueden producirse fuera del orden indicado en las figuras. Por ejemplo, en algunos casos, dos bloques que se muestran en sucesión pueden ejecutarse de manera sustancialmente simultánea, o los bloques a veces pueden realizarse en el orden inverso, dependiendo de la funcionalidad involucrada. Además, se pueden agregar otros bloques además de los bloques que se ilustran en un diagrama de flujo o diagrama de bloques.
30

Volviendo ahora a la Figura 37, se representa una ilustración de un sistema de procesamiento de datos en la forma de un diagrama de bloques de acuerdo con una realización ilustrativa. El sistema 3700 de procesamiento de datos puede usarse para implementar cualquiera de los controladores descritos anteriormente, que incluyen el sistema 136 de control en la Figura 1. En algunos ejemplos ilustrativos, el sistema 3700 de procesamiento de datos puede usarse para implementar al menos uno de un controlador en el conjunto de controladores 140 en la Figura 1 o el controlador 650 en la Figura 6.
35

Como se muestra, el sistema 3700 de procesamiento de datos incluye el almacén 3702 de comunicaciones, el cual proporciona comunicaciones entre la unidad 3704 de procesador, los dispositivos 3706 de almacenamiento, la unidad 3708 de comunicaciones, la unidad 3710 de entrada/salida y la pantalla 3712. En algunos casos, el almacén 3702 de comunicaciones puede ser implementado como un sistema de bus.
40

La unidad 3704 de procesador está configurada para ejecutar instrucciones para que el software realice un número de operaciones. La unidad 3704 de procesador puede comprender al menos uno de un número de procesadores, un núcleo multiprocesador o algún otro tipo de procesador, dependiendo de la implementación. En algunos casos, la unidad 3704 de procesador puede tomar la forma de una unidad de hardware, tal como un sistema de circuito, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), un dispositivo lógico programable o algún otro tipo adecuado de unidad de hardware.
45

Las instrucciones para el sistema operativo, las aplicaciones y los programas ejecutados por la unidad 3704 de procesador pueden ubicarse en los dispositivos 3706 de almacenamiento. Los dispositivos 3706 de almacenamiento pueden estar en comunicación con la unidad 3704 de procesador a través del almacén 3702 de comunicaciones. Como se usa en este documento, un dispositivo de almacenamiento, también denominado dispositivo de almacenamiento legible por ordenador, es cualquier pieza de hardware capaz de almacenar información de forma temporal, permanente o ambas. Esta información puede incluir, entre otros, datos, código de programa, otra información o alguna combinación de los mismos.
50
55

La memoria 3714 y el almacenamiento 3716 persistente son ejemplos de dispositivos 3706 de almacenamiento. La memoria 3714 puede tomar la forma de, por ejemplo, una memoria de acceso aleatorio o algún tipo de dispositivo de almacenamiento volátil o no volátil. El almacenamiento 3716 persistente puede comprender cualquier número de

componentes o dispositivos. Por ejemplo, el almacenamiento 3716 persistente puede comprender un disco duro, una memoria flash, un disco óptico regrabable, una cinta magnética regrabable o alguna combinación de los anteriores. Los medios utilizados por el almacenamiento 3716 persistente pueden o no ser desmontables.

5 La unidad 3708 de comunicaciones permite que el sistema 3700 de procesamiento de datos se comunice con otros sistemas de procesamiento de datos, dispositivos o ambos. La unidad 3708 de comunicaciones puede proporcionar comunicaciones utilizando enlaces de comunicaciones físicas, enlaces de comunicaciones inalámbricas o ambos.

10 La unidad 3710 de entrada/salida permite que la entrada se reciba y se envíe a otros dispositivos conectados al sistema 3700 de procesamiento de datos. Por ejemplo, la unidad 3710 de entrada/salida puede permitir que la entrada del usuario se reciba a través de un teclado, un ratón, algún otro tipo de dispositivo de entrada, o una combinación de los mismos. Como otro ejemplo, la unidad 3710 de entrada/salida puede permitir que la salida se envíe a una impresora conectada al sistema 3700 de procesamiento de datos.

La pantalla 3712 está configurada para mostrar información a un usuario. La pantalla 3712 puede comprender, por ejemplo, sin limitación, un monitor, una pantalla táctil, una pantalla láser, una pantalla holográfica, un dispositivo de pantalla virtual, algún otro tipo de dispositivo de pantalla, o una combinación de los mismos.

15 En este ejemplo ilustrativo, los procesos de las diferentes realizaciones ilustrativas pueden realizarse mediante la unidad 3704 de procesador usando instrucciones implementadas por ordenador. Estas instrucciones pueden denominarse código de programa, código de programa utilizable por ordenador o código de programa legible por ordenador y pueden ser leídos y ejecutados por uno o más procesadores en la unidad 3704 de procesador.

20 En estos ejemplos, el código 3718 de programa está ubicado en una forma funcional en un medio 3720 legible por ordenador, el cual es desmontable selectivamente, y puede cargarse o transferirse al sistema 3700 de procesamiento de datos para su ejecución por la unidad 3704 de procesador. El código 3718 de programa y los medios 3720 legibles por ordenador juntos forman el producto 3722 de programa informático. En este ejemplo ilustrativo, los medios 3720 legibles por ordenador pueden ser medios 3724 de almacenamiento legibles por ordenador o medios 3726 de señal legibles por ordenador.

25 El medio 3724 de almacenamiento legible por ordenador es un dispositivo de almacenamiento físico o tangible utilizado para almacenar el código 3718 de programa en lugar de un medio que propaga o transmite el código 3718 de programa. El medio 3724 de almacenamiento legible por ordenador puede ser, por ejemplo, un dispositivo óptico o disco magnético o un dispositivo de almacenamiento persistente que está conectado al sistema 3700 de procesamiento de datos.

30 Alternativamente, el código 3718 de programa puede transferirse al sistema 3700 de procesamiento de datos usando medios 3726 de señal legibles por ordenador. Los medios 3726 de señal legibles por ordenador pueden ser, por ejemplo, una señal de datos propagada que contiene el código 3718 de programa. Esta señal de datos puede ser una señal electromagnética, una señal óptica o algún otro tipo de señal que puede transmitirse a través de enlaces de comunicaciones físicas, enlaces de comunicaciones inalámbricas o ambos.

35 La ilustración del sistema 3700 de procesamiento de datos en la Figura 37 no pretende proporcionar limitaciones arquitectónicas a la manera en la cual se pueden implementar las realizaciones ilustrativas. Las diferentes realizaciones ilustrativas pueden implementarse en un sistema de procesamiento de datos que incluye componentes además de o en lugar de aquellos que se ilustran para el sistema 3700 de procesamiento de datos. Además, los componentes que se muestran en la Figura 37 pueden variar de los ejemplos ilustrativos que se muestran.

40 Las realizaciones ilustrativas de la divulgación pueden describirse en el contexto del método 3800 de fabricación y servicio de aeronaves como se muestra en la Figura 38 y la aeronave 3900 como se muestra en la Figura 39. Volviendo primero a la Figura 38, se representa una ilustración de una fabricación de aeronaves y método de servicio en la forma de diagrama de bloques de acuerdo con una realización ilustrativa. Durante la preproducción, el método 3800 de fabricación y servicio de aeronaves puede incluir la especificación y el diseño 3802 de la aeronave 3900 en la Figura 45 39 y la adquisición 3804 de materiales.

45 Durante la producción, tiene lugar la fabricación 3806 de componentes y subconjuntos y la integración 3808 de sistemas de la aeronave 3900 en la Figura 39. A partir de entonces, la aeronave 3900 en la Figura 39 puede pasar por la certificación y entrega 3810 con el fin de ser puesta en servicio 3812. A la vez que está en servicio 3812 por un cliente, la aeronave 3900 en la Figura 39 está programada para mantenimiento y servicio 3814 de rutina, lo cual puede 50 incluir modificaciones, reconfiguración, renovación y otro mantenimiento o servicio.

Cada uno de los procesos de fabricación de aeronaves y método 3800 de servicio puede ser realizado o llevado a cabo por al menos uno de un integrador de sistemas, un tercero o un operador. En estos ejemplos, el operador puede ser un cliente. A los fines de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas de sistemas principales; un tercero puede incluir, sin limitación, cualquier 55 número de vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operador puede ser una aerolínea, una empresa de arrendamiento financiero, una entidad militar, una organización de servicios, etc.

- Con referencia ahora a la Figura 39, se representa una ilustración de una aeronave en la forma de un diagrama de bloques en el cual se puede implementar una realización ilustrativa. En este ejemplo, la aeronave 3900 se produce mediante el método 3800 de fabricación y servicio de aeronaves en la Figura 38 y puede incluir el fuselaje 3902 con una pluralidad de sistemas 3904 y el interior 3906. Los ejemplos de sistemas 3904 incluyen uno o más del sistema 3908 de propulsión, sistema 3910 eléctrico, sistema 3912 hidráulico y sistema 3914 ambiental. Se puede incluir cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, se pueden aplicar diferentes realizaciones ilustrativas a otras industrias, tales como la industria automotriz.
- Los aparatos y métodos incorporados en este documento pueden emplearse durante al menos una de las etapas de fabricación de aeronaves y método 3800 de servicio en la Figura 38. En particular, el sistema 106 de fabricación flexible de la Figura 1 puede usarse para construir al menos una porción del fuselaje 3902 de la aeronave 3900 durante cualquiera de las etapas de la fabricación de aeronaves y el método 3800 de servicio. Por ejemplo, sin limitación, el sistema 106 de fabricación flexible de la Figura 1 puede usarse durante al menos uno de la fabricación 3806 de componentes y subconjuntos, integración 3808 de sistemas, o alguna otra etapa de fabricación de aeronaves y método 3800 de servicio para formar un fuselaje para aeronaves 3900.
- En un ejemplo ilustrativo, los componentes o subconjuntos producidos en la fabricación 3806 de componentes y subconjuntos en la Figura 38 pueden fabricarse o manufacturarse de manera similar a los componentes o subconjuntos producidos a la vez que la aeronave 3900 está en servicio 3812 en la Figura 38. Como aún otro ejemplo, se pueden utilizar una o más realizaciones de aparatos, realizaciones de métodos o una combinación de las mismas durante las etapas de producción, tales como la fabricación 3806 de componentes y subconjuntos y la integración 3808 de sistemas en la Figura 38. Una o más realizaciones de aparatos, realizaciones de métodos o una combinación de las mismas se utilizará a la vez que la aeronave 3900 esté en servicio 3812, durante el mantenimiento y el servicio 3814 en la Figura 38, o ambos. El uso de un número de las diferentes realizaciones ilustrativas puede acelerar sustancialmente el montaje y reducir el coste de la aeronave 3900.
- La descripción de las diferentes realizaciones ilustrativas se ha presentado con fines ilustrativos y descriptivos, y no pretende ser exhaustiva o limitada a las realizaciones en la forma divulgada. Diversas modificaciones y variaciones serán evidentes para los expertos en la técnica. Además, diferentes realizaciones ilustrativas pueden proporcionar diferentes características en comparación con otras realizaciones deseables. La realización o las realizaciones seleccionadas se eligen y describen con el fin de explicar mejor los principios de las realizaciones, la aplicación práctica, y para permitir que otros expertos en la técnica entiendan la divulgación de diversas realizaciones con diversas modificaciones que sean adecuadas para el particular uso contemplado.

REIVINDICACIONES

1. Un método para sostener un panel (216) para un conjunto (114) de fuselaje, comprendiendo el método:
proporcionar un dispositivo (908) de cuna que comprende una base (914) y una estructura (2502) de retención ajustable que tiene una forma (2223) curva; y
- 5 acoplar la estructura (2502) de retención ajustable con el panel (216),
en donde acoplar la estructura (2502) de retención ajustable con el panel (216) comprende:
mover la estructura (2502) de retención ajustable con respecto a la base (914) hacia el panel (216) de tal modo que la estructura (2502) de retención ajustable incida en el panel (216); y
- 10 permitir que la estructura (2502) de retención ajustable gire pasivamente alrededor de una interfaz (2726) esférica alrededor de un eje X (2520), un eje Y (2522) y un eje Z (2524) hasta que la estructura (2502) de retención ajustable se alinee sustancialmente con el panel (216).
2. El método de la reivindicación 1, que comprende además:
soportar una carga (621) del panel (216) usando la al menos una estructura (2502) de retención.
- 15 3. El método de la reivindicación 1, en donde el acoplamiento de la estructura (2502) de retención ajustable con el panel (216) comprende:
incidir en el panel (216) con la estructura (2502) de retención ajustable para forzar la alineación de la estructura (2502) de retención con el panel (216).
4. El método de la reivindicación 1, que comprende además:
mover la estructura (2502) de retención ajustable con respecto a la base (914) del dispositivo (908) de cuna antes de que el panel (216) se acople con la estructura (2502) de retención ajustable.
- 20 5. El método de la reivindicación 1, que comprende además:
reajustar una alineación de la estructura (2502) de retención ajustable con el panel (216) durante la construcción del conjunto (114) de fuselaje.
6. Un dispositivo (908) de cuna que comprende:
- 25 una base (914);
una estructura (2502) de retención ajustable para soportar uno o más paneles, la estructura (2502) de retención tiene una forma (2223) curva y está asociada con la base (914) a través de un sistema (2528) de movimiento configurado para proporcionar movimiento con al menos un grado de libertad; y
- 30 un miembro (2724) de conexión, en donde la estructura (2502) de retención ajustable está asociada de manera giratoria con el miembro (2724) de conexión de una manera que forma una interfaz (2726) esférica de tal modo que la estructura (2502) de retención ajustable es capaz de girar pasivamente alrededor de la interfaz (2726) esférica para girar alrededor de un eje X (2520), un eje Y (2522) y un eje Z (2524),
en donde el sistema (2528) de movimiento está dispuesto para trasladar el miembro (2724) de conexión a lo largo de al menos uno de un eje X, un eje Y o un eje Z en relación con la base (914) del dispositivo de cuna.
- 35 7. El dispositivo (908) de cuna de la reivindicación 6, en donde la estructura (2502) de retención ajustable se puede acoplar con un panel (216) para un conjunto (114) de fuselaje.
8. El dispositivo (908) de cuna de la reivindicación 6, en donde el dispositivo (908) de cuna es un dispositivo de cuna que se puede guiar.

