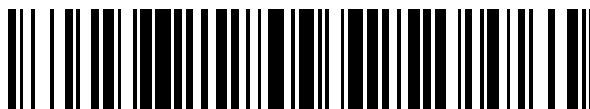


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 785 974**

51 Int. Cl.:

**B25J 5/02** (2006.01)

**B64F 5/10** (2007.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.01.2018** **E 18153203 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2020** **EP 3354412**

54 Título: **Sistema para cuatro robots y personas en colaboración en un entorno de trabajo en estrechamiento**

30 Prioridad:

**27.01.2017 US 201715418391**  
**02.03.2017 NL 2018458**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**08.10.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**MILLER, JOHN ERIC y**  
**MATHIS, DENNIS R.**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 785 974 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Sistema para cuatro robots y personas en colaboración en un entorno de trabajo en estrechamiento

### Información de antecedentes

#### 1. Campo

- 5 La divulgación se refiere en general a la robótica y más específicamente a una plataforma de trabajo humana aislada para posicionamiento estabilizado de robótica colaborativa.

#### 2. Antecedentes

- 10 Los fabricantes de aviones confían típicamente en la automatización de células de trabajo durante el proceso de construcción de un conjunto de fuselaje. Una célula de trabajo típica incluye un puesto de trabajo y uno o más dispositivos en cuna para mantener y sujetar el conjunto de fuselaje.

Actualmente, los robots se usan en el exterior del conjunto del fuselaje y algo del trabajo dentro del conjunto de fuselaje se realiza asimismo por robots. Sin embargo, se desea incrementar el uso de robots dentro del conjunto de fuselaje, así como proporcionar a las personas un acceso seguro mientras los robots trabajan dentro del conjunto de fuselaje.

- 15 Sin embargo, las plataformas usadas dentro del conjunto de fuselaje no están aisladas y, como resultado, las herramientas del extremo del brazo en los robots dentro del conjunto de fuselaje pueden rebotar o impactar en otro modo debido al movimiento de la plataforma provocado por el movimiento de personas o máquinas en la proximidad, lo que da como resultado que la herramienta del extremo del brazo en los robots quede en una localización o posición errónea.

- 20 Existe una necesidad, entonces de una plataforma de trabajo que permita a las personas trabajar con seguridad dentro del conjunto de fuselaje y que proporcione un soporte aislado para el movimiento de personas y máquinas sin impedir nada de ese movimiento a los robots que trabajan dentro del conjunto de fuselaje.

- 25 El documento de Modelo de Utilidad alemán DE 20 2015 101 427 U1 se refiere a un aparato para disposición de ventanas en bastidores de vehículo, mediante el que una plataforma de trabajo para un operario humano y una plataforma base para el soporte de un robot son externos al bastidor.

El resumen de la US 2016/0011593 A1 se refiere a un método y aparato para realizar una operación de montaje. La herramienta puede ser macro-posicionada con relación a un exterior de un conjunto de fuselaje. La herramienta puede ser micro-posicionada con relación a una localización particular en el exterior del conjunto del fuselaje. La operación de montaje puede realizarse en la localización particular en el panel usando la herramienta.

#### 30 Sumario

Para superar las limitaciones de la técnica anterior descritas más arriba y para superar otras limitaciones que serán evidentes tras la lectura y comprensión de la presente memoria, la presente divulgación describe un método y aparato para el soporte de robots y personas en colaboración en un entorno de trabajo en estrechamiento.

- 35 Se proporciona una plataforma base y se posiciona una plataforma de trabajo por encima de la plataforma base para el soporte de una o más personas, en el que la plataforma de trabajo es más estrecha que la plataforma base y la plataforma de trabajo se posiciona con relación a la plataforma base para proporcionar áreas para la colocación de una pluralidad de robots en uno o más lados de la plataforma de trabajo. Los robots están soportados sobre la plataforma base de modo independiente de la plataforma de trabajo, de modo que el movimiento de la plataforma de trabajo no afecte a las posiciones de los robots. La plataforma base y la plataforma de trabajo se configuran para
- 40 posicionarse dentro de un conjunto de fuselaje de un avión.

La divulgación se analizará ahora con referencia a la descripción y dibujos que siguen.

### Dibujos

Con referencia ahora a los dibujos en los que números de referencia iguales representan partes correspondientes a todo lo largo de los mismos:

- 45 La FIG. 1 ilustra una disposición de célula de trabajo típica para ensamblaje de un fuselaje de avión.

Las FIGS. 2A y 2B son vistas lateral y superior en perspectiva de la disposición de la célula de trabajo.

Las FIGS. 3A y 3B ilustran adicionalmente una configuración de una plataforma de trabajo, en la que la FIG. 3A es una vista en perspectiva lateral de la plataforma de trabajo y la FIG. 3B es una vista inferior de la plataforma de trabajo mostrando su lado inferior.

Las FIGS. 4A, 4B y 4C ilustran adicionalmente la configuración de la plataforma de trabajo, robots, caballetes y sistema portador de cables, en el que la FIG. 4A es una vista en perspectiva lateral de la plataforma de trabajo, robots y caballetes; la FIG. 4B es una vista superior de la plataforma de trabajo, robots y caballetes; y la FIG. 4C es una vista inferior de la plataforma de trabajo, robots, caballetes y sistema portador de cables, mostrando su lado inferior.

La FIG. 5 es una vista recortada de la plataforma de trabajo posicionada por encima de la plataforma base, en la que la vista recortada muestra solo la mitad de la plataforma de trabajo.

La FIG. 6 proporciona una vista en la que se ha eliminado la plataforma de trabajo, dejando solo los caballetes, sistema portador de cables, puestos de soporte individual y robots.

La FIG. 7 es otra vista de los caballetes en un lado de la plataforma de trabajo, así como de los puestos de soporte individual fijados al caballete, habiéndose omitido los robots.

La FIG. 8 es otra vista de los caballetes en un lado de la plataforma de trabajo, así como de los puestos de soporte individual fijados al caballete, mostrando detalles de las cintas de accionamiento doble.

La FIG. 9 ilustra las etapas de un método de fabricación y mantenimiento de avión.

La FIG. 10 ilustra un avión y sus componentes.

## Descripción detallada

En la siguiente descripción, se hace referencia a los dibujos adjuntos que forman una parte de la misma y en los que se muestra a modo de ilustración un ejemplo específico en el que puede ponerse en práctica la divulgación. Ha de entenderse que pueden utilizarse otros ejemplos y pueden realizarse cambios estructurales sin apartarse del alcance de la presente divulgación.

La FIG. 1 ilustra una disposición de célula de trabajo 10 típica que incluye uno o más dispositivos en cuna 12 para mantener y posicionar un conjunto de fuselaje 14 de un avión. Actualmente, los robots se usan en el exterior del conjunto de fuselaje 14 y parte del trabajo interior del conjunto de fuselaje 14 se realiza asimismo por robots. Sin embargo, se desea proporcionar un aparato para colocación estabilizada de robótica colaborativa dentro del conjunto de fuselaje 14.

En esta divulgación, el conjunto de fuselaje 14 se posiciona adyacente a un puesto de trabajo 16 que incluye una plataforma base 18 situada dentro del conjunto de fuselaje 14. (Parte de las estructuras de soporte del puesto de trabajo 16 se omiten en esta vista en pro de la claridad.) La plataforma base 18 se soporta de modo independiente dentro del conjunto de fuselaje 14 por el puesto de trabajo 16.

Una plataforma de trabajo 20, que es una plataforma de movimiento aislado, se posiciona con relación a la plataforma base 18. La plataforma de trabajo 20 puede posicionarse por encima de la plataforma base 18.

Se posicionan una pluralidad de robots 22 dentro del conjunto de fuselaje 14 y se soportan sobre la plataforma base 18 de modo independiente de la plataforma de trabajo 20, de modo que cualquier movimiento de la plataforma de trabajo 20, por ejemplo, flexión o sacudidas debido al movimiento en la plataforma de trabajo 20 no afecta a la posición de los robots 22 o de la plataforma base 18.

Los robots 22 se soportan independientemente de la plataforma de trabajo 20 sobre caballetes 24 situados en ambos lados de la plataforma de trabajo 20. Los caballetes 24 se montan sobre, y se soportan por, la plataforma base 18 de modo independiente de la plataforma de trabajo 20. Los caballetes 24, situadas por encima de la plataforma base 18 y debajo de la plataforma de trabajo 20, se usan para posicionar los robots 22 a lo largo de una longitud de la plataforma de trabajo 20. Los robots 22 se colocan sobre puestos de soporte individuales 26, que se montan sobre los caballetes 24.

Los robots 22 se proveen con alimentación, control y comunicación, así como suministro y retorno de piezas, a través de un sistema portador de cables 28. El sistema portador de cables 28 se posiciona en o por encima de la plataforma base 18 y por debajo de la plataforma de trabajo 20 para proporcionar una solución compacta para el suministro a los robots 22.

La plataforma de trabajo 20 tiene una altura de perfil por encima de la plataforma base 18 dentro del conjunto de fuselaje 14. La altura del perfil permite a las personas 30 acceder al interior del conjunto de fuselaje 14 mientras están de pie sobre la plataforma de trabajo 20. La altura de perfil puede ser de 30,48 cm (12 pulgadas) o menor, aunque otras realizaciones pueden tener una altura de perfil que sea mayor de 30,48 cm (12 pulgadas).

Al mismo tiempo, la plataforma de trabajo 20 fija a las personas 30 a la altura correcta para alcanzar fácilmente áreas de trabajo en el conjunto de fuselaje 14. Asimismo, el conjunto de fuselaje 14 puede girarse, de modo que las

personas 30 pueden alcanzar áreas superiores o inferiores de trabajo en el conjunto de fuselaje 14. En un ejemplo, no hay necesidad de escaleras cuando las personas 30 trabajan en el conjunto del fuselaje 14.

Los robots 22 y los puestos de soporte individual 26 se posicionan sobre los caballetes 24 ligeramente por encima de la plataforma base 18 y se extienden por encima de la plataforma de trabajo 20 a una altura necesaria para posicionar los robots 22 para un alcance óptimo dentro de un área de trabajo. Los robots 22 y los puestos de soporte individual 26 pueden tener una altura combinada de aproximadamente 76,2 cm (30 pulgadas), que es aproximadamente 45,72 cm (18 pulgadas) por encima de los 30,48 cm (altura de 12 pulgadas) de la plataforma de trabajo 20, aunque otras realizaciones pueden tener una altura combinada que sea menor o mayor de 76,2 cm (30 pulgadas).

La plataforma base 18 y la plataforma de trabajo 20 conjuntamente proporcionan un espacio de trabajo colaborativo para los robots 22 y personas 30 dentro del conjunto de fuselaje 14. La plataforma de trabajo 20 está aislada de los robots 22 para el posicionamiento estabilizado de los robots 22. Específicamente, la plataforma de trabajo 20 proporciona un soporte aislado para el movimiento de la misma sin impedir ningún movimiento a los robots 22, eliminando de ese modo los errores de posicionamiento provocados por la flexión, vibraciones o fluctuaciones en la altura de la plataforma de trabajo 20 debido al movimiento de la plataforma de trabajo 20.