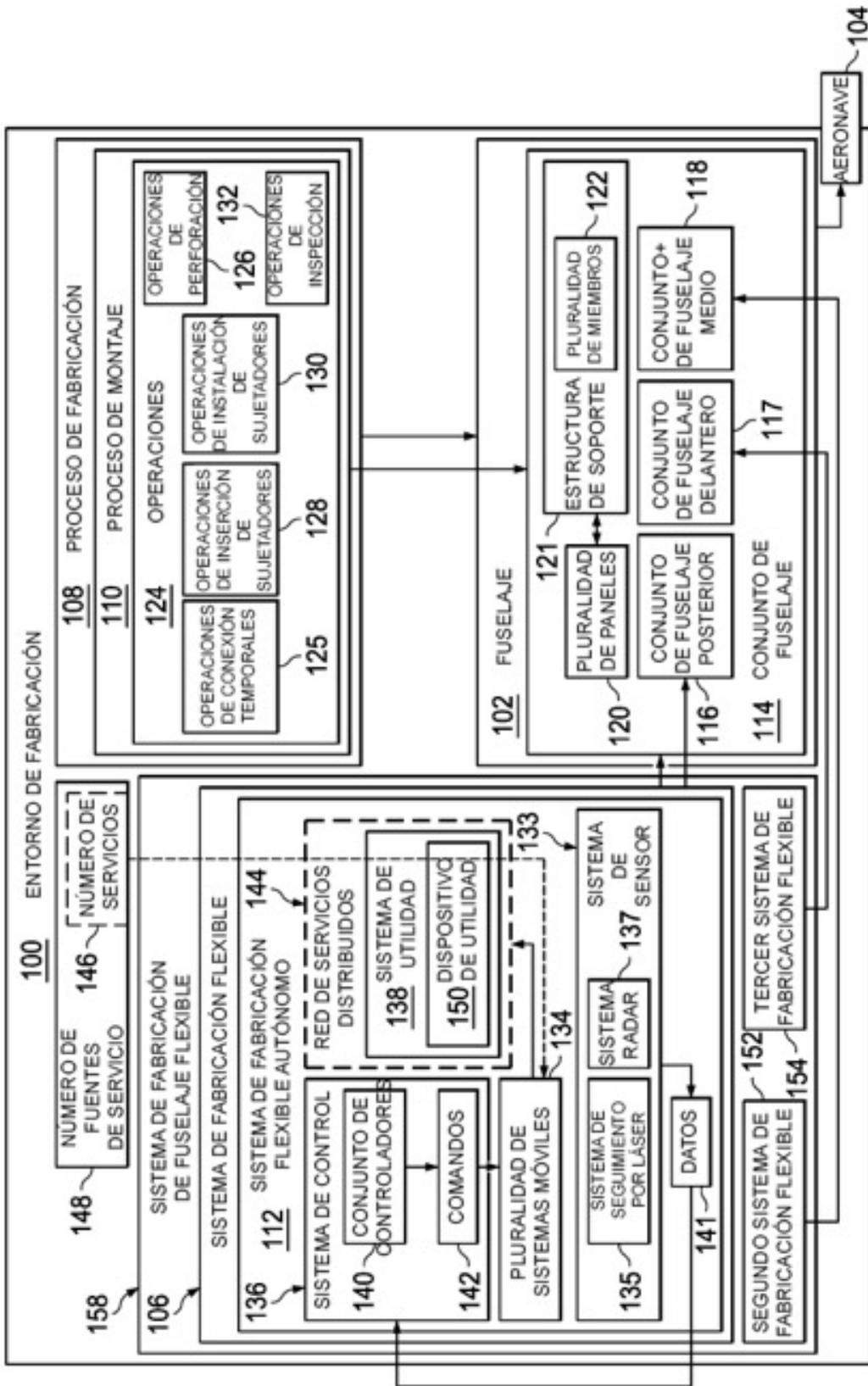
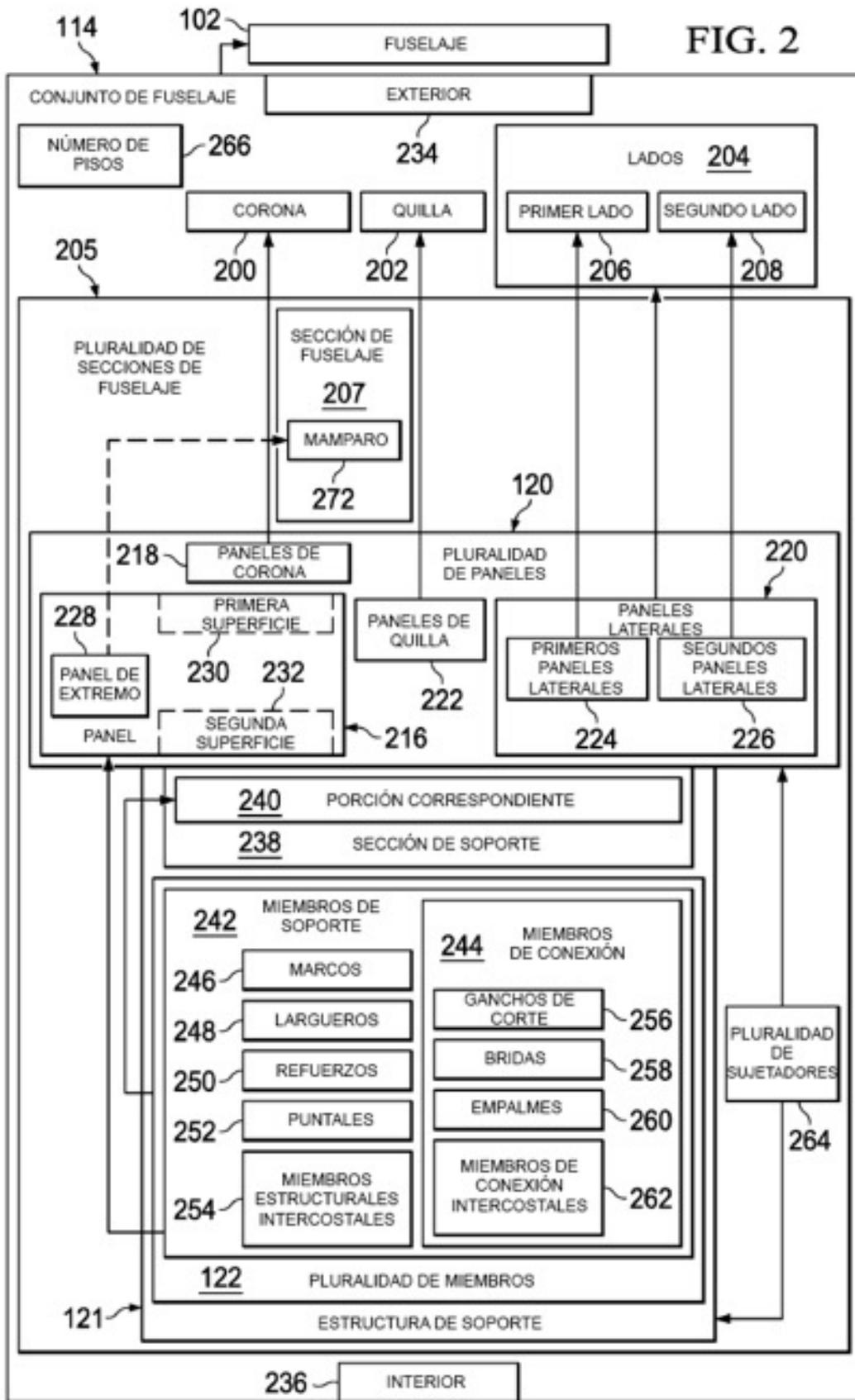
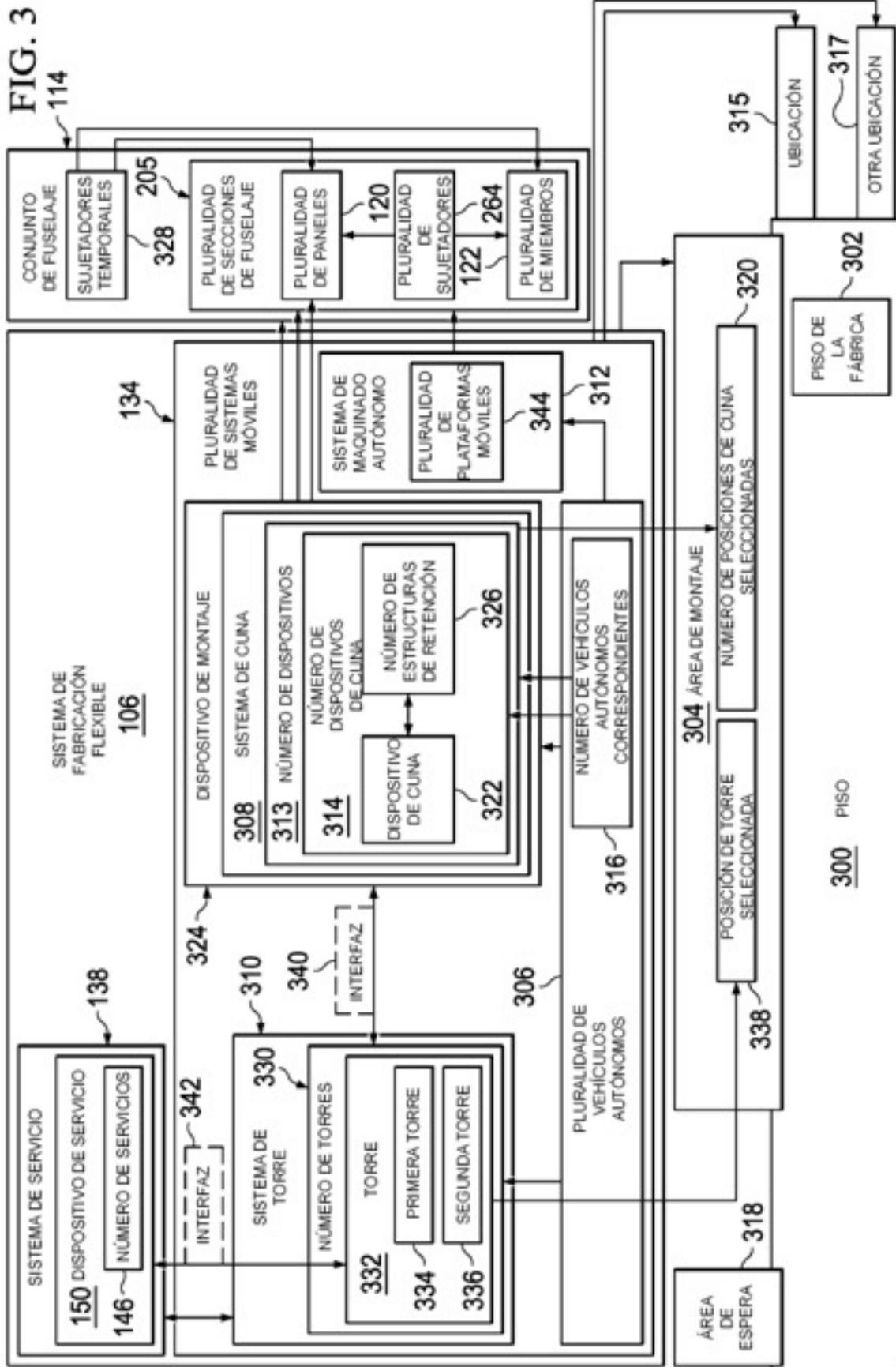
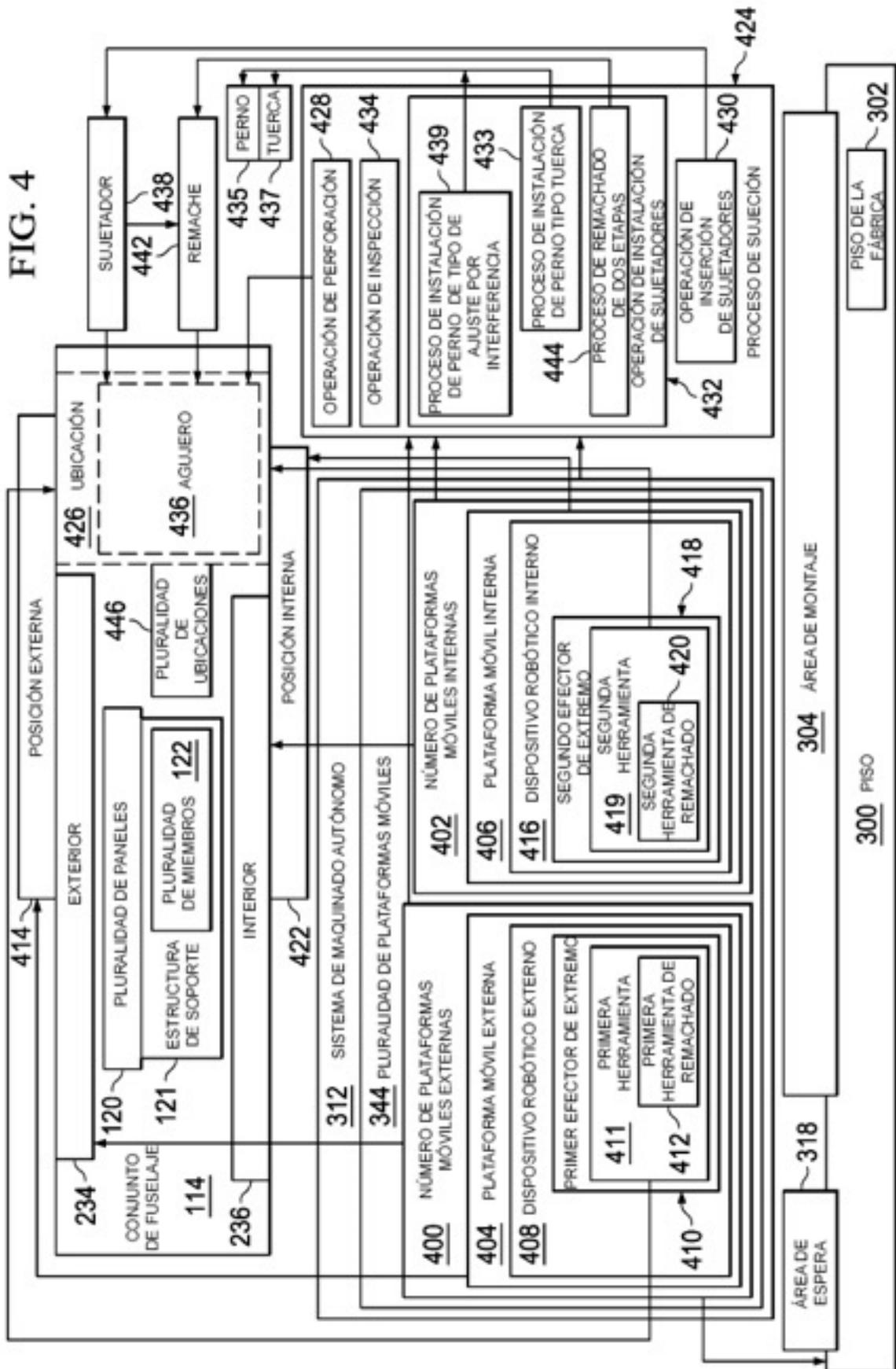