Las FIGS. 2A y 2B son vistas lateral y superior en perspectiva de la disposición de la célula de trabajo 10, respectivamente, con el accesorio en cuna 12 y el conjunto de fuselaje 14 omitidos, en el que la forma y posición del conjunto de fuselaje 14 están indicadas por líneas discontinuas. Estas figuras muestran el puesto de trabajo 16 posicionado en un extremo del conjunto de fuselaje 14 para soportar de modo independiente la plataforma base 18, así como la plataforma de trabajo 20, ambas de las cuales se suspenden dentro del conjunto de fuselaje 14.

Estas vistas ilustran un aparato para soporte de cuatro robots 22 y personas 30 en colaboración en un entorno de trabajo estrecho, por ejemplo, una sección de popa/cola y una sección de morro del conjunto de fuselaje 14. Específicamente, la plataforma de trabajo 20 puede ser más estrecha que la plataforma base 18. La plataforma de trabajo 20 se posiciona con relación a la plataforma base 18 para proporcionar áreas 32 para el movimiento o posicionamiento de los robots 22 y de los puestos de soporte individuales 26, así como de las personas 30, en uno o más lados de la plataforma de trabajo 20.

La plataforma de trabajo 20 se estrecha a lo largo de su longitud, para encajar el conjunto de fuselaje 14 en estrechamiento, teniendo un extremo frontal 20a que es más ancho que un extremo posterior 20b. El extremo frontal 20a de la plataforma de trabajo 20 se posiciona en un extremo delantero del conjunto de fuselaje 14 y el extremo posterior 20b de la plataforma de trabajo 20 se posiciona en un extremo de popa del conjunto de fuselaje 14.

La configuración en estrechamiento de la plataforma de trabajo 20 se usa para exponer áreas 32 de la plataforma base 18 suficientes para que los robots 22 y personas 30 atraviesen la plataforma base 18 y maniobren alrededor de la plataforma de trabajo 20 las veces en las que los robots 22 necesitan ser mantenidos o inspeccionados en su posición. La configuración en estrechamiento también permite el uso de los mismos robots 22 para secciones en estrechamiento así como cilíndricas del conjunto de fuselaje 14.

La plataforma de trabajo 20 puede tener una configuración recta, en lugar de una configuración en estrechamiento. La configuración recta podría usarse para secciones cilíndricas del conjunto de fuselaje 14.

Una vez está en posición el conjunto de fuselaje 14, se posiciona un extremo de plataforma de soporte 34 y se enclava al extremo posterior 20b de la plataforma de trabajo 20 para asegurar la posición de la plataforma de trabajo 20. El soporte 34 del extremo de la plataforma puede comprender una estructura que está soportada a su vez de modo independiente del puesto de trabajo 16 y de la plataforma base 18.

La plataforma de trabajo 20 incluye también una parte en rampa 20c, adyacente al extremo frontal 20a, que se sujeta a través de la plataforma base 18 y del puesto de trabajo 16, en el que la parte en rampa 20c facilita el acceso de la persona 30 y carrito de trabajo a la plataforma de trabajo 20. Además, se proporciona una cornisa 20d a lo largo de uno (o ambos) de los lados de la plataforma de trabajo 20 para que las personas 30 permanezcan sobre ella.

Las FIGS. 3A y 3B ilustran adicionalmente la configuración de la plataforma de trabajo 20. La FIG. 3A es una vista en perspectiva lateral de la plataforma de trabajo 20, tomada en la línea 3A-3A de la FIG. 2A mirando en la dirección de las flechas; y la FIG. 3B es una vista inferior de la plataforma de trabajo 20 mostrando su lado inferior, tomada en la línea 3B-3B de la FIG. 3A mirando en la dirección de las flechas.

La plataforma de trabajo 20 puede tener una configuración en estrechamiento, con una parte más ancha 20a (el extremo frontal 20a) en un extremo delantero de la plataforma de trabajo 20 y una parte más estrecha 20b (el extremo posterior 20b) en un extremo de popa de la plataforma de trabajo 20. La plataforma de trabajo 20 incluye también una parte en rampa 20c adyacente al extremo frontal 20a, que está en ángulo descendente desde la

plataforma de trabajo 20 para apoyar sobre o por encima de la plataforma base 18 (no mostrada).

Además, la plataforma 20 tiene una superficie superior plana 20a, 20b, 20c tal como se muestra en la FIG. 3A y una superficie inferior estriada 20e con travesaños longitudinales 20f tal como se muestra en la FIG. 3B. La FIG. 3B también muestra el lado inferior de la cornisa 20d de la plataforma de trabajo 20.

5 Las FIGS. 4A, 4B y 4C ilustran adicionalmente la configuración de la plataforma de trabajo 20, robots 22, caballetes 24, puestos de soporte individual 26 y sistema portador de cables 28. La FIG. 4A es una vista en perspectiva lateral de la plataforma de trabajo 20 (incluyendo del extremo frontal 20a, extremo posterior 20b y rampa 20c), robots 22, caballetes 24 y puestos de soporte individual 26, tomada en la línea 4A-4A de la FIG. 2B mirando en la dirección de las flechas; la FIG. 4B es una vista superior de la plataforma de trabajo 20 (incluyendo el extremo frontal 20a,  
10 extremo posterior 20b, rampa 20c y cornisa 20d), robots 22, caballetes 24 y puestos de soporte individual 26, tomada en la línea 4B-4B de la FIG. 4A mirando en la dirección de las flechas; y la FIG. 4C es una vista inferior de la plataforma de trabajo 20 (incluyendo el extremo frontal 20a, extremo posterior 20b, rampa 20c, cornisa 20d y travesaños 20f), robots 22, caballetes 24, puestos de soporte individual 26 y sistema portador de cables 28, tomada en la línea 4C-4C de la FIG. 4A mirando en la dirección de las flechas.

15 Puede haber caballetes 24 separados en cada lado de la plataforma de trabajo 20. Cada uno de los robots 22 se coloca sobre un puesto de soporte individual 26 que se fija a sus caballetes respectivos 24. Los robots 22 y los puestos de soporte individual 26 se soportan totalmente por los caballetes 24, que a su vez están soportadas por la plataforma base 18 (no mostrada) y no están afectadas por el movimiento de la plataforma de trabajo 20.

20 En el diseño de los caballetes 24, se identificó la necesidad de posicionar independientemente dos robots 22 en cada lado de la plataforma de trabajo 20 usando solamente un único caballete 24. Los sistemas actuales solo permiten que se posicione un robot junto con un caballete 24. El caballete único 24 puede permitir el control independiente para accionar dos robots 22 en un lado de la plataforma de trabajo 20 a sus localizaciones específicas respectivas usando alta precisión.

25 Cada uno de los dos robots 22 en un lado de la plataforma de trabajo 20 se mueve lateralmente a lo largo del costado de la plataforma de trabajo 20 por medio de un único caballete 24. Específicamente, el caballete 24 permite que cada uno de los robots 22 recorra una parte sustancial de la longitud de la plataforma de trabajo 20 en un lado de la plataforma de trabajo 20, excepto por el espacio ocupado por el otro robot 22, así como el espacio en el lado opuesto del otro robot 22.

30 El sistema portador de cables 28 puede posicionarse al menos parcialmente debajo de la plataforma de trabajo 20 y se adapta a una configuración en estrechamiento de la plataforma de trabajo 20. El sistema portador de cables 28 proporciona un conjunto de cables 36 para cada uno de los robots 22. Aunque se muestran como elementos individuales, cada uno de los cables 36 puede comprender una agrupación cables de alimentación, control y comunicación, así como tubos de suministro y retorno de piezas.

35 El sistema portador de cables 28 se diseña para estar integrado con la plataforma de trabajo 20, pero puede usarse independientemente de ella. En el diseño del sistema portador de cables 28, no había conceptos disponibles para apilado y anidado de dos pares de cables 36 que proporcionarían servicio a cuatro robots 22 en una configuración en estrechamiento, con un espacio compacto entre la plataforma base 18 y la plataforma de trabajo 20. El sistema portador de cables 28 proporciona un método único para apilado y anidado de pares de cables 36 hacia los robots 22 en cada lado de la plataforma de trabajo 20, mientras se impide que los cables 36 interfieran entre sí y aún  
40 permitan un intervalo de movimiento completo.

Además, los travesaños longitudinales 20f de la plataforma de trabajo 20 soportan al menos partes de los cables 36 por encima de la plataforma base 18, para apilado de los pares de cables 36, de modo que no interfieran entre sí. Específicamente, un cable superior 36 en un par está soportado por los travesaños longitudinales 20f por encima de un cable inferior 36 en el par, lo que permite que el cable superior 36 deslice sobre el cable inferior y el cable inferior  
45 36 deslice bajo el cable superior 36, sin que los cables 36 hagan contacto.

La FIG. 5 es una vista recortada de la plataforma de trabajo 20 posicionada por encima de la plataforma base 18, en el que la vista recortada muestra solo la mitad izquierda de la plataforma de trabajo 20, con la mitad derecha de la plataforma de trabajo 20 eliminada, tomada en la línea 5-5 de la FIG. 2A mirando en la dirección de las flechas.

50 El extremo frontal 20a de la plataforma de trabajo 20 se monta sobre uno o más elevadores 38, 40 montados sobre la plataforma base 18, mientras el extremo posterior 20b de la plataforma de trabajo 20 está en voladizo por encima de la plataforma base 18. Una vez está en posición el conjunto de fuselaje 14, se posiciona el extremo de la plataforma de soporte 34 y se enclava al extremo posterior 20b de la plataforma de trabajo 20 para asegurar la posición de la plataforma de trabajo 20.

El elevador 38 es también una estructura de soporte y se compone de un reborde inferior 38a, un elemento en malla vertical con forma triangular 38b y un reborde superior 38c, en el que el elemento en malla vertical con forma triangular 38b conecta el reborde inferior 38a al reborde superior 38c. El reborde inferior 38a se monta sobre la plataforma base 18 y la plataforma de trabajo 20 se monta sobre el reborde superior 38c.

5 De manera similar, el elevador 40 es una estructura de soporte y está compuesta de un reborde inferior 40a, un elemento en malla vertical con forma triangular 40b y un reborde superior 40c, en el que el elemento en malla vertical con forma triangular 40b conecta el reborde inferior 40a al reborde superior 40c. El reborde inferior 40a se monta sobre la plataforma base 18 y la plataforma de trabajo 20 se monta sobre el reborde superior 40c.

10 Obsérvese que solo se muestra una parte del elevador 40 con la mitad derecha de la plataforma de trabajo 20 eliminada, por ejemplo, aproximadamente la mitad del elevador 40, con la parte restante del elevador 40 oculta por debajo de la mitad izquierda de la plataforma de trabajo 20. Obsérvese también que hay otro elevador 38 oculto debajo de la mitad izquierda de la plataforma de trabajo 20, en el que el elevador oculto 38 se posiciona en el lado opuesto del elevador 38 mostrado en la FIG. 5.