FIG. 1







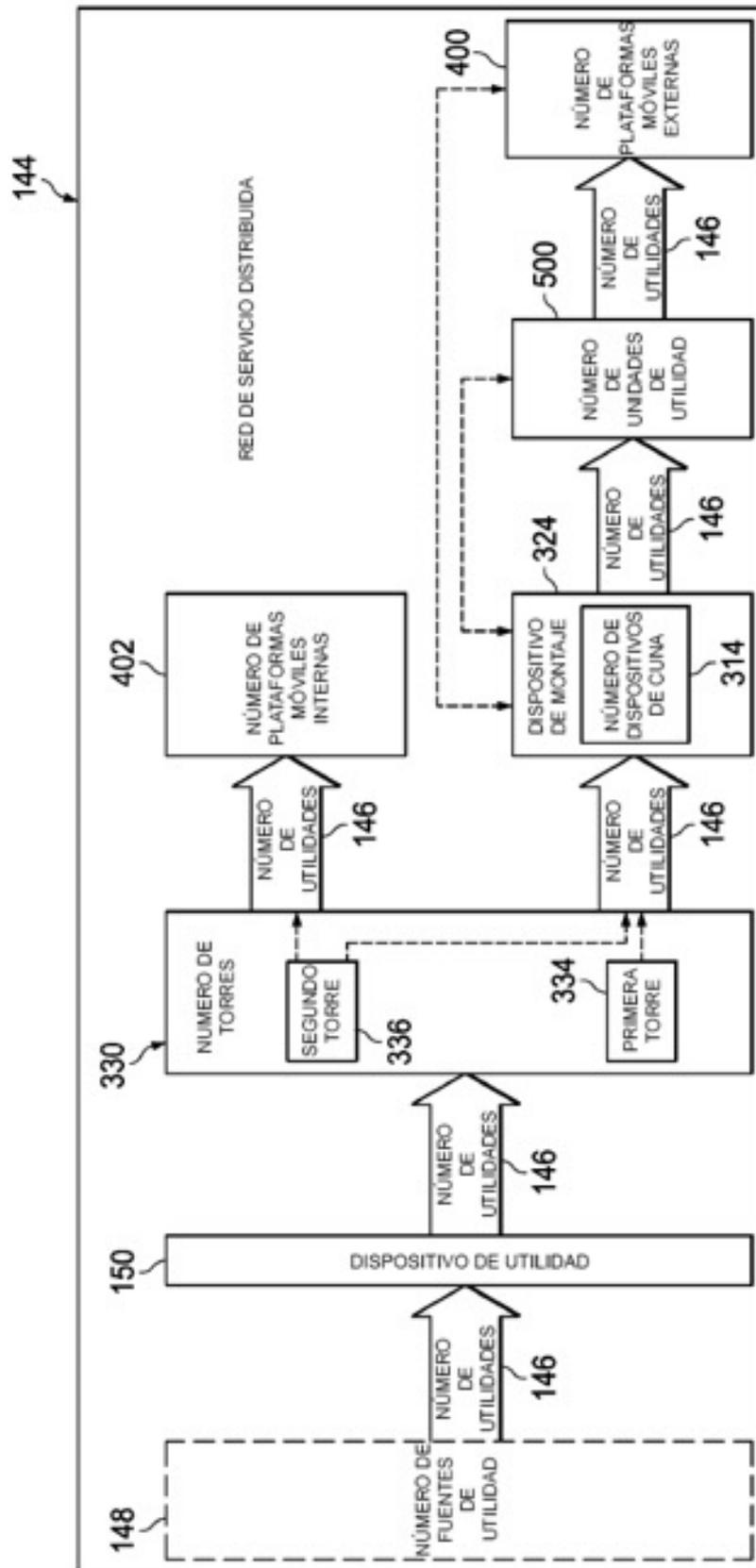


FIG. 5

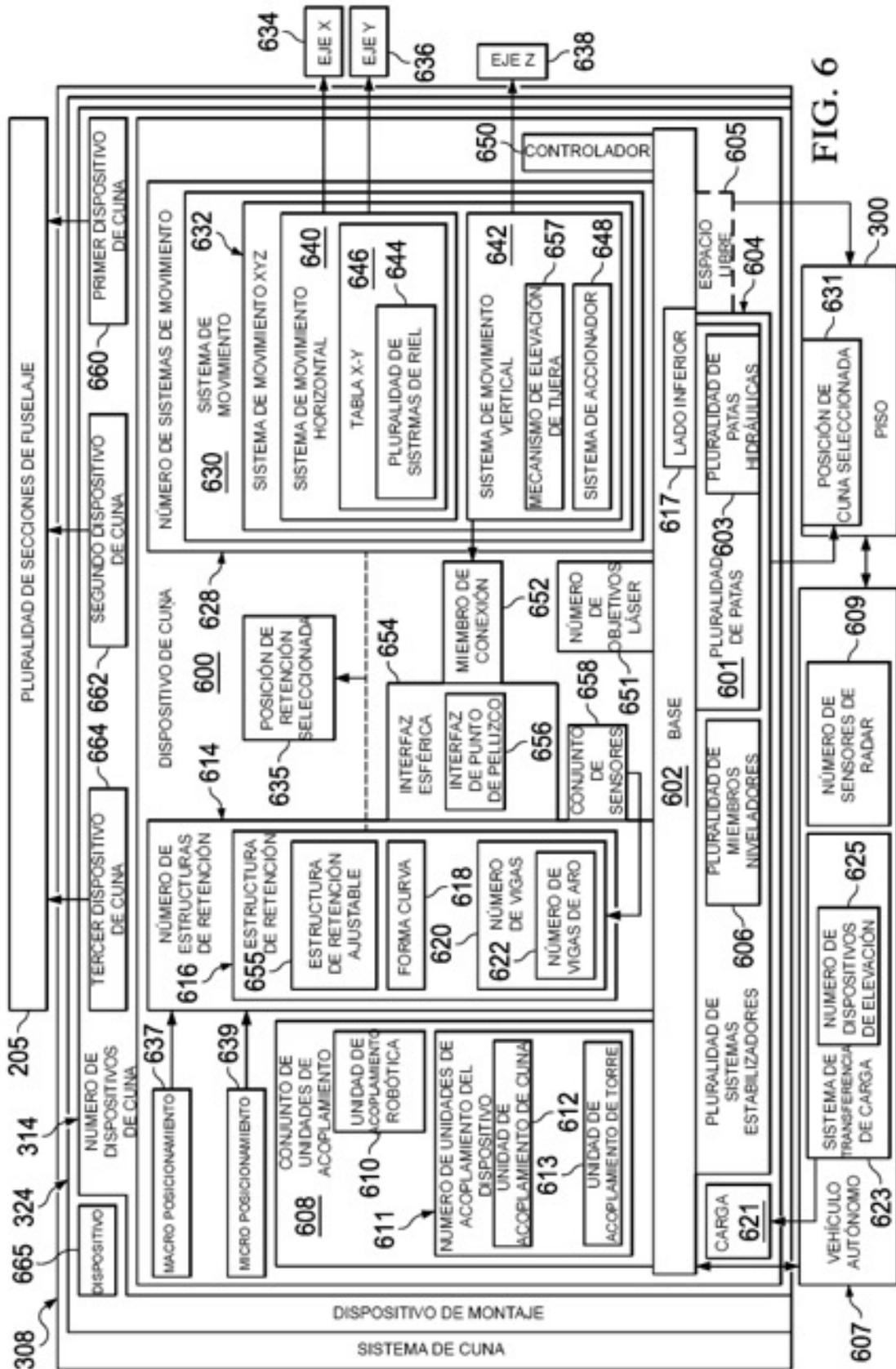


FIG. 6

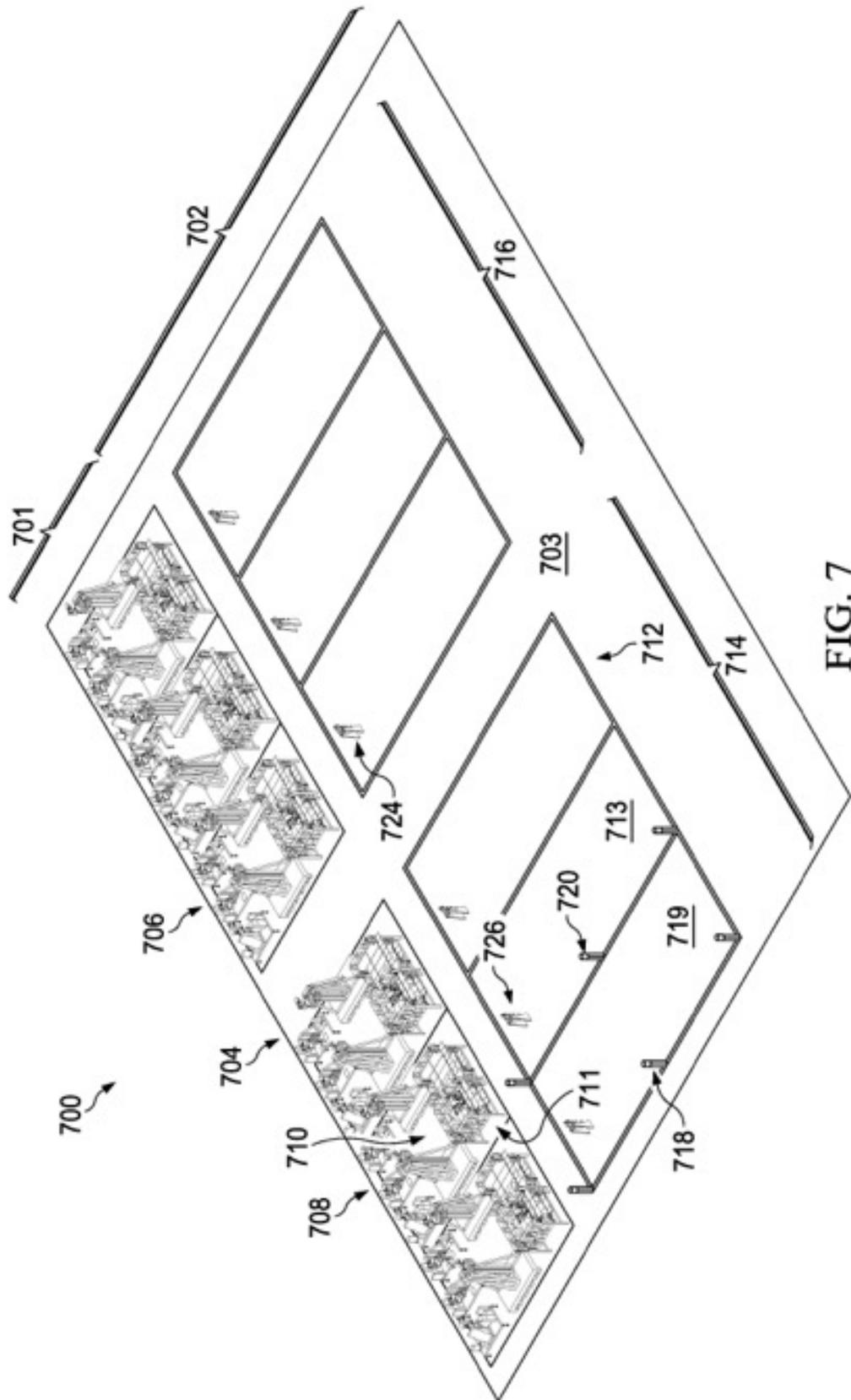


FIG. 7

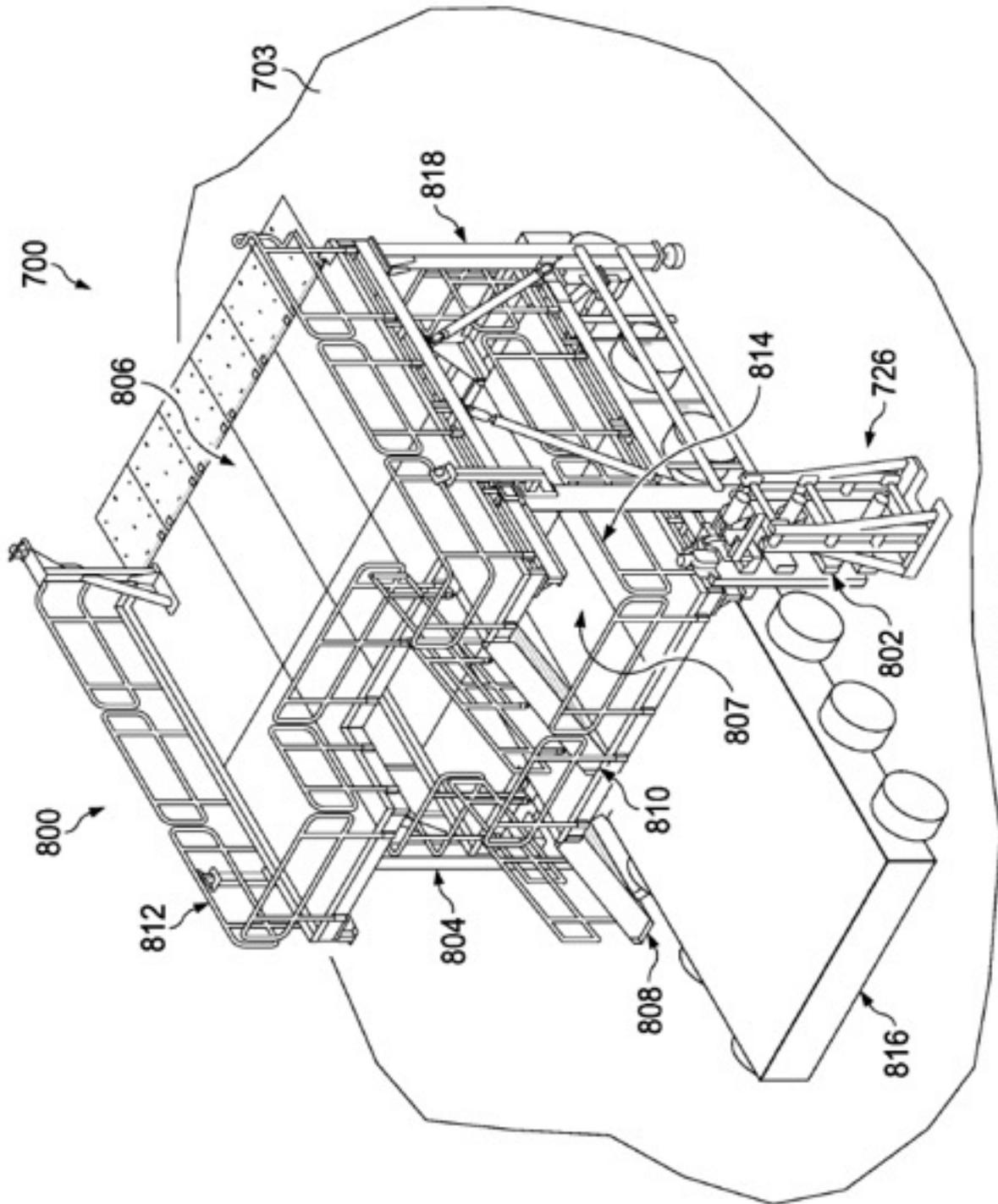


FIG. 8

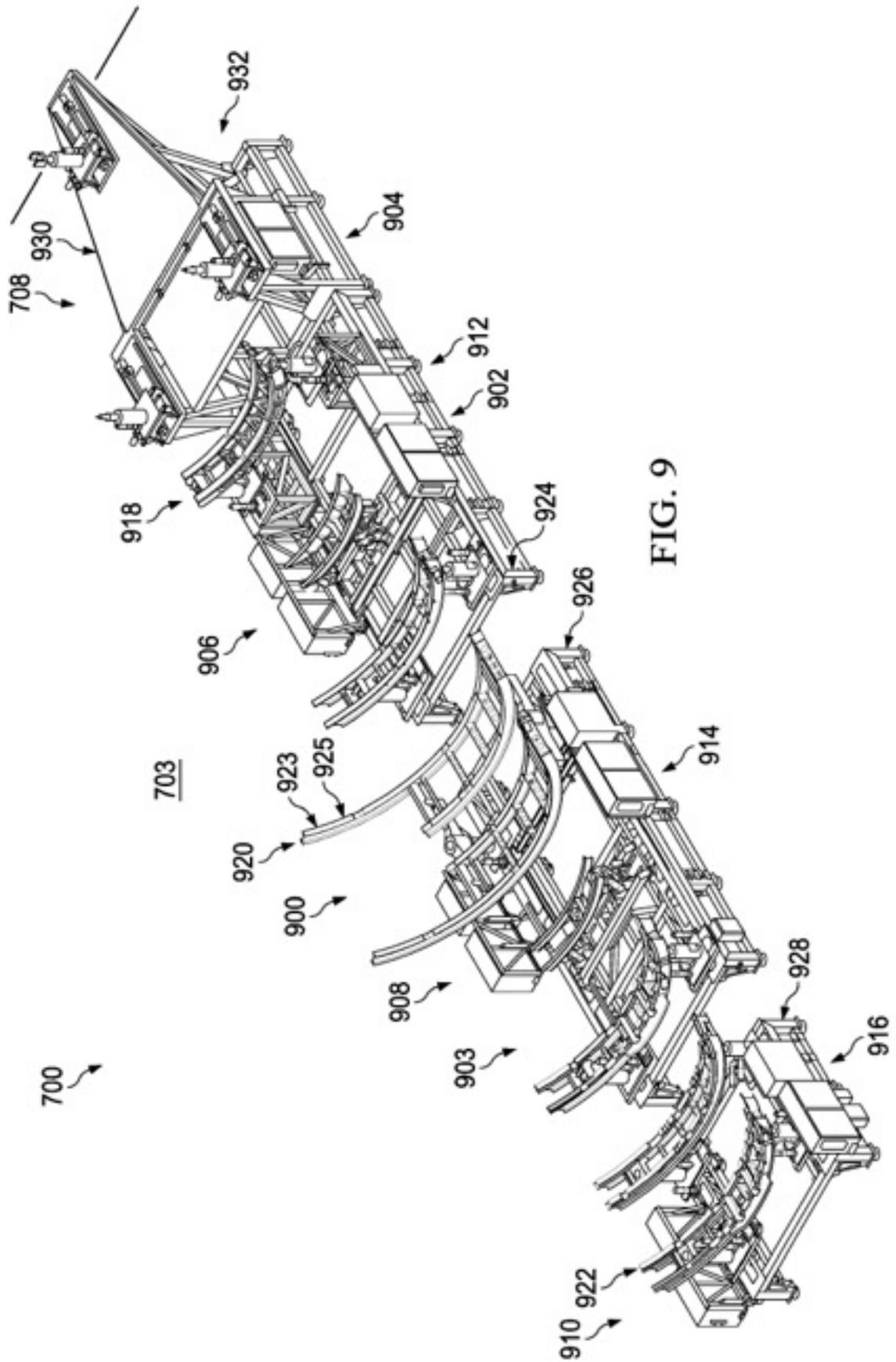


FIG. 9