15 La parte de rampa 20c de la plataforma de trabajo 20 también se monta sobre los elevadores 38, 40 para proporcionar un acceso fácil desde la plataforma base 18. La parte de rampa 20c de la plataforma de trabajo 20 está soportada en o por encima del elemento en malla vertical con forma triangular 38b. La parte de rampa 20c de la plataforma de trabajo 20 también está soportada en o por encima del elemento en malla vertical con forma triangular 40b.

20 Los elevadores 38, 40 para la plataforma de trabajo 20 se posicionan sobre la plataforma base 18 de tal manera que no interfieren con los caballetes 24 o el sistema portador de cables 28. Los elevadores 38, 40 permiten que los caballetes 24 y el sistema portador de cables 28 se posicionen entre la plataforma de trabajo 20 y la plataforma base 18.

25 El elevador 40 puede incluir también una sección de soporte 40d para al menos partes de los cables 36 situados a mitad de camino del elemento en malla vertical 40b, para apilado de los pares de cables 36, de modo que no interfieran entre sí. Específicamente, un cable superior 36 en un par está soportado por la sección de soporte 40d por encima de un cable inferior 36 en el par, lo que permite que el cable superior 36 deslice sobre el cable inferior y el cable inferior 36 deslice bajo el cable superior 36, sin que los cables 36 hagan contacto.

30 Como se ha indicado anteriormente, puede haber un caballete 24 posicionado adyacente a cada borde interior de la plataforma de trabajo 20 para el movimiento de los robots 22 a lo largo de una longitud de la plataforma de trabajo 20. El caballete 24 se construye de un tubo de soporte cuadrado principal 42 de acero que se ancla cerca del elevador 38 en un extremo, es decir, un extremo delantero 18a, de la plataforma base 18, de modo que el peso del caballete 24 esté soportado desde el extremo delantero 18a de la plataforma base 18. un resto del tubo de soporte cuadrado principal 42 de acero está en voladizo y se sitúa por encima de la plataforma base 18 hacia otro extremo, es decir, un extremo de popa 18b, de la plataforma base 18, de modo que el caballete 24 esté aislado respecto al movimiento de la plataforma de trabajo 20. El tubo de soporte cuadrado principal 42 de acero se acopla a continuación al soporte del extremo de plataforma 34 en el extremo de popa 18b de la plataforma base 18. Está presente otro caballete 24 en el lado izquierdo de la plataforma de trabajo 20, en una imagen especular del caballete 24 mostrado, pero está tapada por la plataforma de trabajo 20 en esta vista.

40 La plataforma de trabajo 20 también incluye uno o más paneles de acceso 44 extraíbles. En el ejemplo de la FIG. 5, hay un panel de acceso 44 en la mitad izquierda de la plataforma de trabajo 20 mostrada, pero habría paneles de acceso colocados de modo similar en la mitad derecha de la plataforma de trabajo 20 que se omiten. Los paneles de acceso 44 extraíbles se diseñan para proporcionar acceso a componentes del caballete 24 y sistema portador de cables 28 debajo de la plataforma de trabajo 20, por ejemplo, para reparación, instalación y/o retirada.

45 La FIG. 6 proporciona una vista en la que se ha eliminado la plataforma de trabajo 20, pero con su figura indicada por líneas discontinuas, dejando solamente los robots 22, caballetes 24, puestos de soporte individual 26 y sistema portador de cables 28.

50 El sistema portador de cables 28 mantiene los cables 36a, 36b, 36c, 36d en una configuración cruzada en el espacio entre la plataforma base 18 y la plataforma de trabajo 20. Específicamente, El sistema portador de cables 28 posiciona los cuatro cables 36a, 36b, 36c, 36d para alimentar independientemente los cuatro robots 22a, 22b, 22c, 22d sin interferir entre sí y permitiendo aún un intervalo completo de movimiento para los cables 36a, 36b, 36c, 36d.

La forma de la plataforma de trabajo 20 ayuda a guiar al sistema portador de cables 28. Además, las secciones de los cables 36a y 36c se anclan en 28a y las secciones de los cables 36b y 36d se anclan en 28b, en donde se cruzan, para pivotar, lo que permite que los cables 36a, 36b, 36c, 36d vayan desde un radio mínimo a uno máximo sin deslizarse desde las localizaciones ancladas en 28a, 28b, lo que ayuda a la cantidad correcta de cable 36a, 36b,

36c, 36d se coloque en todo momento. El anclaje de los cables 36a, 36b, 36c, 36d en 28a, 28b impide que los cables 36a, 36b, 36c, 36d deslicen hacia atrás a través del área de cruce e interfieran con cualquier conjunto opuesto de cables 36a, 36b, 36c, 36d.

Los cables 36a, 36b o 36c, 36d para los robots 22a, 22b o 22c, 22d en un primer lado de la plataforma de trabajo 20 son suministrados desde un segundo lado de la plataforma de trabajo 20 opuesto al primer lado de la plataforma de trabajo 20 en un primer extremo de la plataforma de trabajo 20, y los cables 36a, 36b o 36c, 36d para los robots 22a, 22b o 22c, 22d en el segundo lado de la plataforma de trabajo 20 son suministrados desde el primer lado de la plataforma de trabajo 20 opuesto al segundo lado de la plataforma de trabajo 20 en el primer extremo de la plataforma de trabajo 20. Por ejemplo, los cables 36a, 36b para los dos robots 22a, 22b en un lado derecho de la plataforma de trabajo 20 se disponen sobre la plataforma base 18 y se alimentan desde un lado izquierdo de la plataforma base 18 en el extremo frontal 20a de la plataforma de trabajo 20. Los cables 36c, 36d para los dos robots 22c, 22d en el lado izquierdo de la plataforma de trabajo 20 se alimentan desde el lado derecho de la plataforma de trabajo 20 en el extremo frontal 20a de la plataforma de trabajo 20.

En el sistema portador de cables 28, los cables 36a, 36b, 36c, 36d se cruzan para comunicar con los robots 22a, 22b, 22c, 22d, de modo que los cables 36a, 36b, 36c, 36d circulan desde adyacentes al extremo frontal 20a en un lado de la plataforma de trabajo 20 a adyacentes al extremo posterior 20b y al extremo frontal 20a en un lado opuesto de la plataforma de trabajo 20. Por ejemplo, el cable 36a se conecta al robot 22a; el cable 36b se conecta al robot 22b; el cable 36c se conecta al robot 22c; y el cable 36d se conecta al robot 22d. Los cables 36a y 36b circulan desde adyacentes al extremo frontal 20a de la plataforma de trabajo 20 en el lado izquierdo de la plataforma de trabajo 20 a adyacentes al extremo posterior 20b y al extremo frontal 20a de la plataforma de trabajo 20 en el lado derecho de la plataforma de trabajo 20. Los cables 36c y 36d circulan desde adyacentes al extremo frontal 20a de la plataforma de trabajo 20 en el lado derecho de la plataforma de trabajo 20 a adyacentes al extremo posterior 20b y al extremo frontal 20a de la plataforma de trabajo 20 en el lado izquierdo de la plataforma de trabajo 20.

Los cables 36a, 36b, 36c, 36d se apilan y anidan de modo que uno primero de los cables 36a, 36b o 36c, 36d pueda alcanzar cualquier localización de popa (hacia el extremo posterior 20b) de uno segundo de los cables 36b, 36a o 36d, 36c y el segundo de los cables 36a, 36b o 36c, 36d pueda alcanzar cualquier localización hacia delante (hacia el extremo frontal 20a) del primero de los cables 36b, 36a o 36d, 36c. Por ejemplo, los cables 36a, 36b se apilan y anidan de modo que el cable 36a pueda alcanzar cualquier localización hacia atrás (hacia el extremo posterior 20b) del cable 36b y el cable 36b pueda alcanzar cualquier localización hacia adelante (hacia el extremo frontal 20a) del cable 36a. De manera similar, los cables 36c, 36d se apilan y anidan de modo que el cable 36c pueda alcanzar cualquier localización hacia atrás (hacia el extremo posterior 20b) del cable 36d y el cable 36d pueda alcanzar cualquier localización hacia adelante (hacia el extremo frontal 20a) del cable 36c.

Además, los cables 36a, 36b, 36c, 36d se apilan y anidan, de modo que en cada lado de la plataforma de trabajo 20, uno primero de los robots 22a, 22b, 22c, 22d pueda trasladarse hacia un primer extremo (20a o 20b) de la plataforma de trabajo 20, mientras un segundo de los robots 22a, 22b, 22c, 22d se traslada hacia un segundo extremo (20b o 20a) de la plataforma de trabajo 20, sin que los cables 36a, 36b, 36c, 36d interfieran entre sí. Por ejemplo, un robot 22a puede trasladarse hacia el extremo frontal 20a de la plataforma de trabajo 20, mientras otro robot 22b se traslada hacia el extremo posterior 20b de la plataforma de trabajo 20, sin que los cables 36a, 36b interfieran entre sí; y un robot 22c puede trasladarse hacia el extremo frontal 20a de la plataforma de trabajo 20, mientras otro robot 22d se traslada hacia el extremo posterior 20b de la plataforma de trabajo 20, sin que los cables 36c, 36d interfieran entre sí.

De lo contrario, existiría el problema de la restricción potencial de movimiento de los cuatro robots 22a, 22b, 22c, 22d. Los sistemas actuales de seguimiento de cables no anidan y apilan en un patrón de cruce para proporcionar el alcance completo que se requiere en esta configuración. El sistema portador de cables 28 permite que los cables 38, 38b, 38c, 38d se conecten a los robots 22a, 22b, 22c, 22d en un espacio de trabajo muy pequeño mientras no interfieren entre sí.

La FIG. 7 es otra vista de los caballetes 24 en un lado de la plataforma de trabajo 20 (no mostrada), así como de los puestos de soporte individuales 26a, 26b fijados al caballete 24, omitiéndose los robots 22. En el diseño del caballete 24, se identificó la necesidad de posicionar independientemente dos robots 22 usando solamente un único caballete 24. Los sistemas actuales solo permiten que se posicione un robot junto con un caballete. Este sistema permite que un control independiente accione ambos robots 22 a localizaciones específicas sobre un único caballete 24 usando alta precisión.

El caballete 24 incluye una pluralidad de cintas de accionamiento 46a, 46b para posicionamiento independiente de los puestos de soporte individuales 26a, 26b (y de los robots 22 colocados sobre ellos). Puede haber dos cintas 46a, 46b moviéndose a lo largo de la longitud del caballete 24, en el que las dos cintas 46a, 46b se posicionan verticalmente relativamente entre ellas. La cinta superior 46a puede accionar el puesto de soporte individual de popa 26a y la cinta inferior 46b puede accionar el puesto de soporte individual delantero 26b, aunque esto puede invertirse en otras realizaciones.