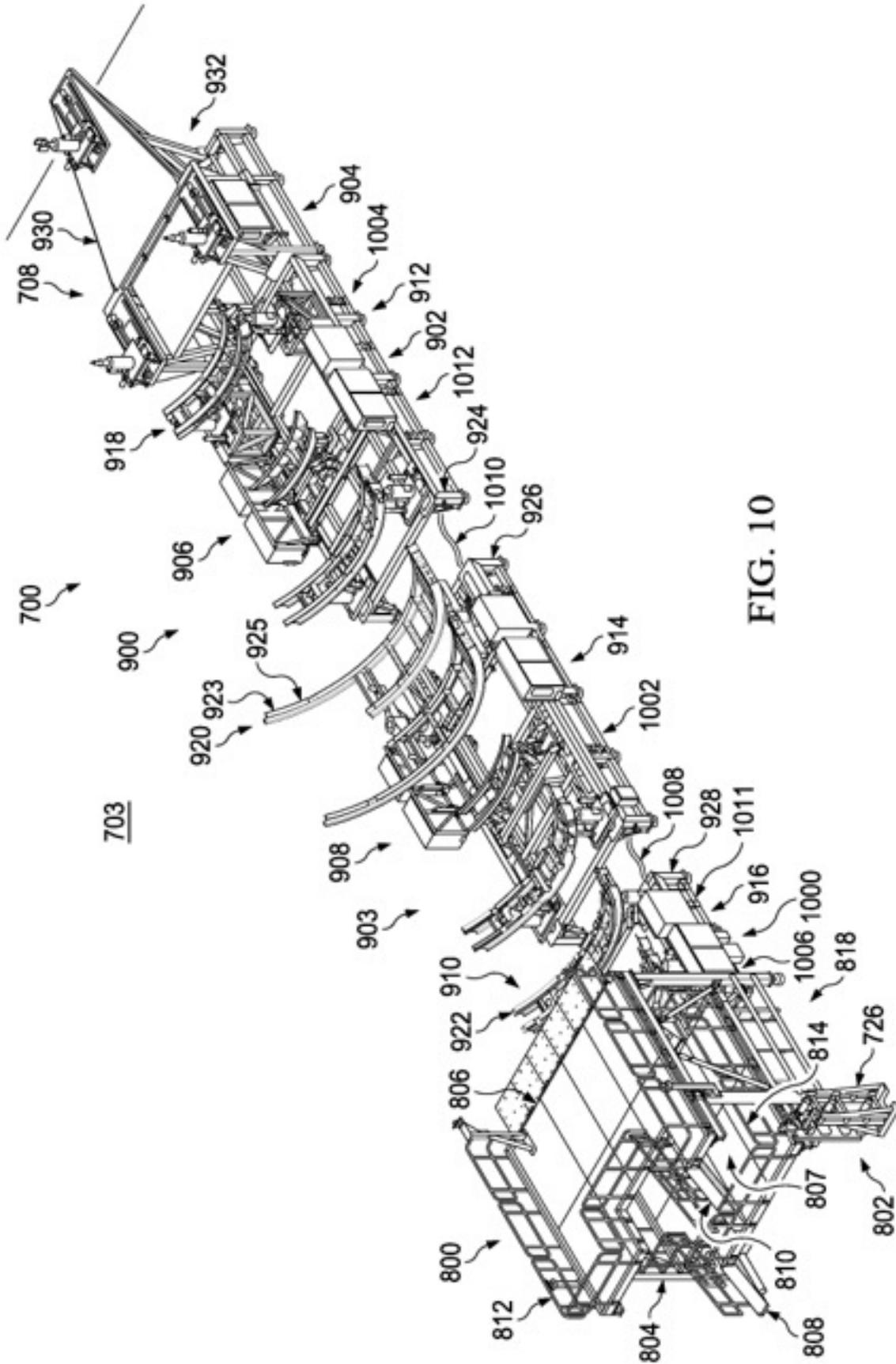


FIG. 10

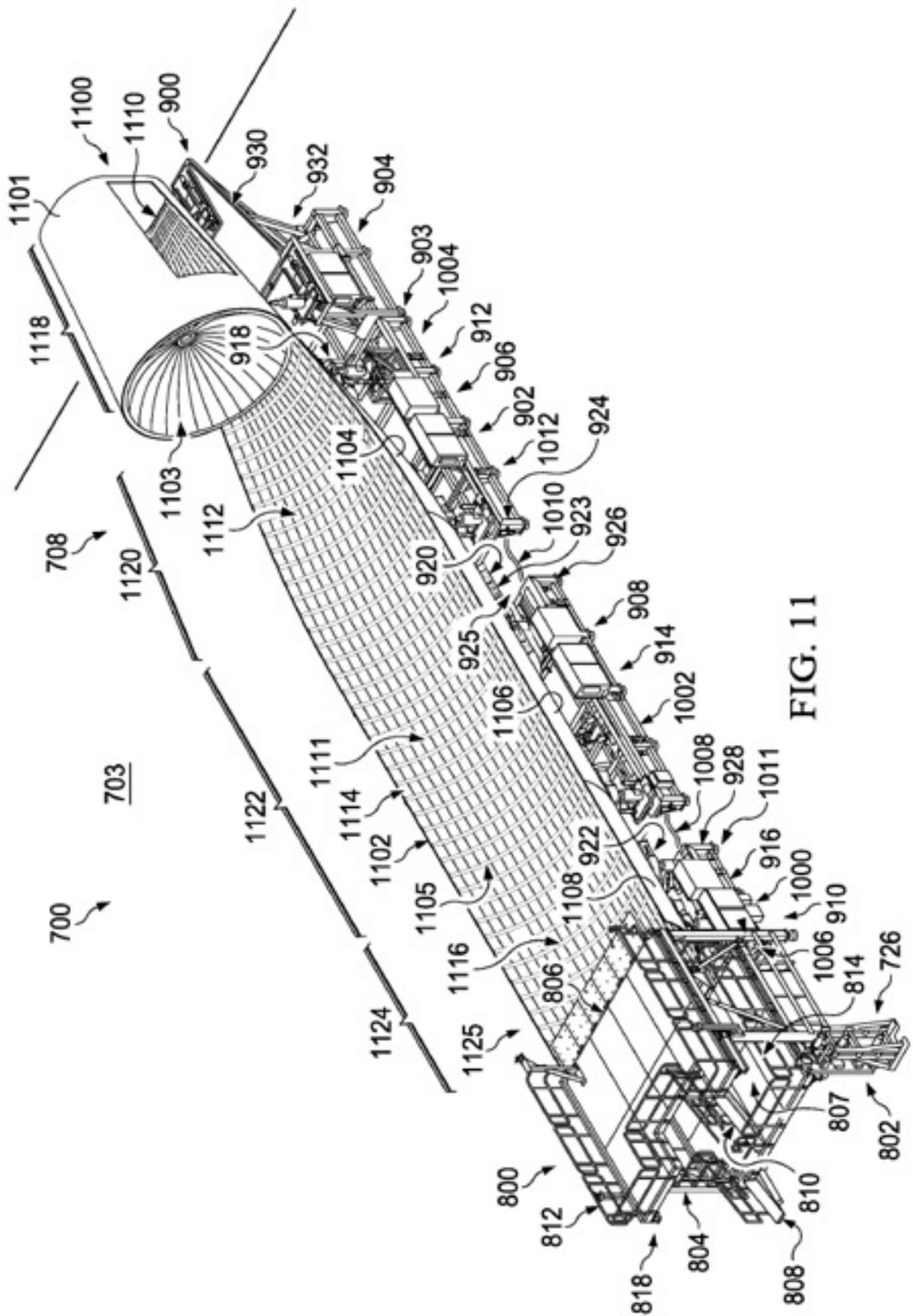


FIG. 11

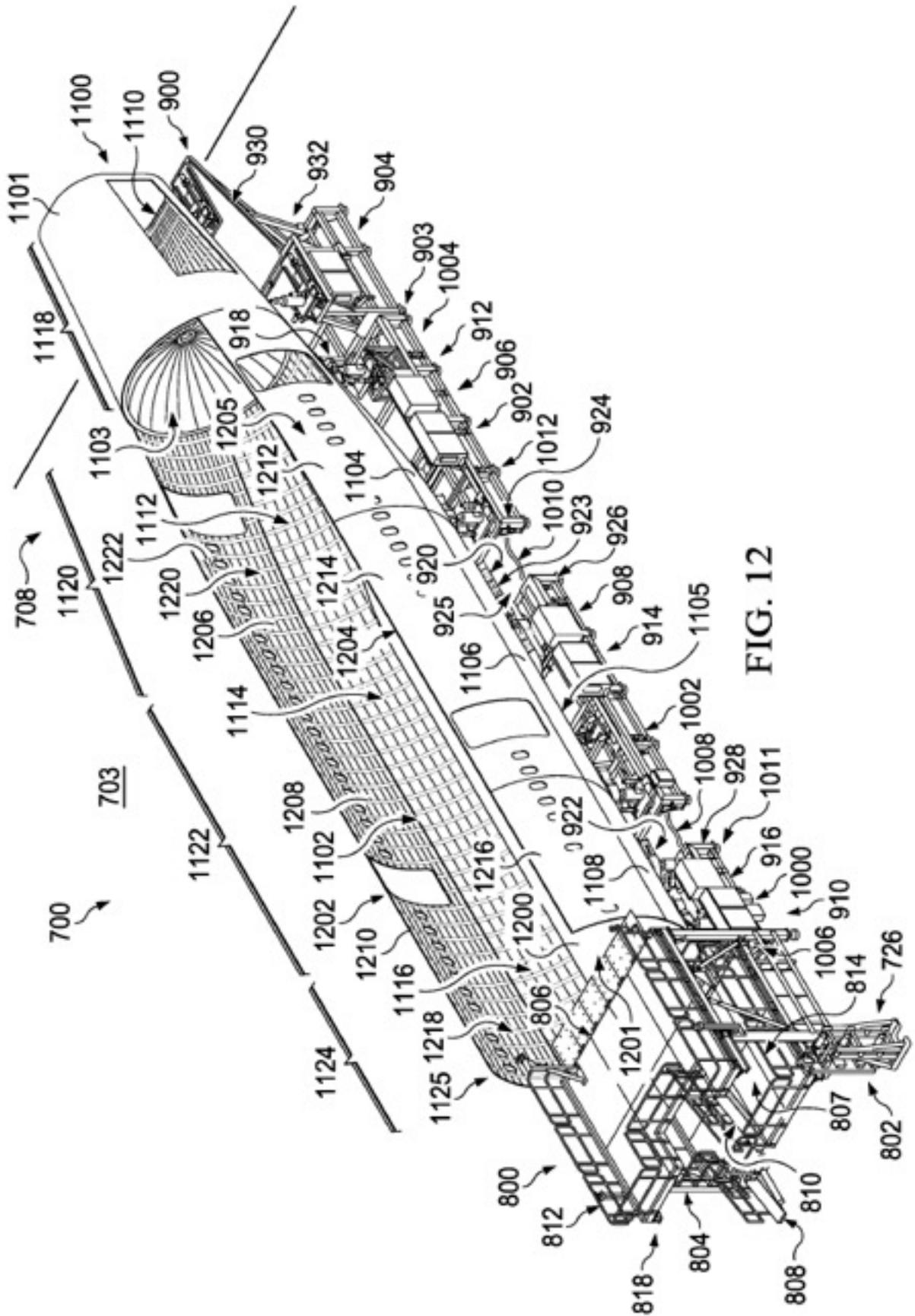


FIG. 12

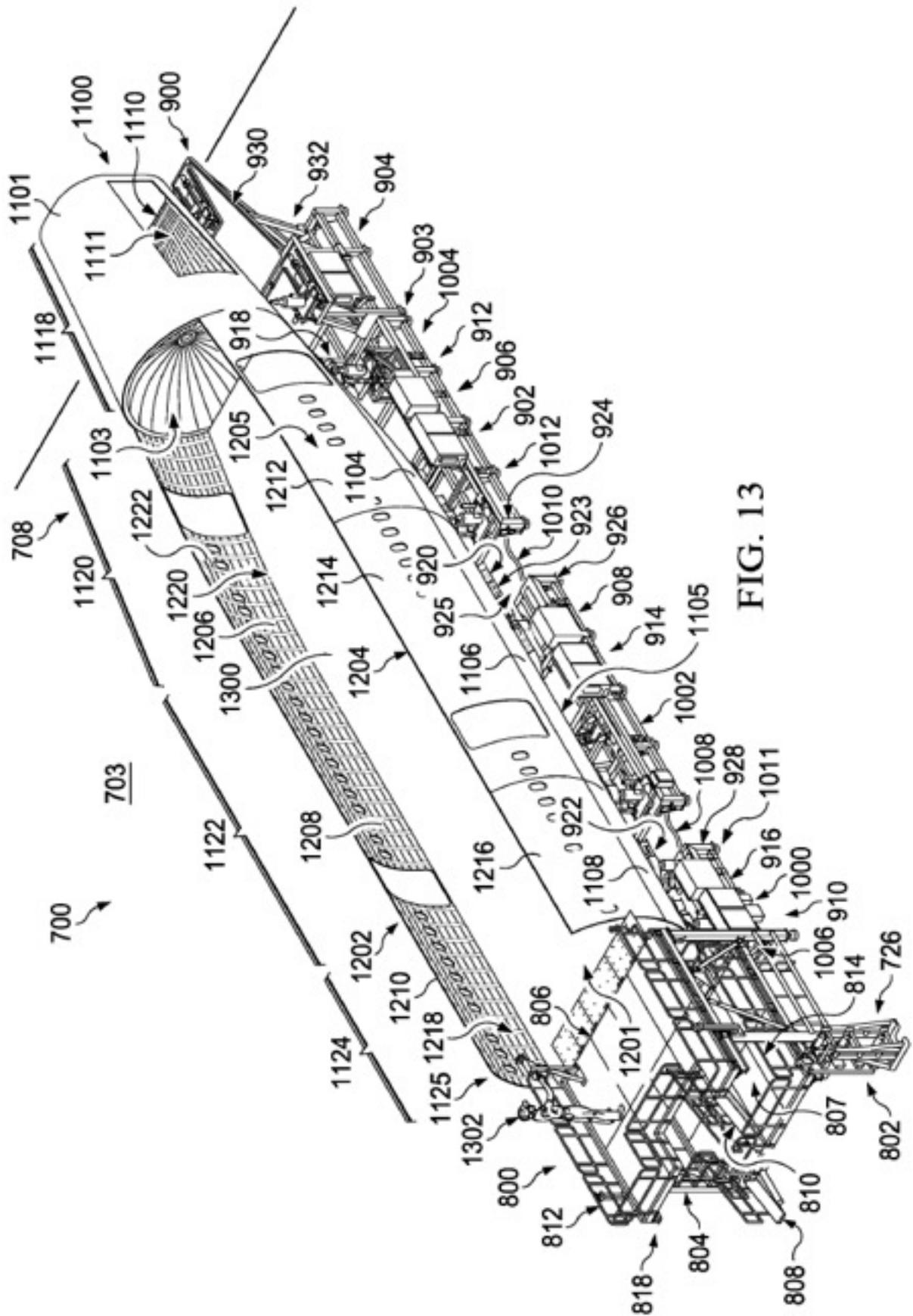


FIG. 13

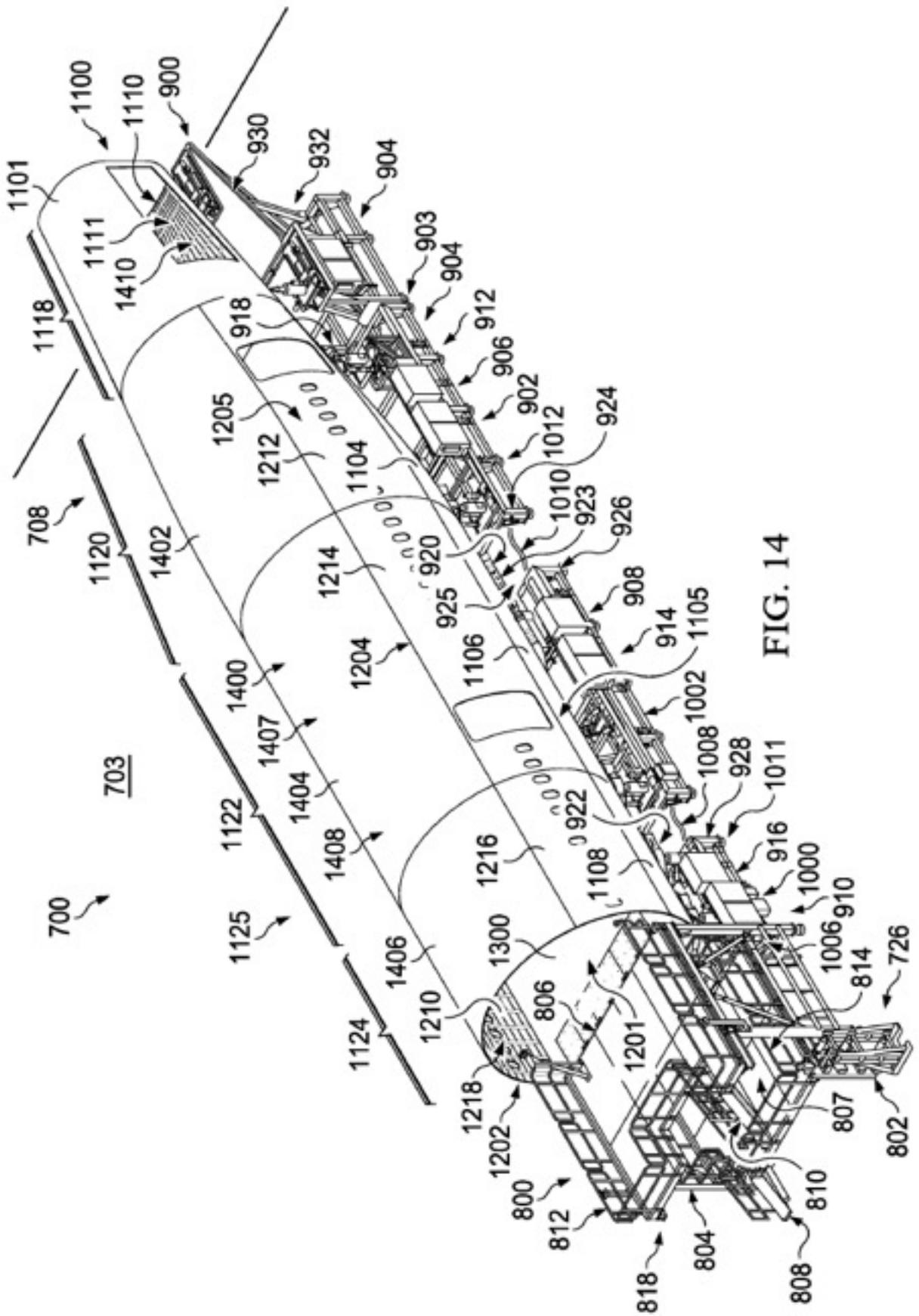


FIG. 14