Cada uno de los puestos de soporte individuales 26a, 26b en un lado de la plataforma de trabajo 20 se mueven lateralmente a lo largo del costado de la plataforma de trabajo 20 por medio de las cintas de accionamiento 46a, 46b. Específicamente, las cintas de accionamiento 46a, 46b permiten que cada uno de los puestos de soporte individual 26a, 26b recorra la longitud de la plataforma de trabajo 20, excepto el espacio ocupado por el otro puesto de soporte individual 26a, 26b, en un lado de la plataforma de trabajo 20.

Cada uno de los puestos de soporte individual 26a, 26b incluye una base 48 que se extiende por debajo del tubo de soporte cuadrado principal 42 del caballete 24 para contrapesar el puesto de soporte individual 26a, 26b (y del robot 22 colocado sobre él).

El tubo de soporte cuadrado principal 42 se compone de dos carriles de guía 50a, 50b, que comprenden un carril de guía superior 50a y un carril de guía inferior 50b. Cada uno de los puestos de soporte individuales 26a, 26b incluye un soporte 52 que monta la base 48 a los carriles de guía 50a, 50b del caballete 24 para proporcionar movimiento y soporte del puesto de soporte individual 26a, 26b (y del robot 22 colocado sobre él).

Cada uno de los puestos de soporte individuales 26a, 26b están en voladizo respecto a los carriles 50a, 50b, de modo que el puesto de soporte individual 26a, 26b (y el robot 22 colocado sobre él) está soportado desde un lado interior del caballete 24 y el peso del puesto de soporte individual 26a, 26b y de los robots 22 no afecta ni a la plataforma base 18 durante el posicionamiento del conjunto de fuselaje 14 ni a la plataforma de trabajo 20.

El soporte 52 de los puestos de soporte individual 26a, 26b incluye también uno o más bloques de apoyo 54a, 54b que se fijan a ambos extremos de una de las cintas de accionamiento 46a, 46b. Un mecanismo de tensado de la cinta 56 conecta los bloques de apoyo 54a, 54b y asegura que se mantiene una tensión apropiada sobre la cinta de accionamiento 46a, 46b.

Los cables 36 para los robots 22 están soportados por la base 48 del puesto de soporte individual 26a, 26b y se encaminan a través de una abertura 58 en el soporte 52 del puesto de soporte individual 26a, 26b al robot 22 colocado sobre él.

La FIG. 8 es otra vista del caballete 24 en un lado de la plataforma de trabajo 20, así como de los puestos de soporte individual 26 fijados al caballete 24, mostrando detalles de la cinta de accionamiento doble 46a, 46b.

Cada una de las cintas 46a, 46b puede incluir un motor 60a, 60b y una o más poleas 62a, 62b. Específicamente, la cinta superior 46a es accionada por el motor de polea 60a, en el que la cinta 46a se envuelve alrededor de las poleas 62a y la cinta inferior 46b es accionada por el motor de polea 60b, en el que la cinta 46b se envuelve alrededor de las poleas 62b. Las poleas 62a, 62b se usan de modo que los motores de accionamiento 60a, 60b se posicionen cerca de un extremo delantero de la plataforma de trabajo 20 por facilidad de acceso para mantenimiento a través de los paneles de acceso 44. Una configuración similar de poleas 62a, 62b se posiciona en el otro extremo del caballete 24, pero sin los motores 60a, 60b.

Los lados delanteros de las cintas 46a, 46b se exponen sobre el tubo de soporte cuadrado principal 42 entre la guía del carril superior 50a y la guía de carril inferior 50b. Los lados de retorno de las cintas 46a, 46b son internos al tubo de soporte cuadrado principal 42.

Finalmente, el cableado 36 para el robot 22 reposa en la base 48, se ensarta a través de la abertura 58 en el soporte 52 y se extiende por debajo del carril de guía inferior 50b así como de las cintas 46a, 46b.

#### Ensamblaje del avión

La divulgación puede describirse en el contexto de un método de fabricación y mantenimiento de avión 64 compuesto por las etapas 66-78 como se muestra en la FIG. 9 y de un avión 80 compuesto de los componentes 82-94 como se muestra en la FIG. 10.

Como se muestra en la FIG. 9, durante la pre-producción, el método 64 de ejemplo pueden incluir especificación y diseño 66 del avión 80 y acopio de materiales 68. Durante la producción, tiene lugar la fabricación de componentes y subconjuntos 70 y la integración del sistema 72 del avión 80. Posteriormente, el avión 80 puede pasar a través de certificación y entrega 74 para ponerse en servicio 76. Mientras está en servicio 76 por un cliente, se planifica el avión 80 para mantenimiento y servicio rutinario 78 (que incluye modificación, reconfiguración, modernización y otros similares). La plataforma base 18, plataforma de trabajo 20, robots 22 y otros elementos tal como se describen en el presente documento pueden usarse al menos en las etapas 70 y 72 del método 64.

Cada uno de los procesos del método 64 puede realizarse o llevarse a cabo por un integrador de sistemas, un tercero y/o un operador (por ejemplo, un cliente). A efectos de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir sin limitación cualquier número de fabricantes de avión y subcontratistas de sistemas principales; un tercero

puede incluir sin limitación cualquier número de vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operario puede ser una aerolínea, compañía de alquiler, entidad militar, organización de servicio y otros similares.

5 Como se muestra en la FIG. 10, el avión 80 producido mediante el método 64 de ejemplo puede incluir un fuselaje 82 con una pluralidad de sistemas 84 y un interior 86. Ejemplos de sistemas de alto nivel 84 incluyen uno o más de entre un sistema de propulsión 88, un sistema eléctrico 90, un sistema hidráulico 92 y un sistema ambiental 94. Puede incluirse cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de la divulgación pueden aplicarse a otras industrias, tal como la industria automotriz.

10 Aparatos y métodos realizados en el presente documento pueden emplearse durante una cualquiera o más de las etapas del método de producción 64. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes a procesos de producción 70 pueden fabricarse o manufacturarse de una forma similar a componentes o subconjuntos producidos mientras el avión 80 está en servicio 76. También, una o más realizaciones de aparatos, realizaciones del método o una combinación de las mismas pueden utilizarse durante las etapas de producción 70 y 72, por ejemplo, mediante sustancialmente la agilización del ensamblaje de, o reducción de los costes de, un avión 80. De manera similar, una o más de las realizaciones de los aparatos, realizaciones del método, o una combinación de las mismas pueden  
15 utilizarse mientras el avión 80 está en servicio 76, por ejemplo y sin limitación, para mantenimiento y servicio 78.

## REIVINDICACIONES

1. Un aparato para el soporte de robots (22) y personas en colaboración en un entorno de trabajo en estrechamiento, que comprende:

una plataforma base (18);

5 una plataforma de trabajo (20) posicionada por encima de la plataforma base (18) para soporte de una o más personas, en el que la plataforma de trabajo (20) es más estrecha que la plataforma base (18) y la plataforma de trabajo (20) se posiciona con relación a la plataforma base (18) para proporcionar áreas (32) para la colocación de una pluralidad de robots (22) en uno o más lados de la plataforma de trabajo (20);

10 en el que los robots (22) están soportados sobre la plataforma base (18) de modo independiente de la plataforma de trabajo (20), de modo que el movimiento de la plataforma de trabajo (20) no afecte a las posiciones de los robots (22),

en el que la plataforma base (18) y la plataforma de trabajo (20) se configuran para posicionarse dentro de un conjunto de fuselaje de un avión.

15 2. El aparato de la reivindicación 1, en el que la plataforma de trabajo (20) se posiciona con relación a la plataforma base (18) para proporcionar áreas para que las personas se muevan a lo largo de la plataforma base (18) en uno o más lados de la plataforma de trabajo (20) y/o en el que la plataforma de trabajo (20) se estrecha a lo largo de su longitud, con un extremo frontal (20a) que es más ancho que un extremo posterior (20b), para exponer áreas de la plataforma base (18) suficientes para que las personas y robots (22) atraviesen la plataforma base (18) y maniobren alrededor de la plataforma de trabajo (20).

20 3. El aparato de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el extremo frontal (20a) de la plataforma de trabajo (20) se configura para posicionarse en un extremo delantero del conjunto de fuselaje y el extremo posterior (20b) de la plataforma de trabajo (20) se configura para posicionarse en un extremo de popa del conjunto de fuselaje.

25 4. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la plataforma base (18) y la plataforma de trabajo (20) conjuntamente tienen una baja altura de perfil que permite que las personas accedan al interior del conjunto de fuselaje mientras están de pie sobre la plataforma de trabajo (20).

5. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 2-4, en el que la plataforma de trabajo (20) incluye una parte en rampa (20c) adyacente al extremo frontal (20a) de la plataforma de trabajo (20) y la parte en rampa (20c) está en ángulo descendente desde la plataforma de trabajo (20) para reposar en o sobre la plataforma base (18).

30 6. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 2-5, en el que la plataforma de trabajo (20) se monta sobre uno o más elevadores (38, 40) por encima de la plataforma base (18) en el extremo frontal (20a) de la plataforma de trabajo (20), mientras el extremo posterior (20b) de la plataforma de trabajo (20) está en voladizo por encima de la plataforma base (18), preferentemente en el que el extremo posterior (20b) de la plataforma de trabajo (20) se acopla a una estructura de soporte.

35 7. El aparato de la reivindicación 6, en el que los elevadores (38, 40) son estructuras de soporte compuestas de un reborde inferior (40a), un reborde superior (40c) y un elemento en malla vertical con forma triangular (40b) que conecta el reborde inferior (40a) al reborde superior (40c), el reborde inferior (40a) se monta sobre la plataforma base (18) y la plataforma de trabajo (20) se monta sobre el reborde superior (40c), preferentemente en el que la parte de rampa (20c) de la plataforma de trabajo (20) está soportada sobre el elemento en malla vertical con forma triangular (40b).

40 8. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1-7, que comprende además al menos un caballete (24) posicionado con relación a la plataforma de trabajo (20) para movimiento de los robots (22) a lo largo de una longitud de la plataforma de trabajo (20), preferentemente en el que el caballete (24) se adapta a una configuración en estrechamiento de la plataforma de trabajo (20) y/o en el que el caballete (24) se ancla y está en voladizo en un extremo de la plataforma base (20), de modo que un resto del caballete (24) se posiciona por encima de la  
45 plataforma base (18).

9. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un sistema portador de cables (28) para proporcionar a los robots (22) al menos una de entre alimentación, control, comunicaciones, suministro y retorno de piezas, preferentemente en el que el sistema portador de cables (28) se posiciona por debajo de la plataforma de trabajo (20) y se adapta a una configuración en estrechamiento de la plataforma de trabajo (20).

50 10. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la plataforma de trabajo (20) incluye uno o más paneles de acceso extraíbles (44) que proporcionan acceso a componentes por debajo de la plataforma de trabajo (20) para reparación, instalación o retirada.