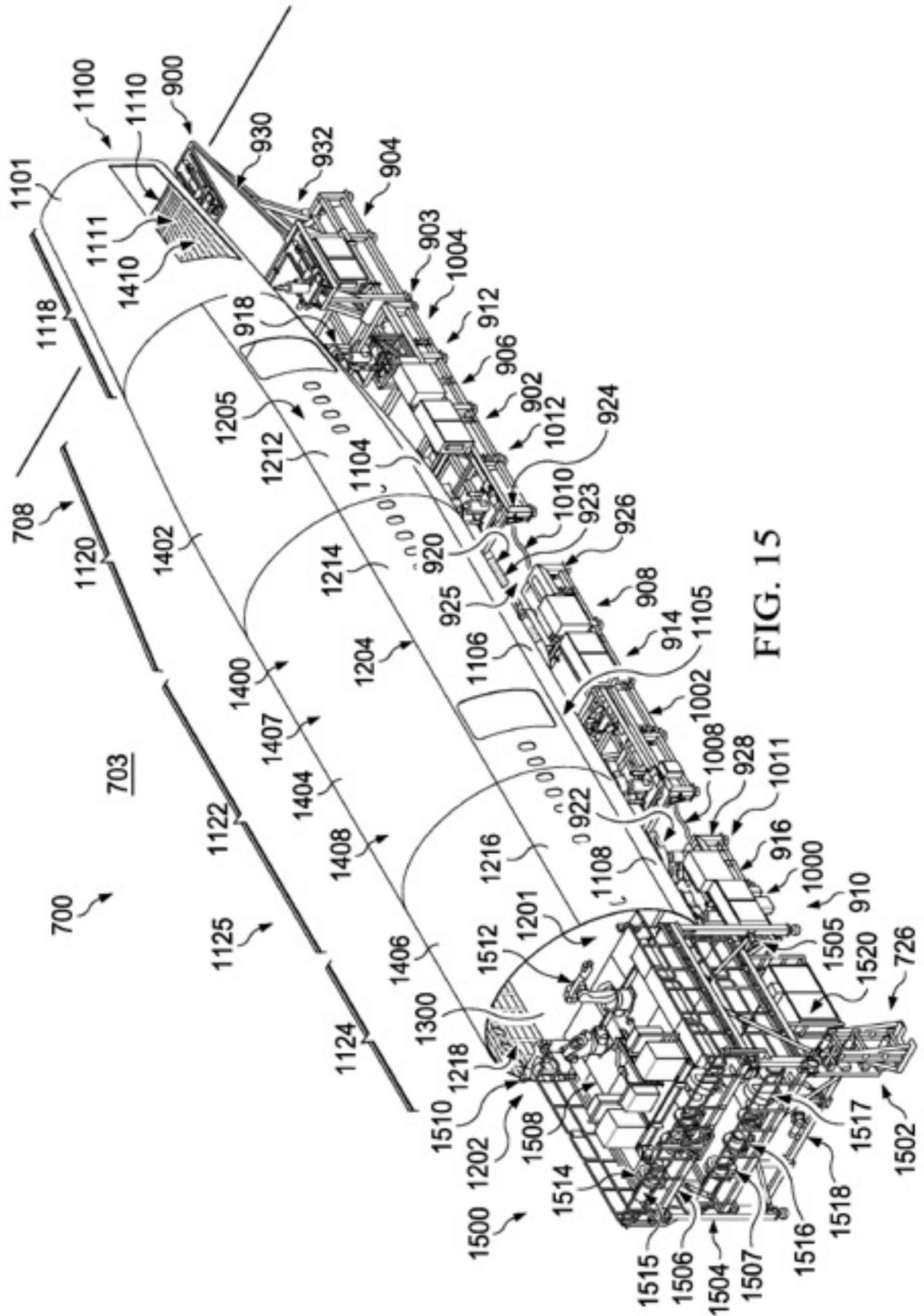


FIG. 15

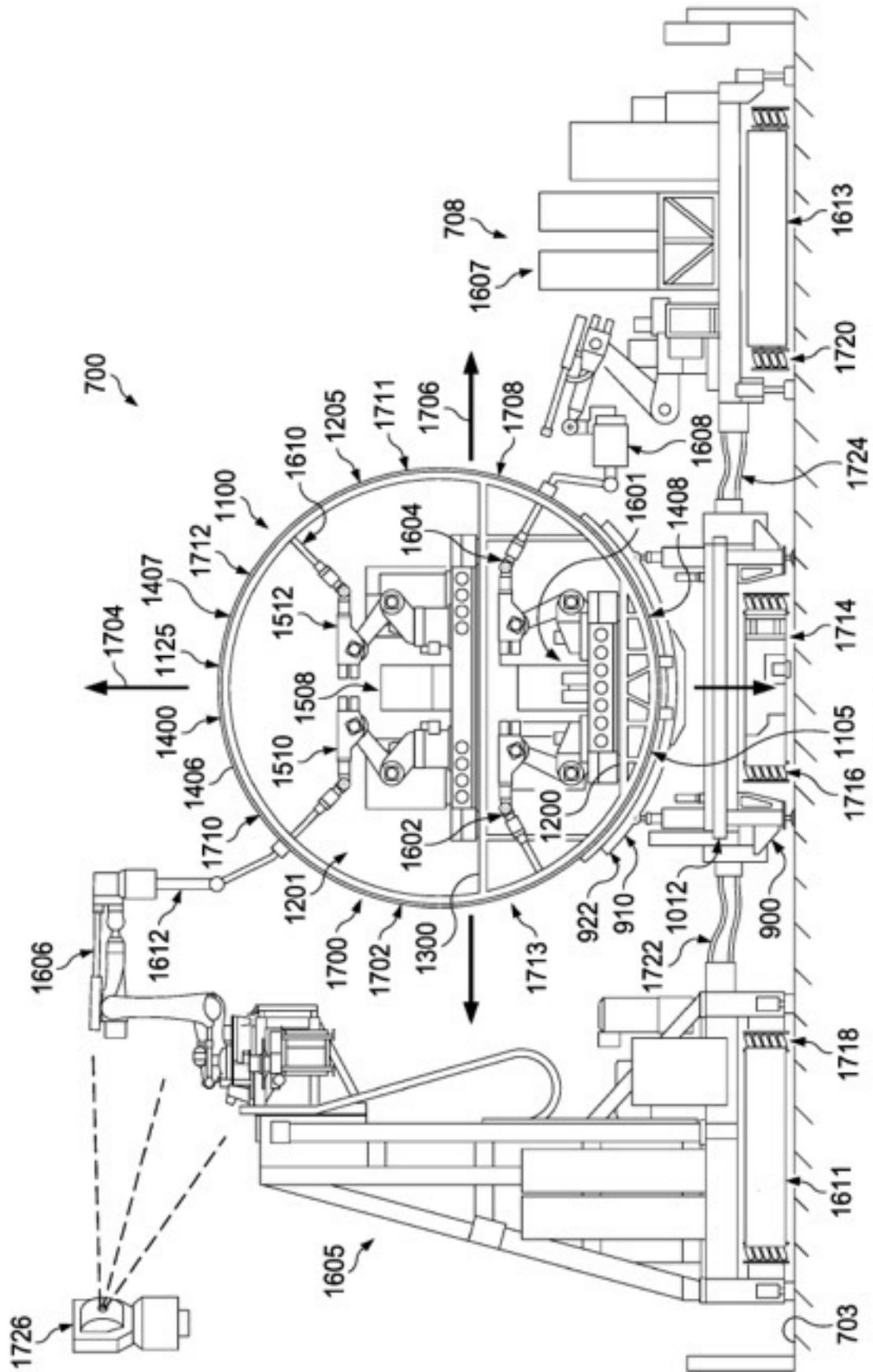


FIG. 17

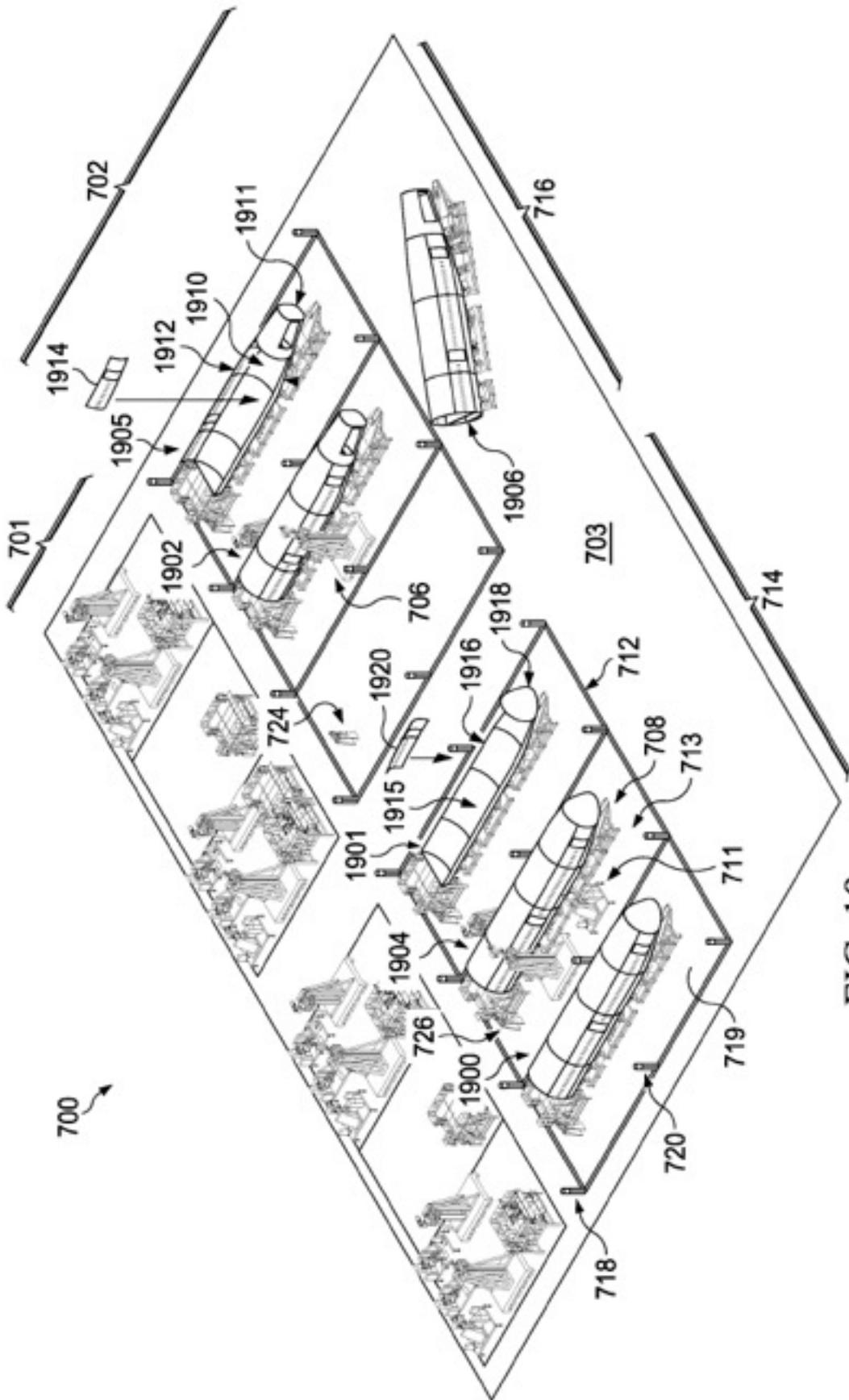


FIG. 19

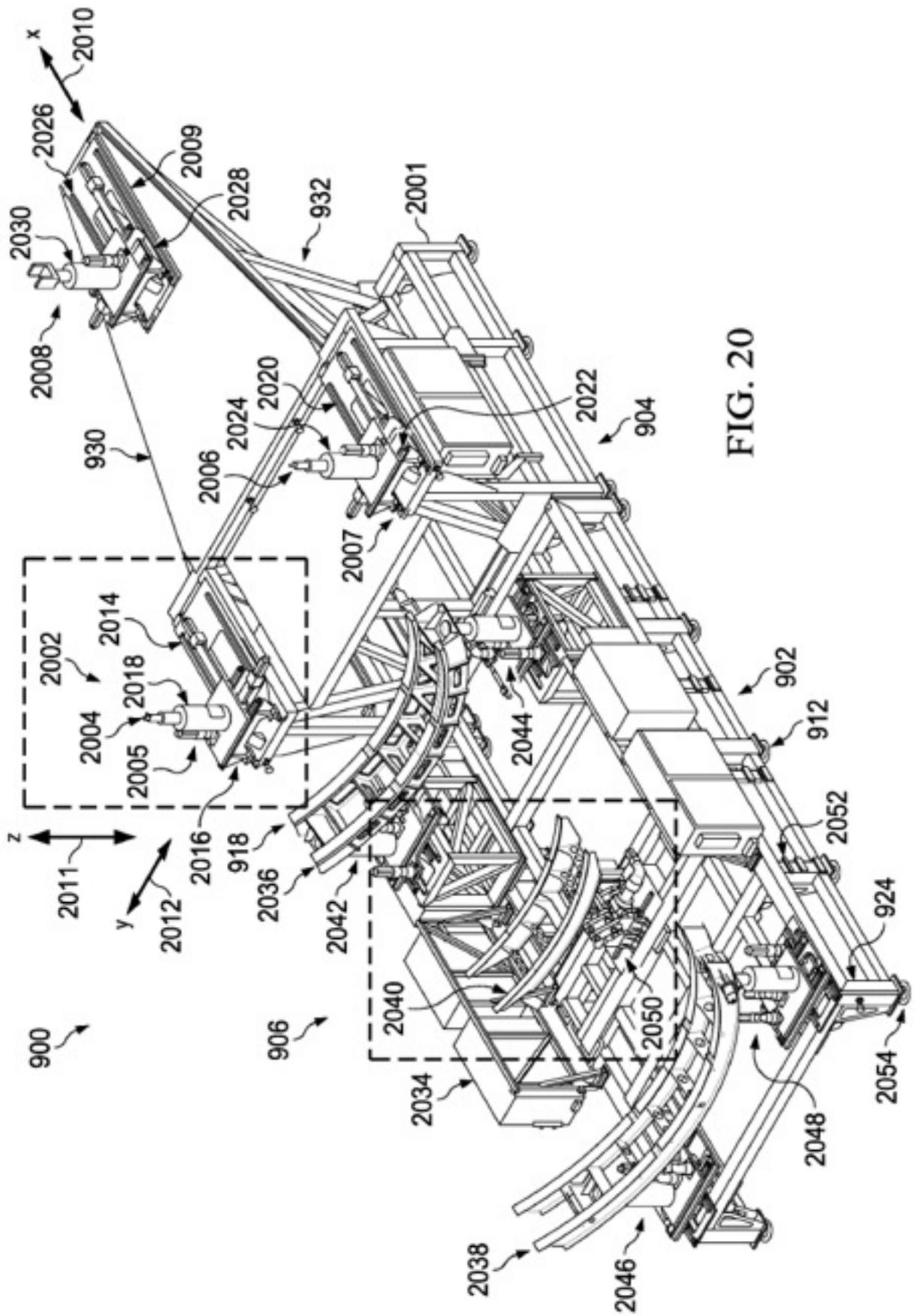


FIG. 20

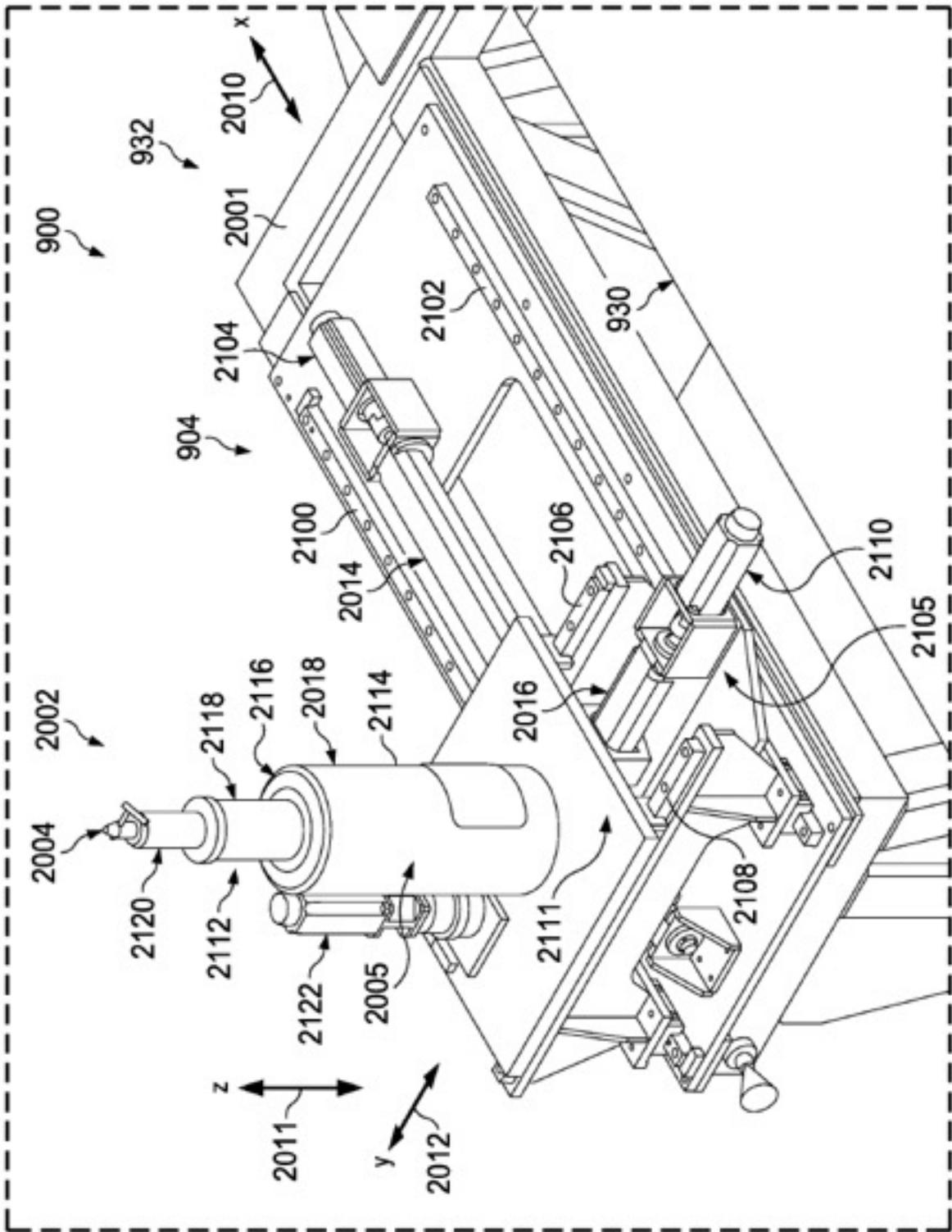


FIG. 21

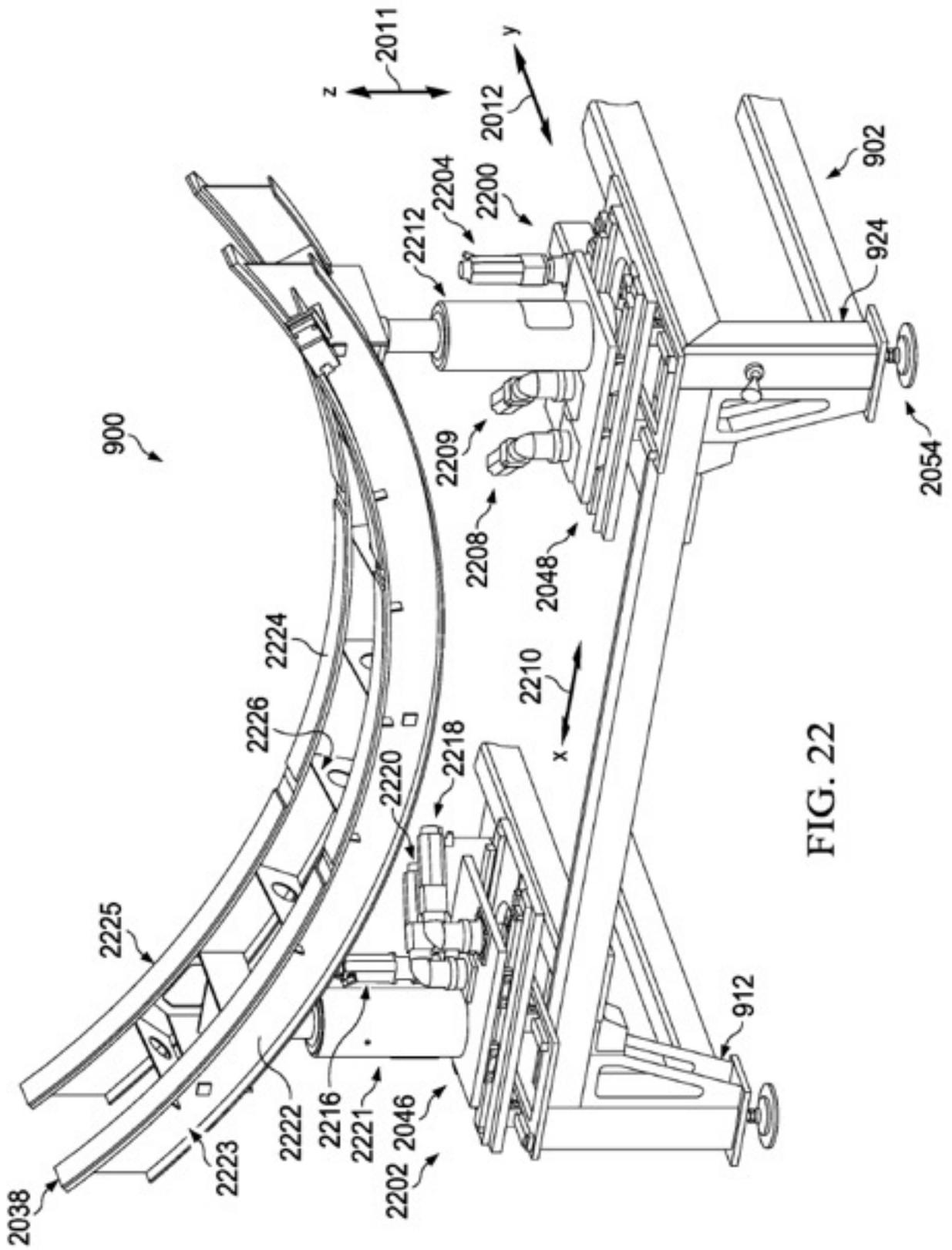