11. Un método para el soporte de robots y personas en colaboración en un entorno de trabajo en estrechamiento, que comprende:

proporcionar una plataforma base (18);

posicionar una plataforma de trabajo (20) por encima de la plataforma base (18) para soporte de una o más personas, en el que la plataforma de trabajo (20) es más estrecha que la plataforma base (18), en el que la plataforma de trabajo (20) se posiciona con relación a la plataforma base (18) para proporcionar áreas para posicionamiento de una pluralidad de robots (22) en cualquiera o en ambos lados de la plataforma de trabajo (20); y el soporte de los robots (22) sobre la plataforma base (18) de modo independiente de la plataforma de trabajo (20), de modo que el movimiento de la plataforma de trabajo (20) no afecte a las posiciones de los robots (22),

en el que la plataforma base (18) y la plataforma de trabajo (20) se posicionan dentro de un conjunto de fuselaje de un avión.

12. El método de la reivindicación 11, en el que la plataforma de trabajo (20) se posiciona con relación a la plataforma base (18) para proporcionar áreas para que las personas se muevan a lo largo de la plataforma base (18) en uno o más lados de la plataforma de trabajo (20) y/o en el que la plataforma de trabajo (20) se estrecha a lo largo de su longitud, con un extremo frontal (20a) que es más ancho que un extremo posterior (20b), para exponer áreas de la plataforma base (18) suficientes para que las personas y robots (22) atraviesen la plataforma base (18) y maniobren alrededor de la plataforma de trabajo (20).

13. El método de la reivindicación 12, en el que el extremo frontal (20a) de la plataforma de trabajo (20) se posiciona en un extremo delantero del conjunto de fuselaje y el extremo posterior (20b) de la plataforma de trabajo (20) se posiciona en un extremo de popa del conjunto de fuselaje.

14. El método de cualquiera de las reivindicaciones 12 o 13, en el que la plataforma base (18) y la plataforma de trabajo (20) conjuntamente tienen una baja altura de perfil que permite que las personas accedan al interior del conjunto de fuselaje mientras están de pie sobre la plataforma de trabajo (20).

15. El método de cualquiera de las reivindicaciones 12-14, en el que la plataforma de trabajo (20) incluye una parte en rampa (20c) adyacente al extremo frontal (20a) de la plataforma de trabajo (20) y la parte en rampa (20c) está en ángulo descendente desde la plataforma de trabajo (20) para reposar en o sobre la plataforma base (18).

16. El método de cualquiera de las reivindicaciones 12-15, en el que la plataforma de trabajo (20) se monta sobre uno o más elevadores (38, 40) por encima de la plataforma base (18) en el extremo frontal (20a) de la plataforma de trabajo (20), mientras el extremo posterior (20b) de la plataforma de trabajo (20) está en voladizo por encima de la plataforma base (18), preferentemente en el que el extremo posterior (20b) de la plataforma de trabajo (20) se acopla a una estructura de soporte.

17. El método de la reivindicación 16, en el que los elevadores (38, 40) son estructuras de soporte compuestas de un reborde inferior (40a), un reborde superior (40c) y un elemento en malla vertical con forma triangular (40b) que conecta el reborde inferior (40a) al reborde superior (40c), el reborde inferior (40a) se monta sobre la plataforma base (18) y la plataforma de trabajo (20) se monta sobre el reborde superior (40c), preferentemente en el que una parte de rampa la plataforma de trabajo (20) está soportada sobre el elemento en malla vertical con forma triangular (40b).

18. El método de cualquiera de las reivindicaciones 12-17, que comprende además el posicionamiento de al menos un caballete (24) con relación a la plataforma de trabajo (20) para movimiento de los robots (22) a lo largo de una longitud de la plataforma de trabajo (20), preferentemente en el que el caballete (24) se adapta a una configuración en estrechamiento de la plataforma de trabajo (20) y/o en el que el caballete (24) se ancla y está en voladizo en un extremo de la plataforma base (18), de modo que un resto del caballete (24) se posiciona por encima de la plataforma base (18).

19. El método de cualquiera de las reivindicaciones 12-18, que comprende además proporcionar a los robots (22) al menos una de entre alimentación, control, comunicaciones, suministro y retorno de piezas usando un sistema portador de cables (28), preferentemente en el que el sistema portador de cables (28) se posiciona por debajo de la plataforma de trabajo (20) y se adapta a una configuración en estrechamiento de la plataforma de trabajo (20).

20. El método de cualquiera de las reivindicaciones 12-19, en el que la plataforma de trabajo (20) incluye uno o más paneles de acceso extraíbles (44) que proporcionan acceso a componentes por debajo de la plataforma de trabajo (20) para reparación, instalación o retirada.

21. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 12- 20, en el que la plataforma base (18) se proporciona en un conjunto de fuselaje de un avión, en el que la plataforma de trabajo (20) soporta las

personas dentro del conjunto de fuselaje, en el que la plataforma de trabajo (20) se posiciona con relación a la plataforma base (18) dentro del conjunto de fuselaje y en el que los robots (22) están soportados sobre la plataforma base (18) dentro del conjunto de fuselaje de modo independiente de la plataforma de trabajo (20).

22. El método según la reivindicación 21, para su uso en el ensamblaje de un fuselaje de avión.

- 5    23. Sistema que comprende un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-10 dispuesto dentro de un fuselaje de avión.

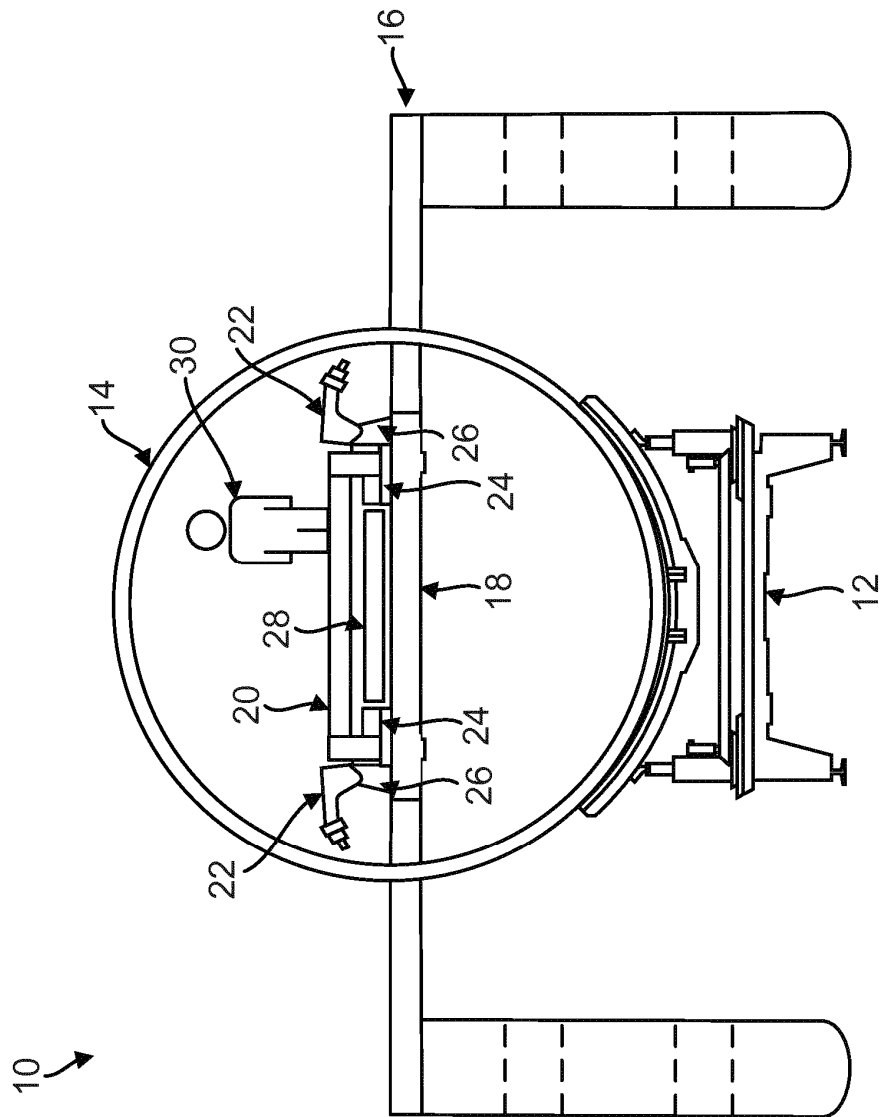


FIG. 1

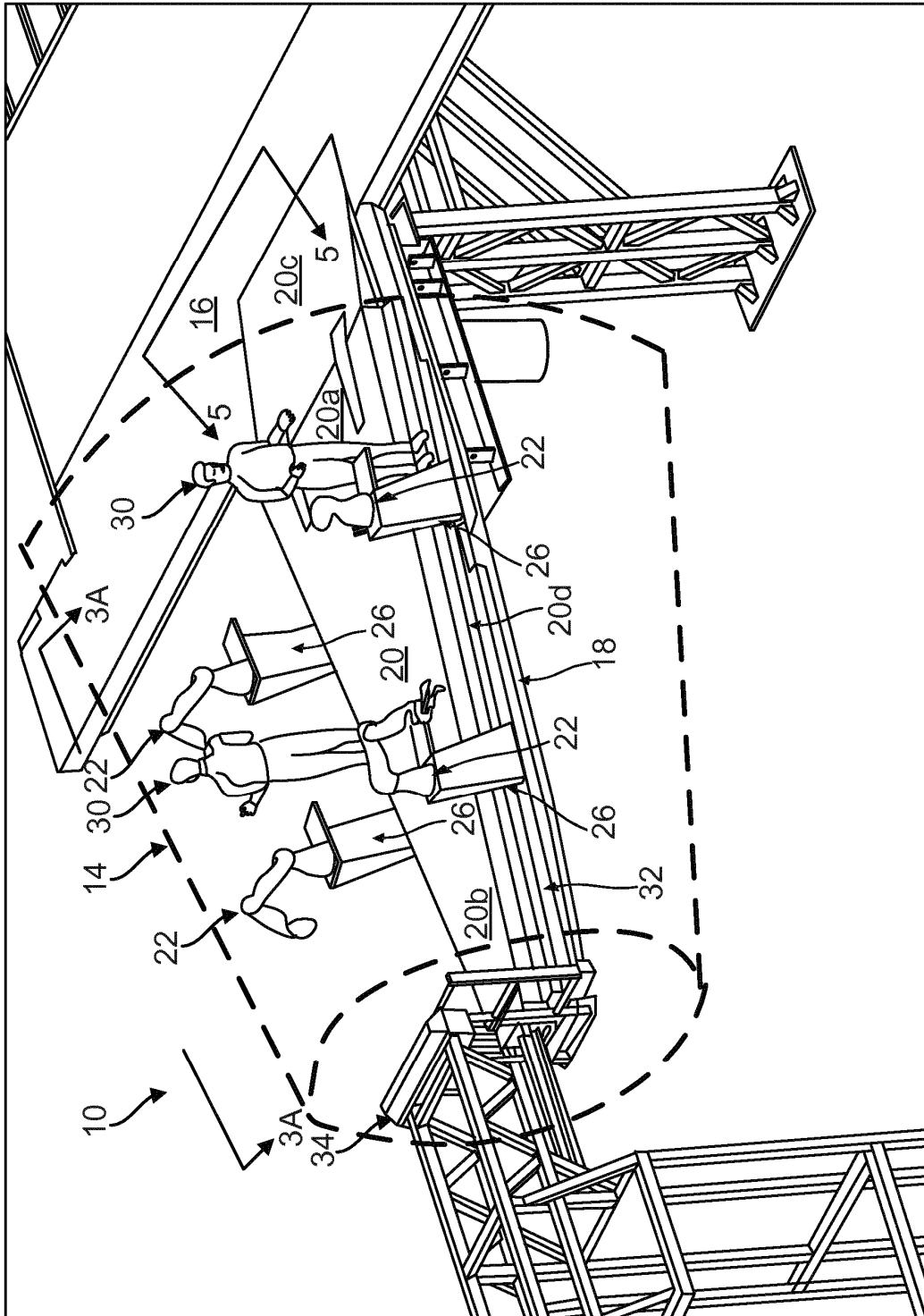


FIG. 2A

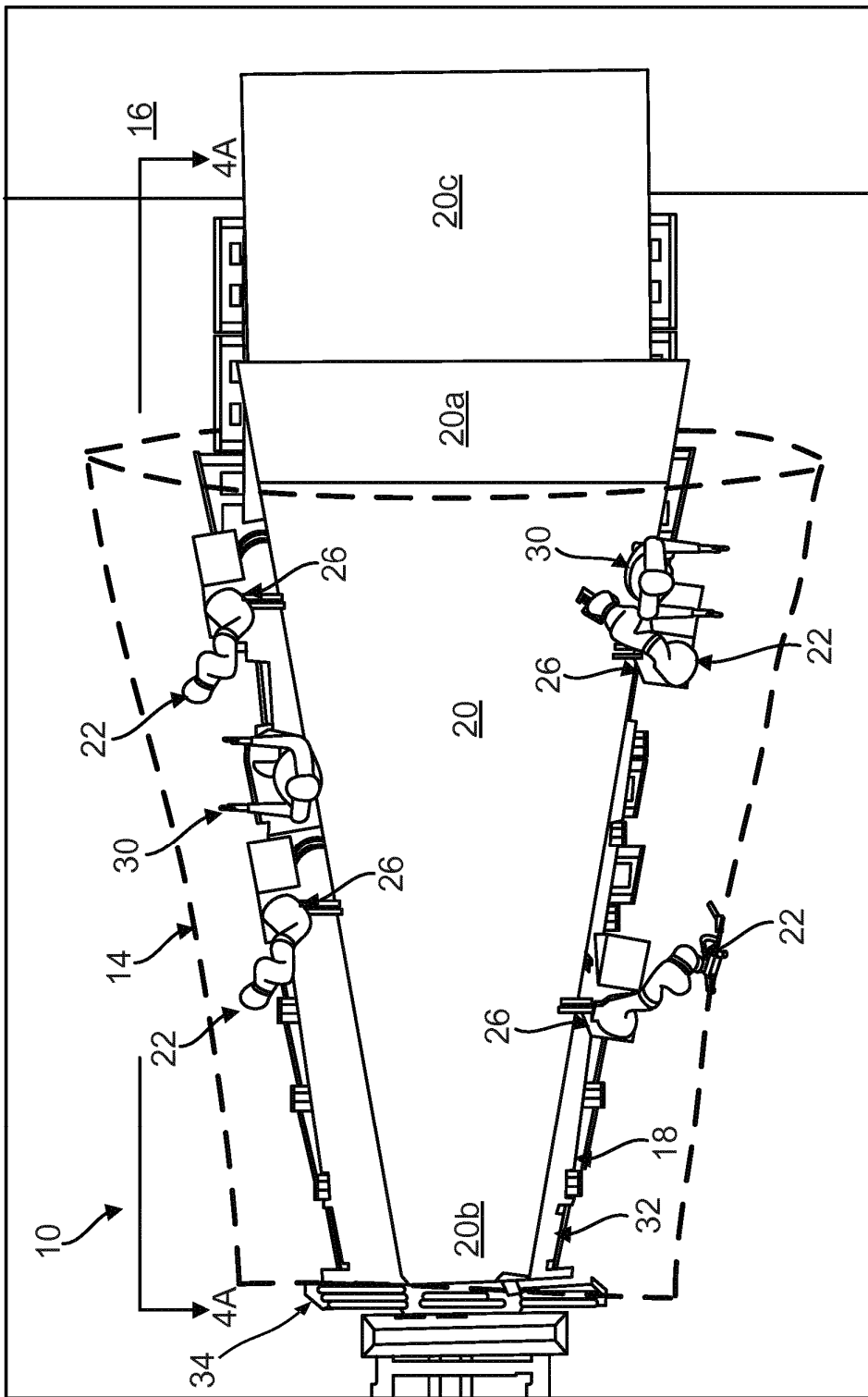


FIG. 2B

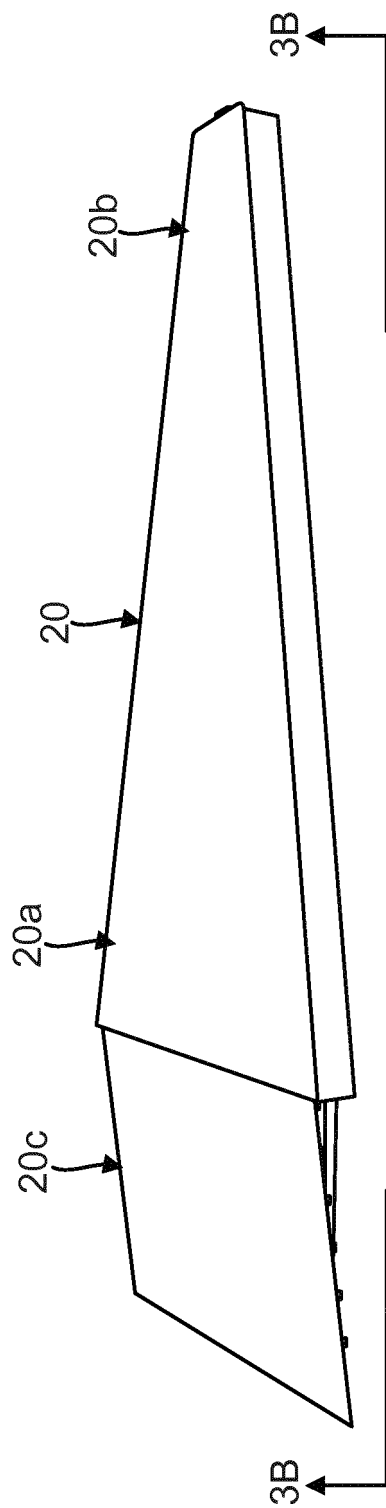