FIG. 22

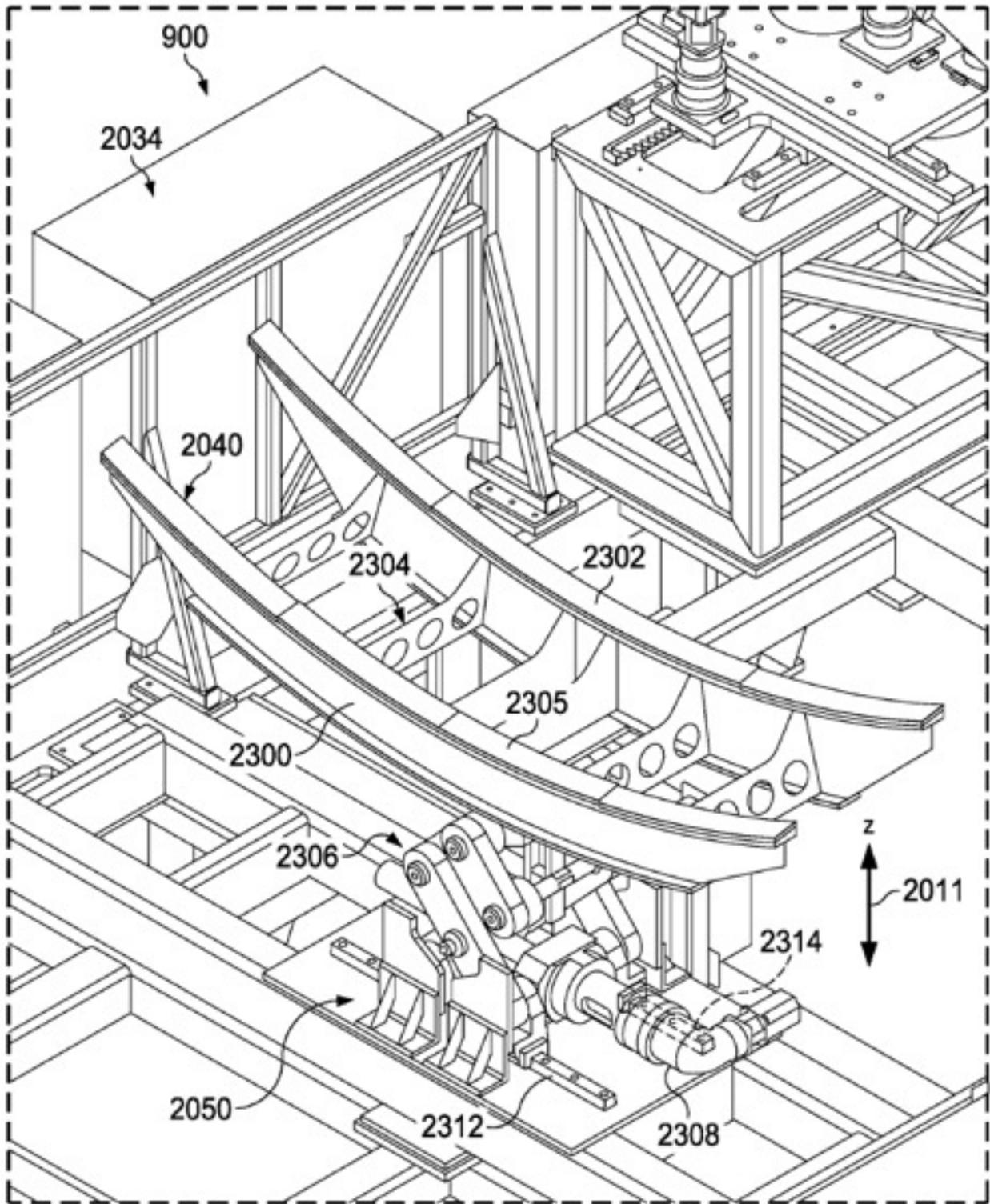


FIG. 23

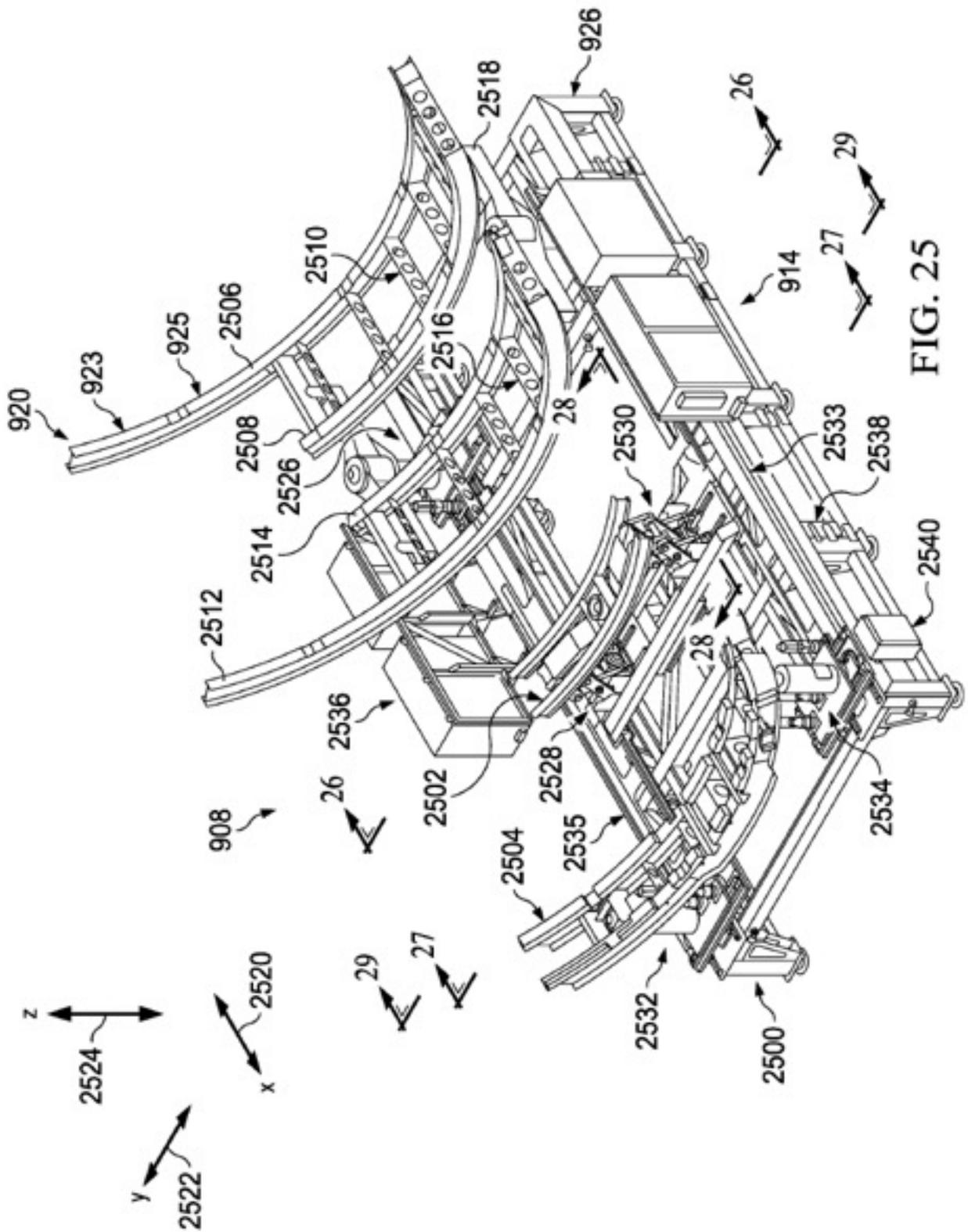


FIG. 25

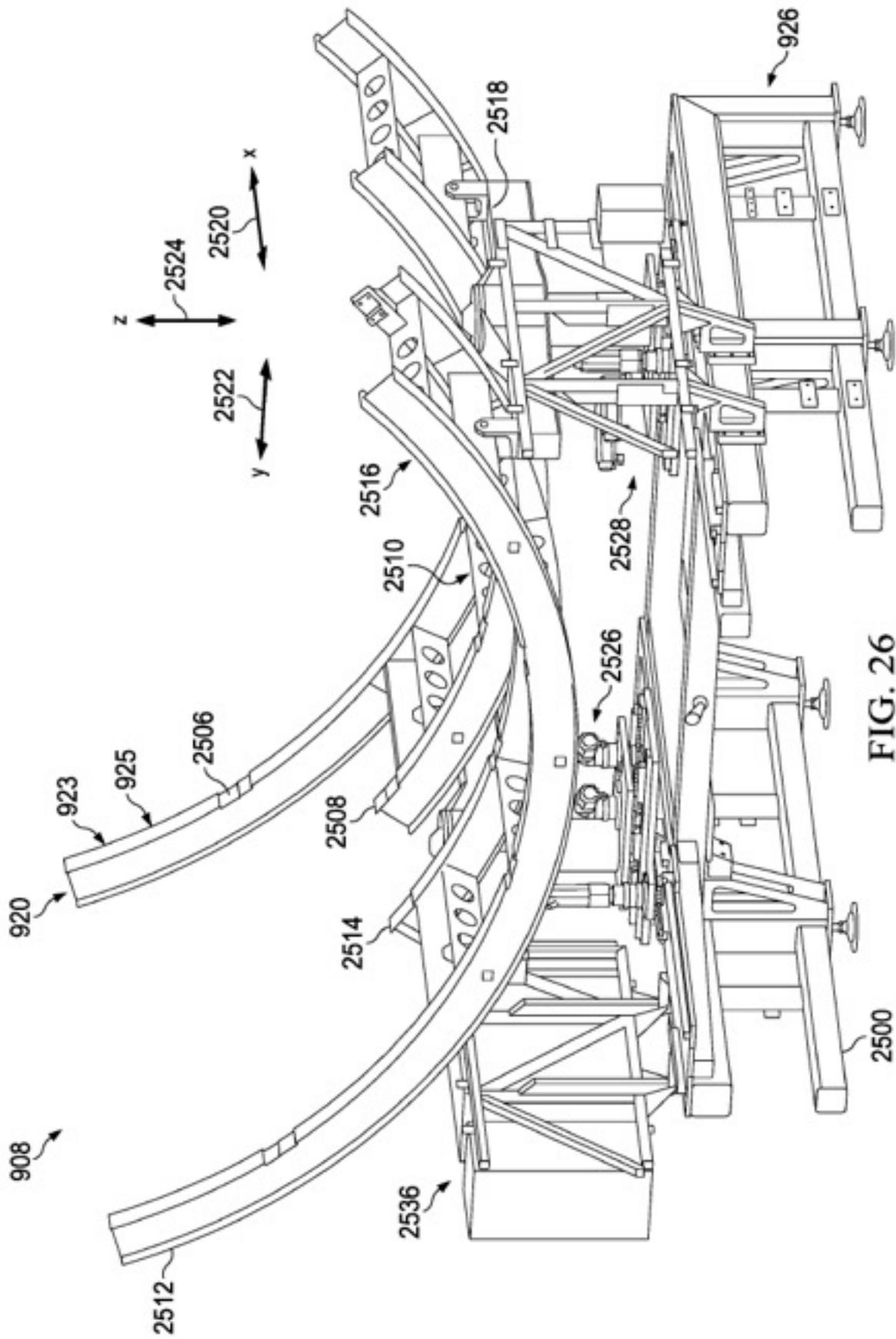


FIG. 26

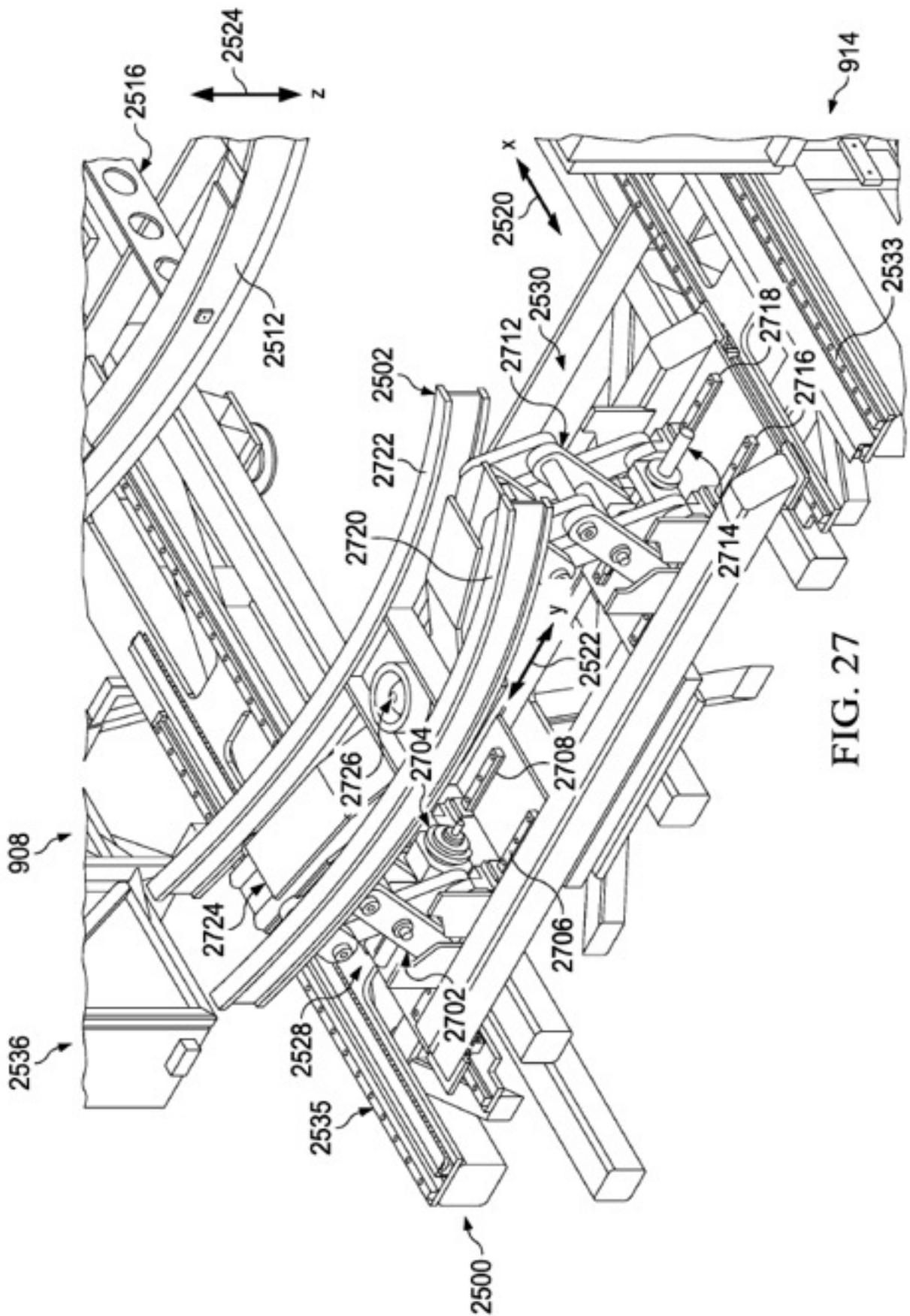


FIG. 27

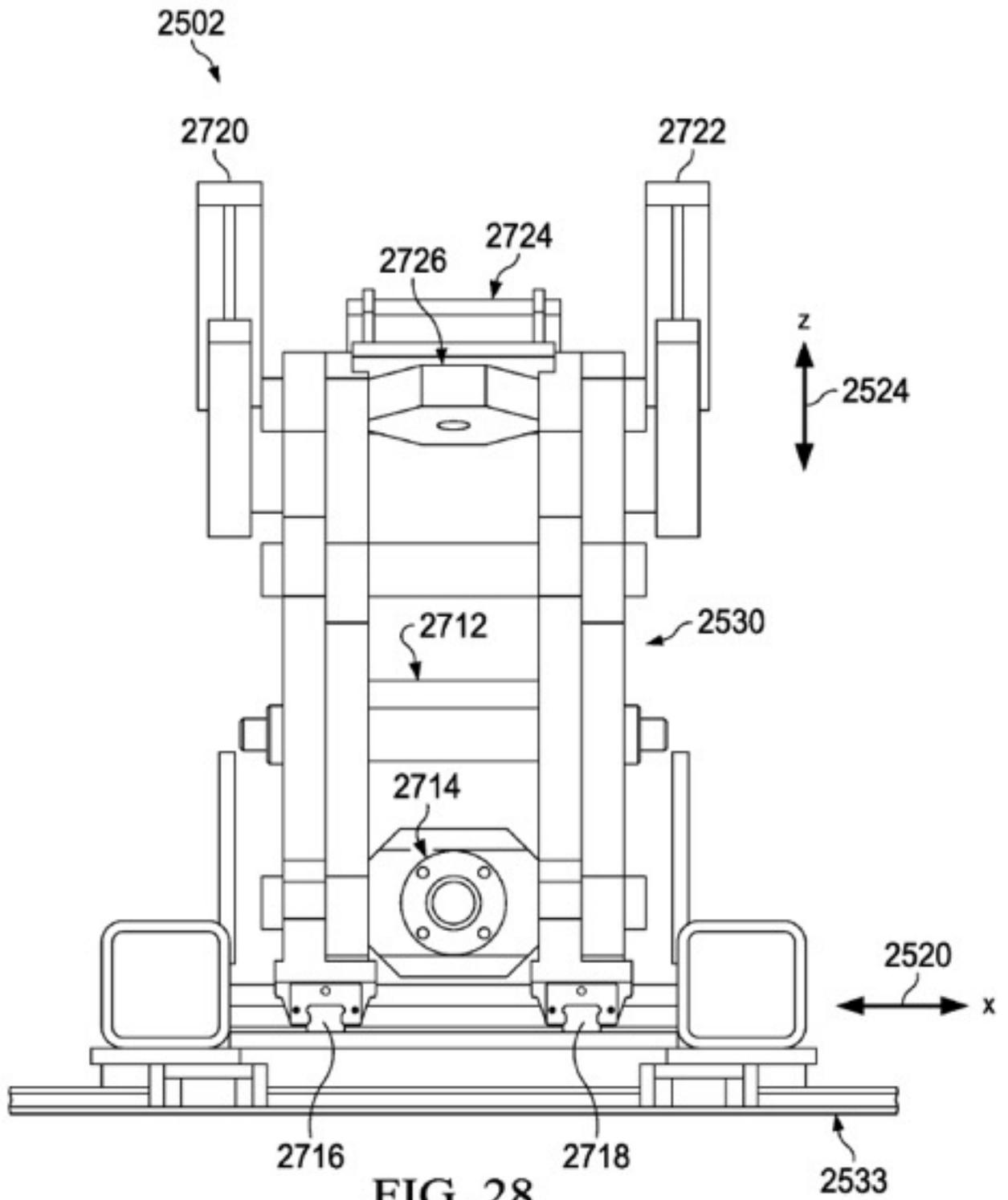