FIG. 3A

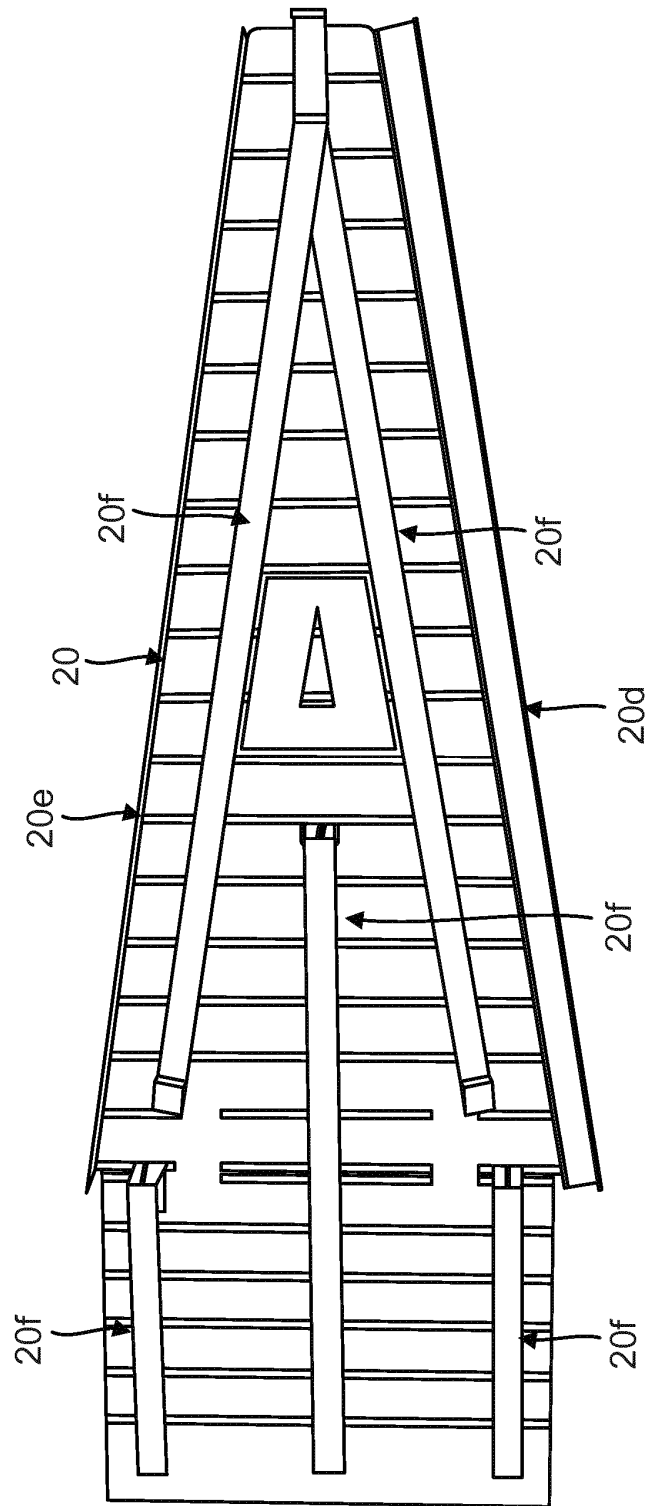


FIG. 3B

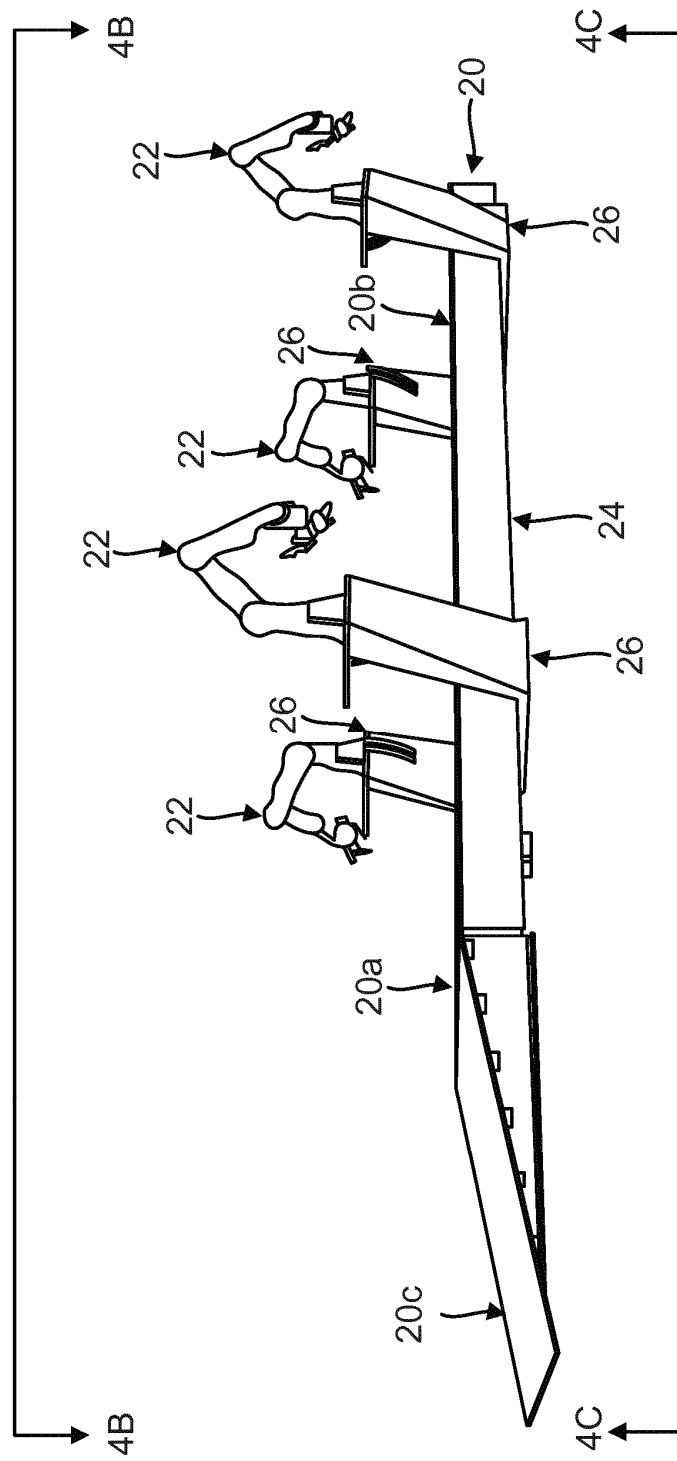


FIG. 4A

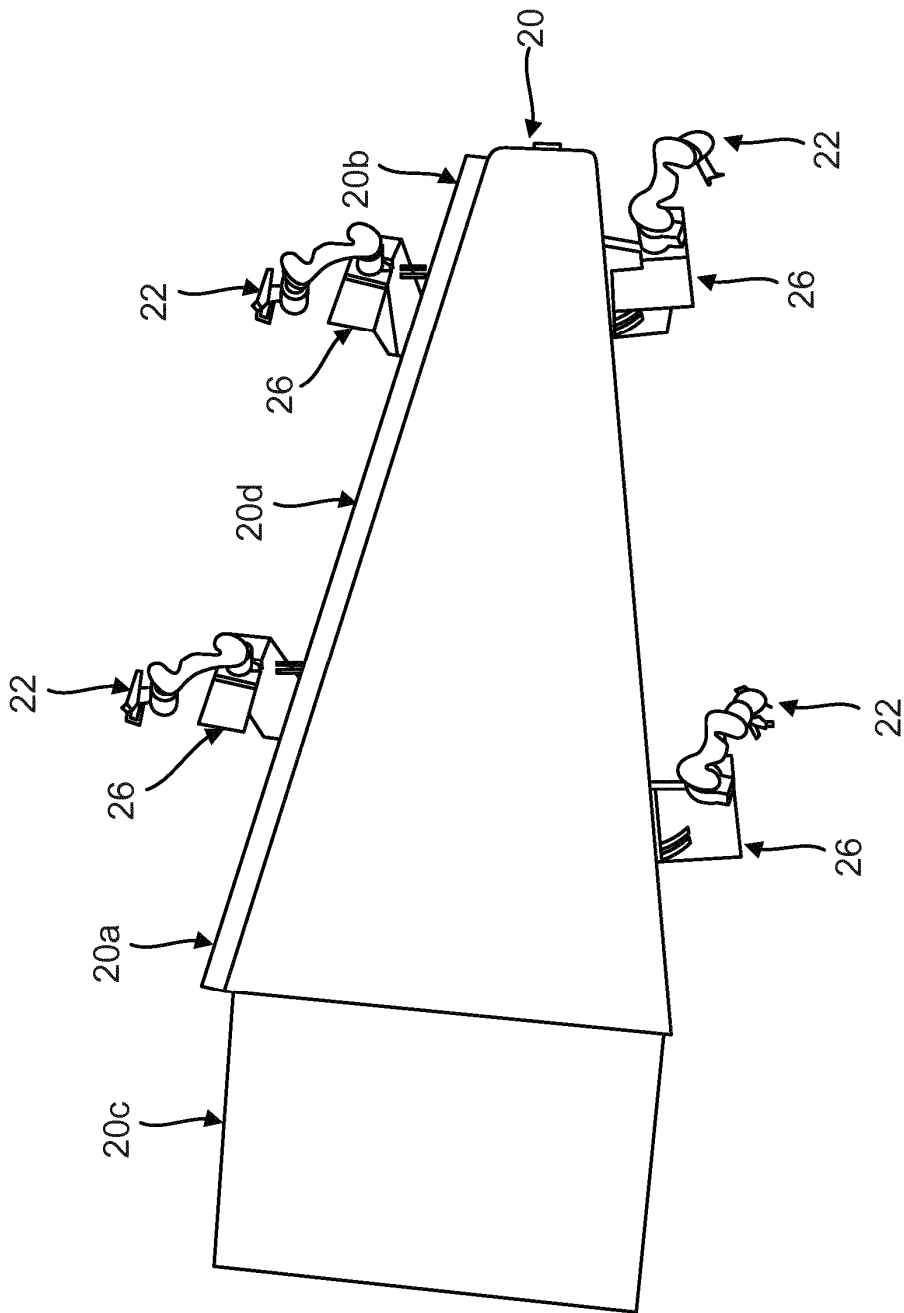


FIG. 4B