FIG. 28

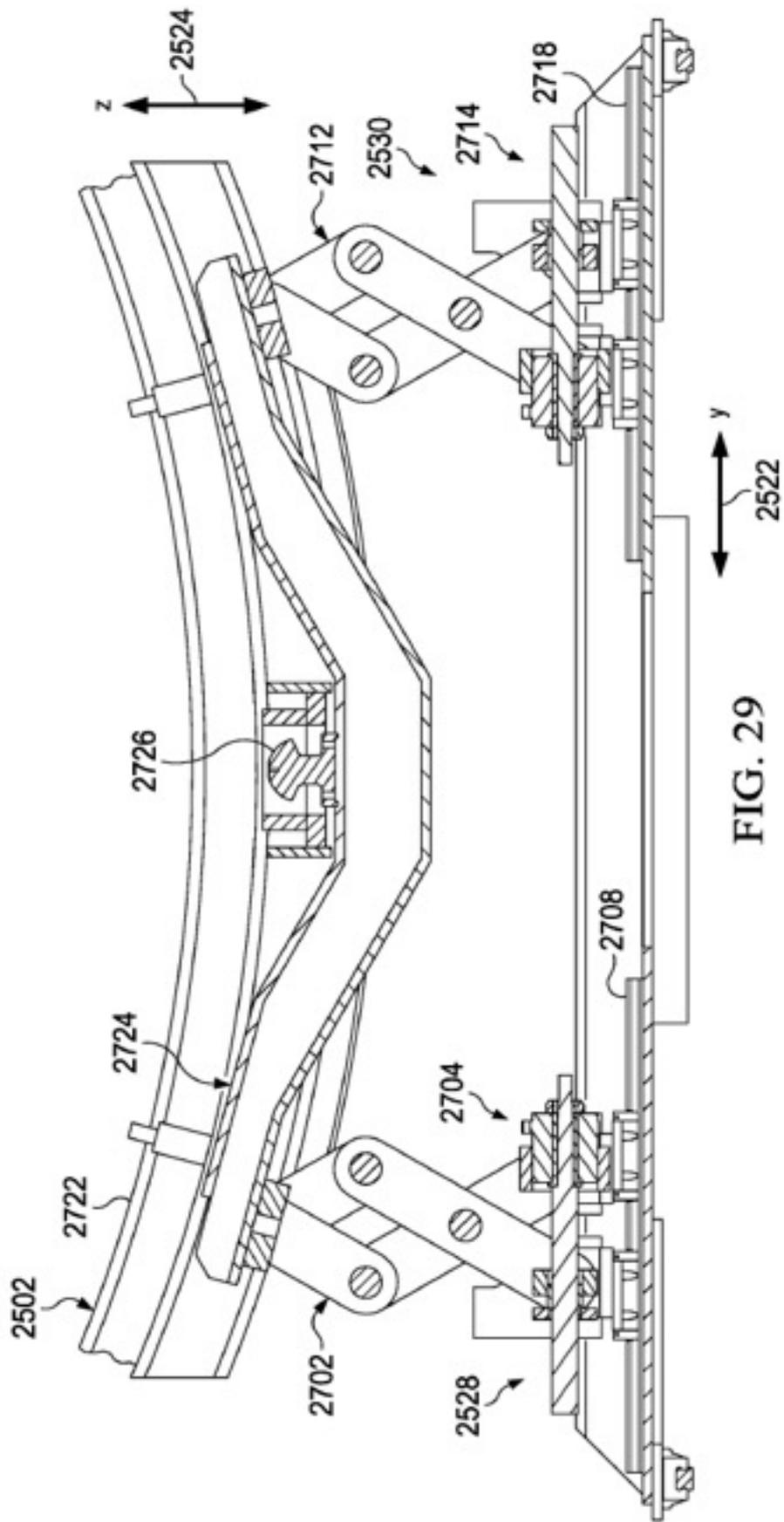


FIG. 29

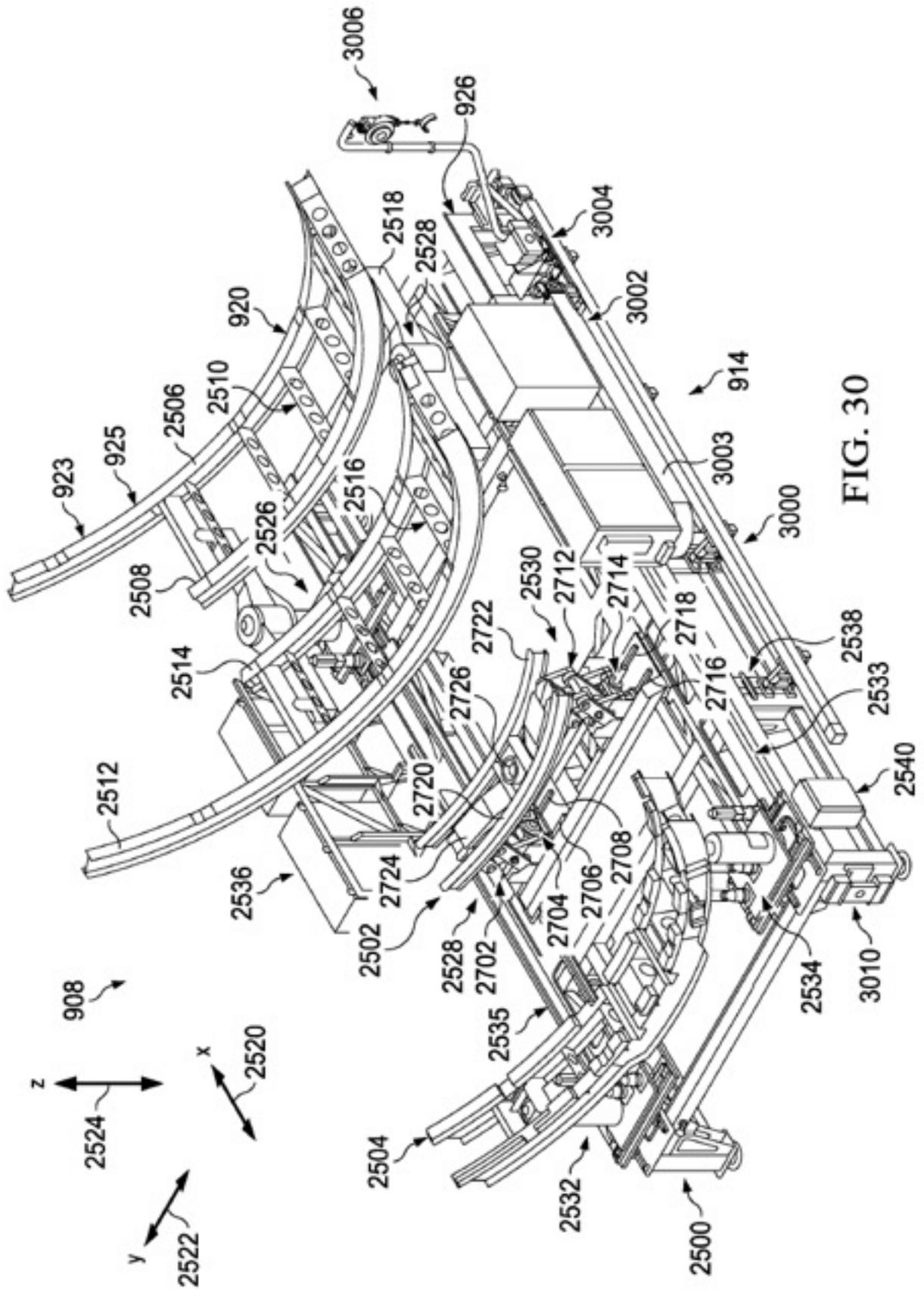


FIG. 30

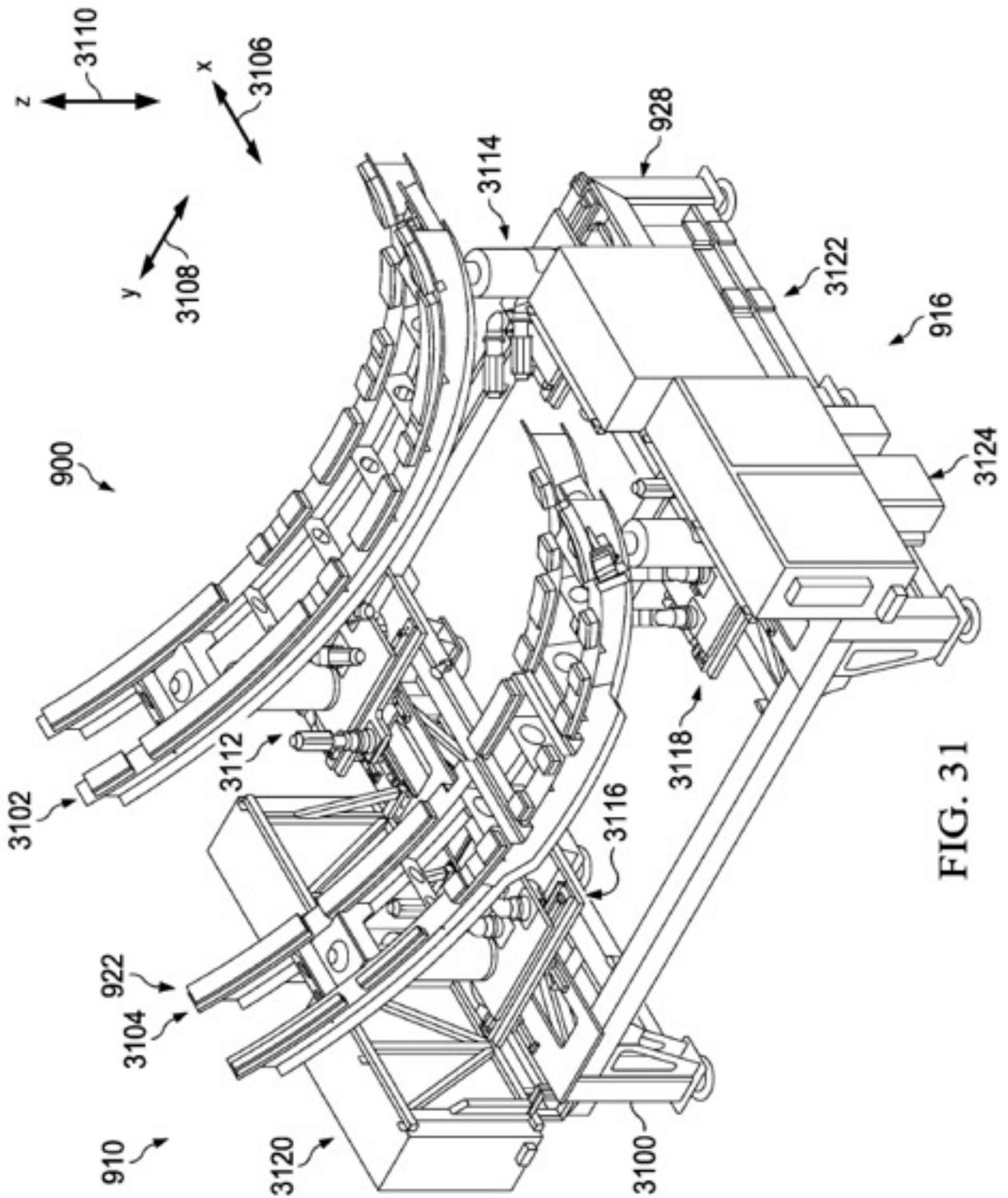


FIG. 31

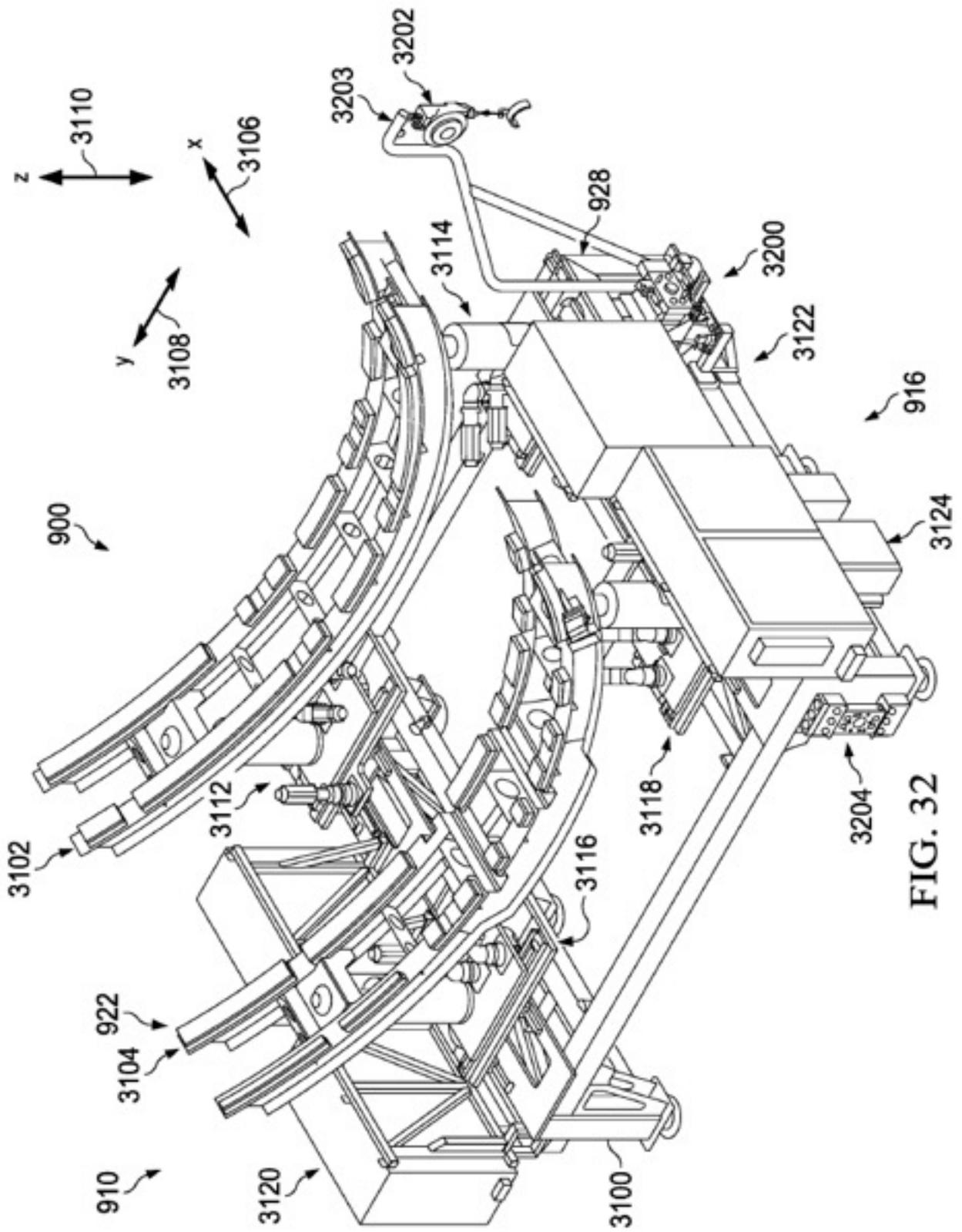


FIG. 32

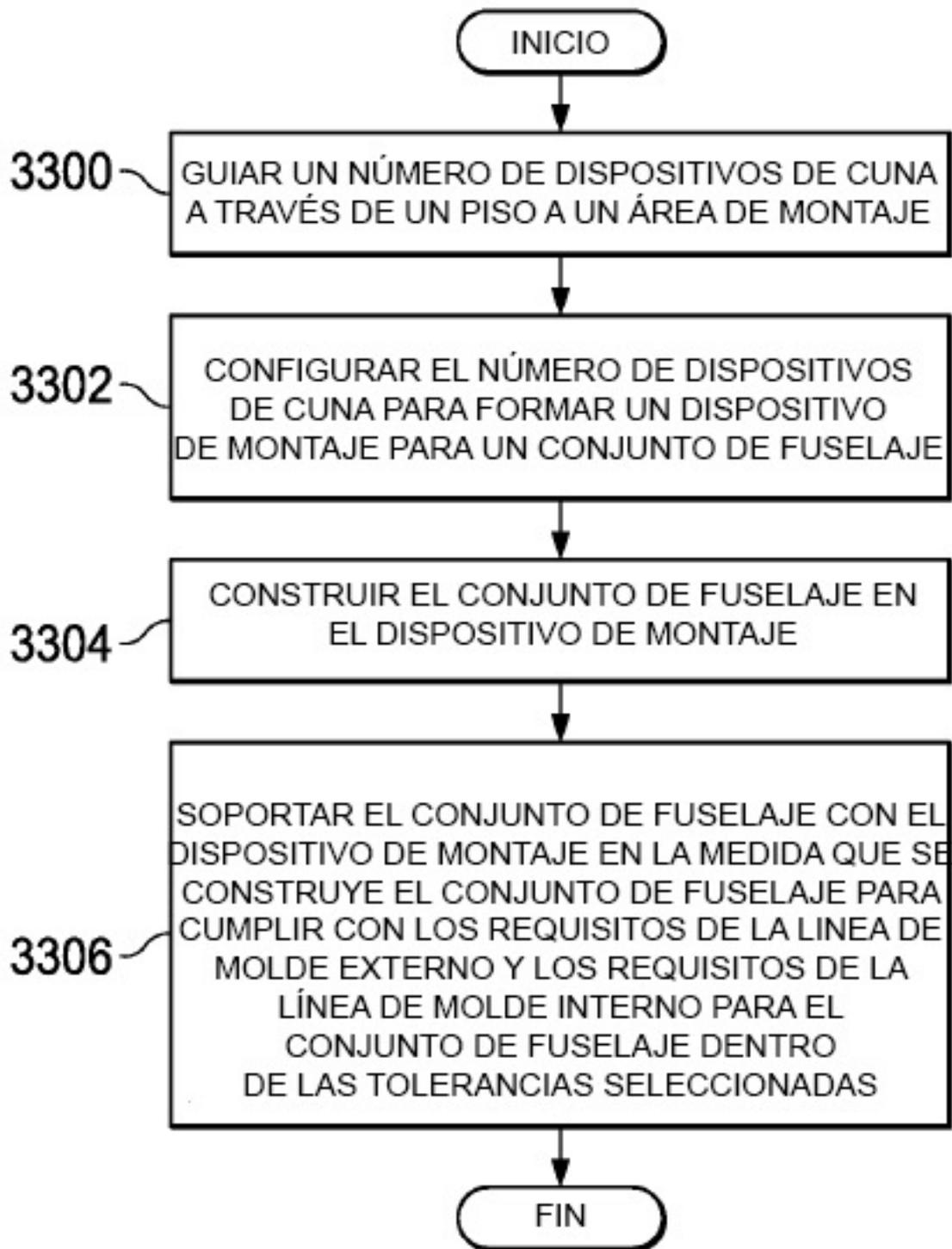


FIG. 33

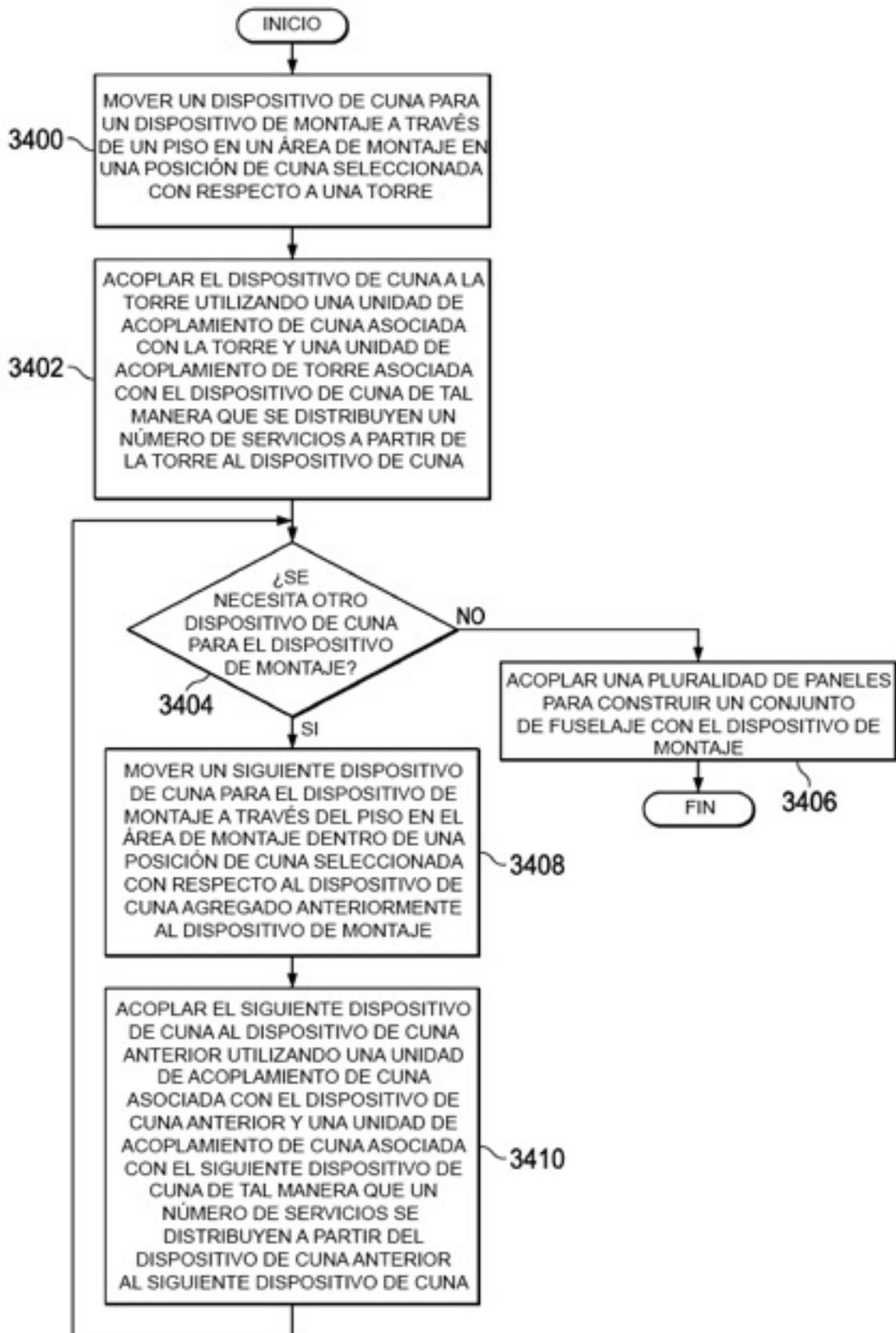


FIG. 34

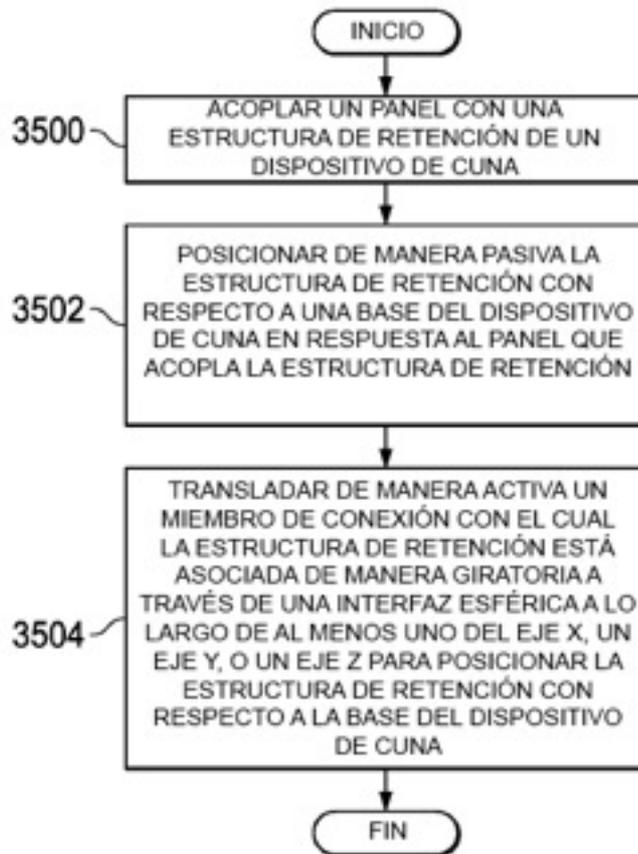


FIG. 35

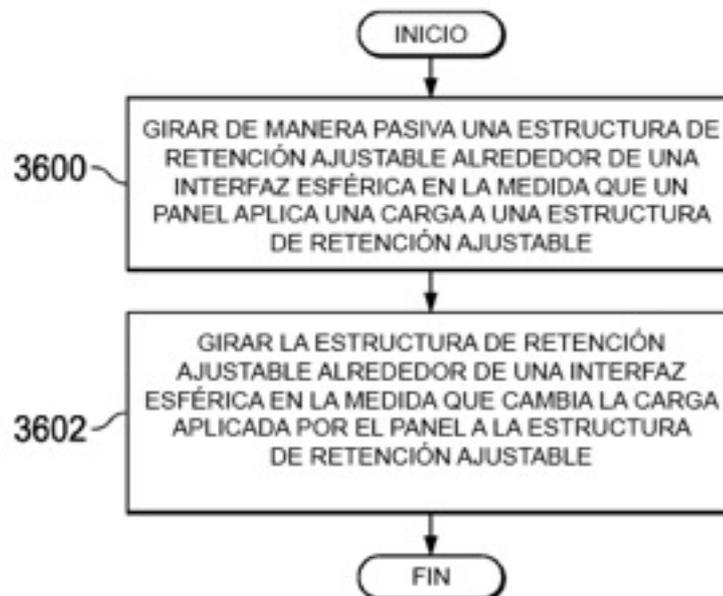


FIG. 36

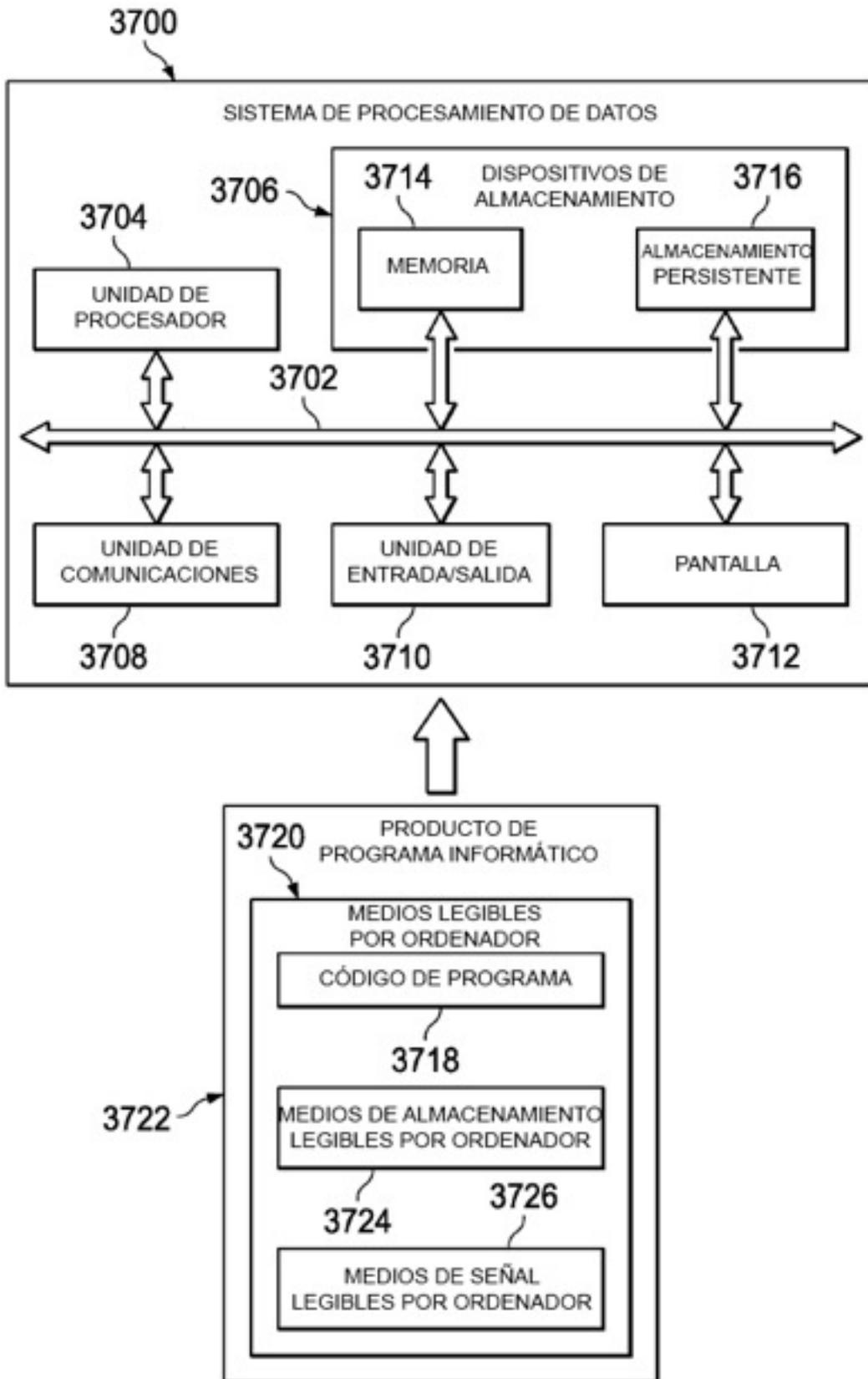


FIG. 37



FIG. 38

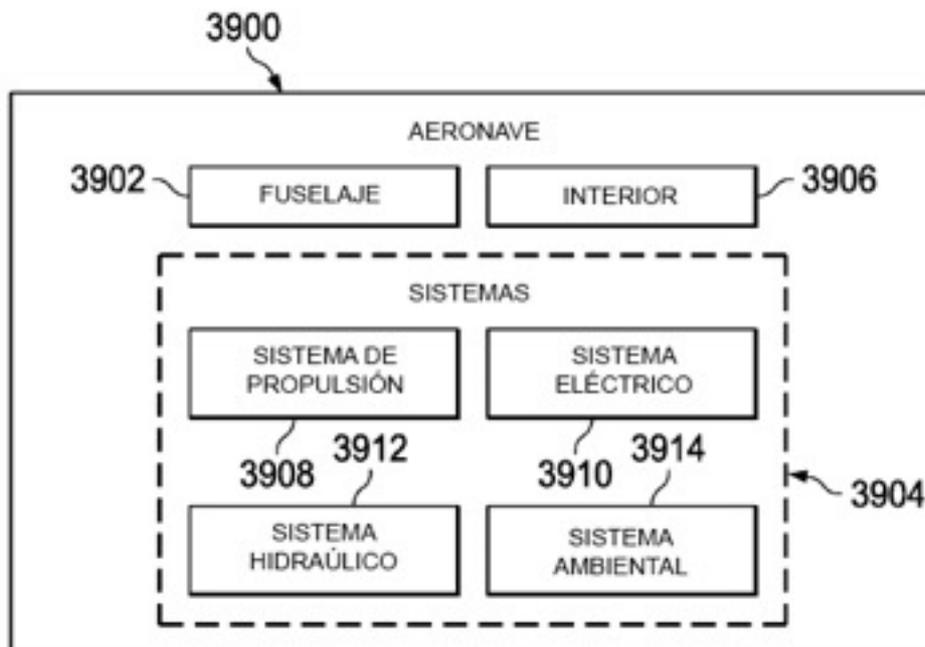


FIG. 39