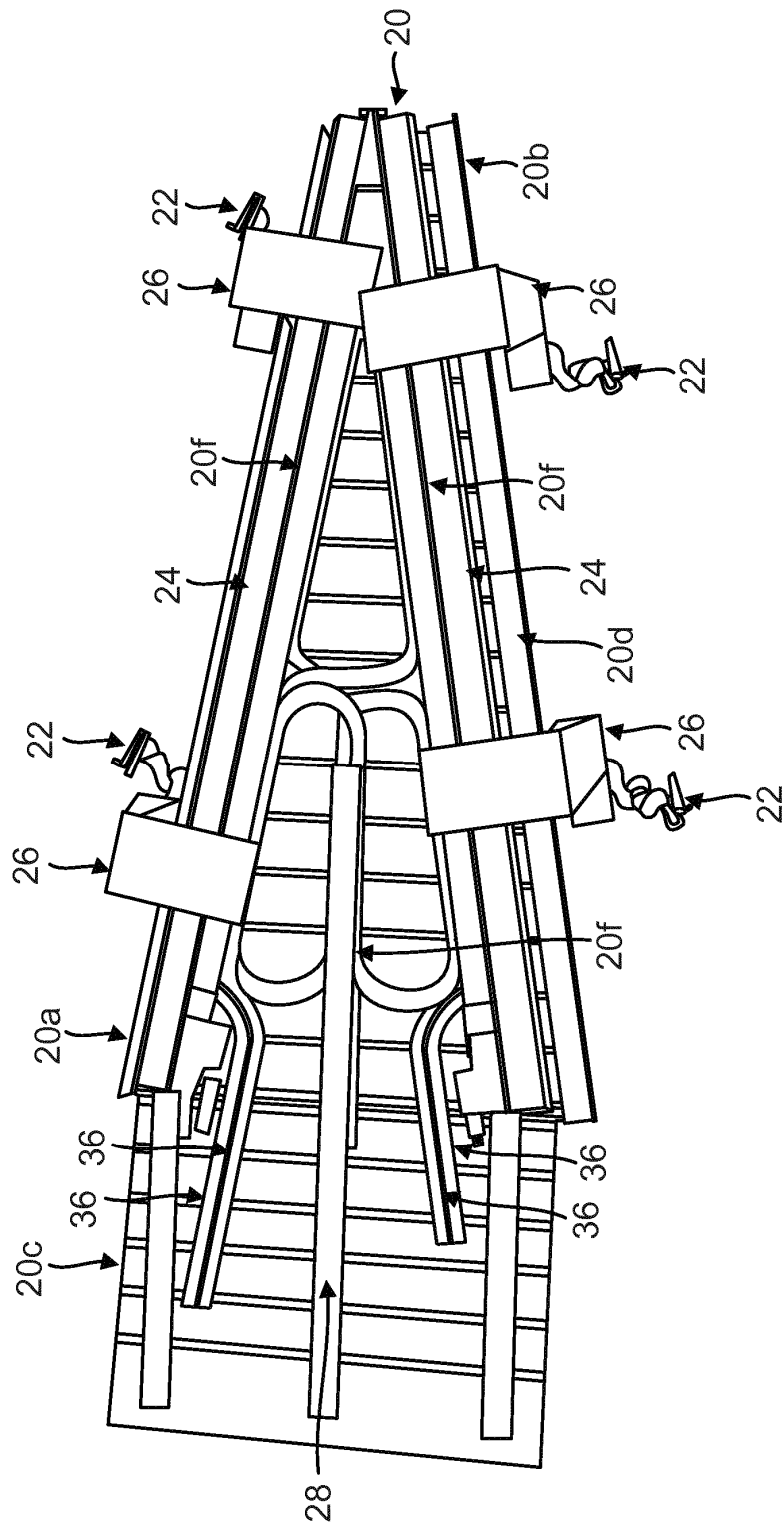


FIG. 4C

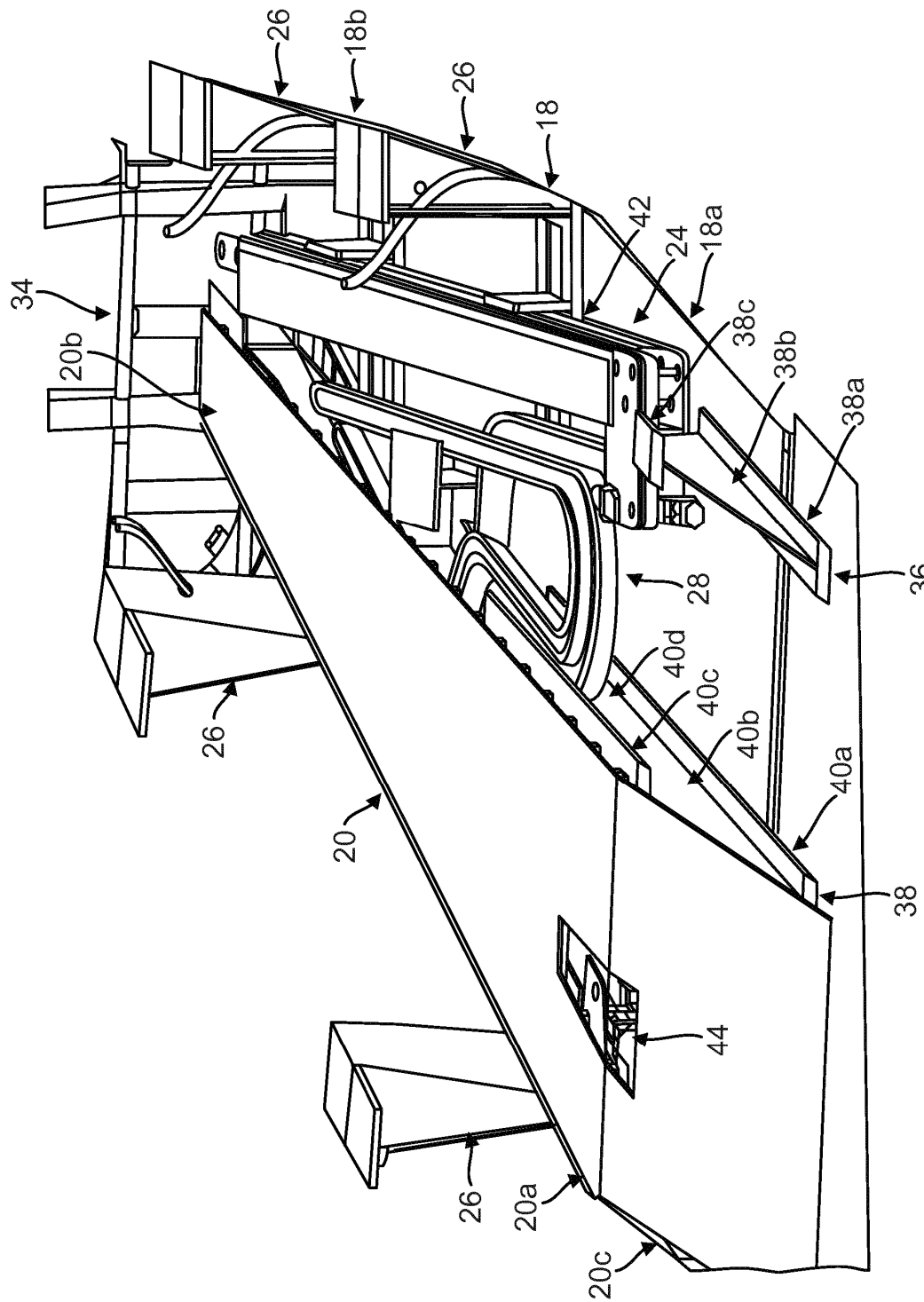


FIG. 5

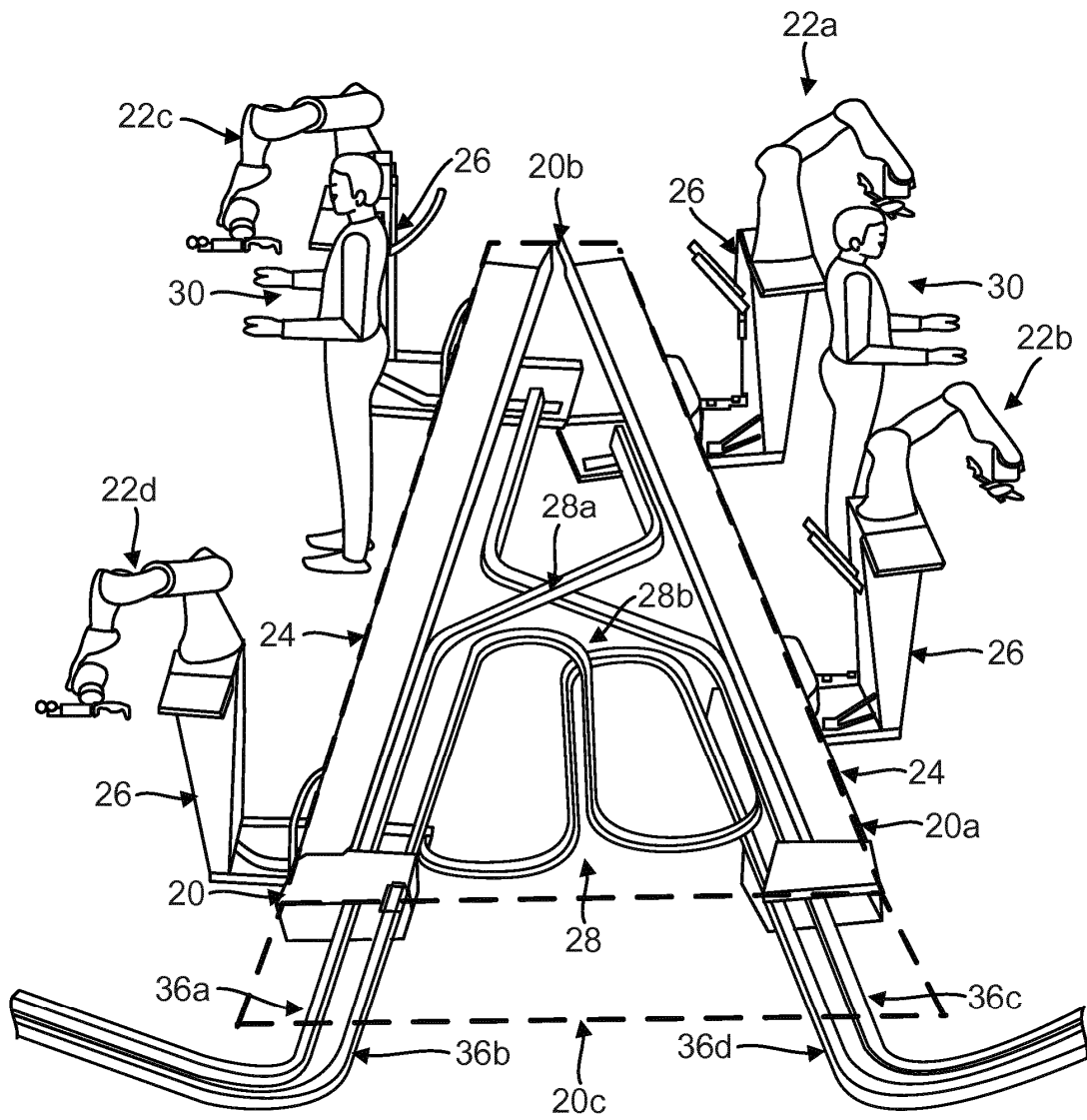


FIG. 6

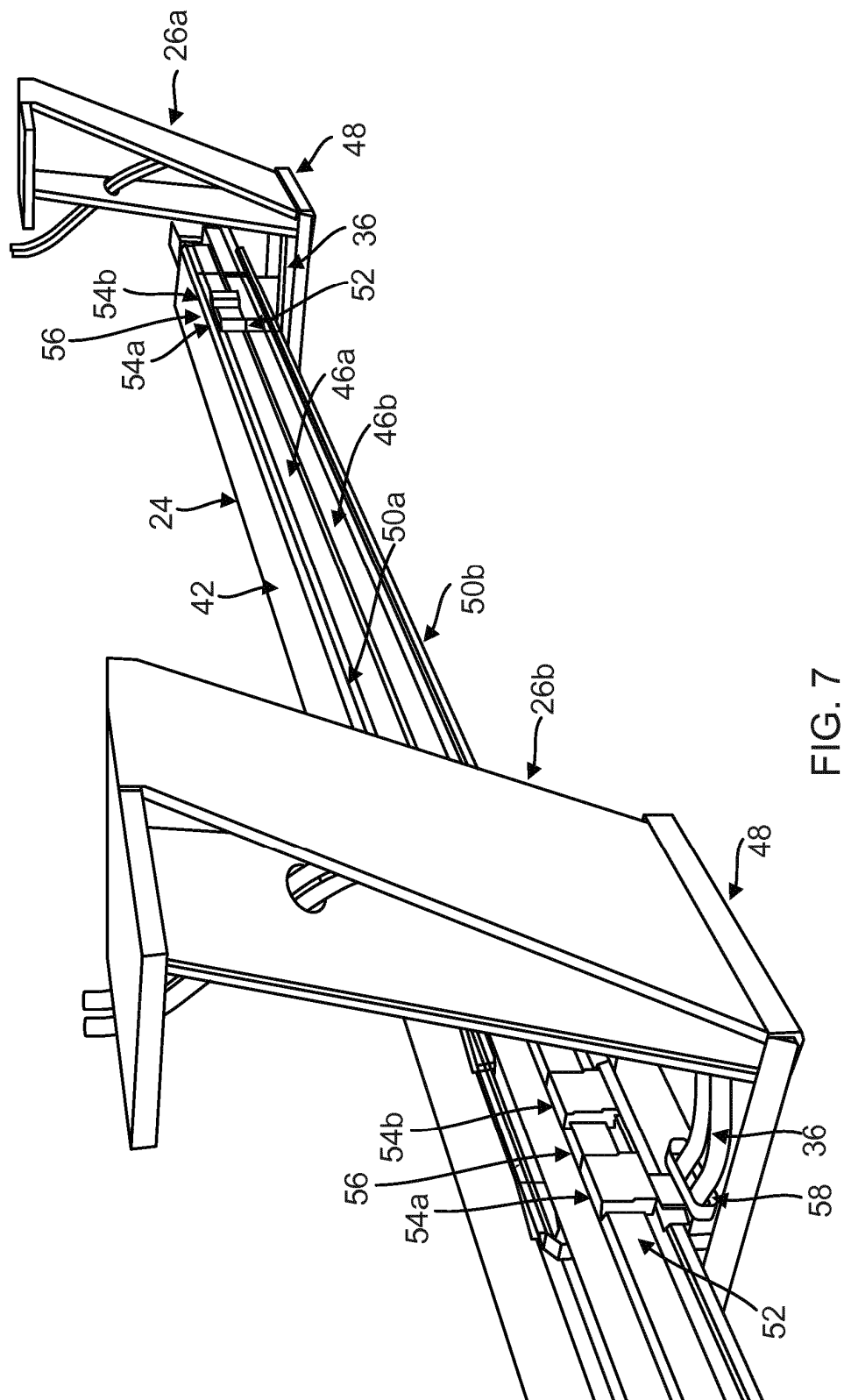


FIG. 7

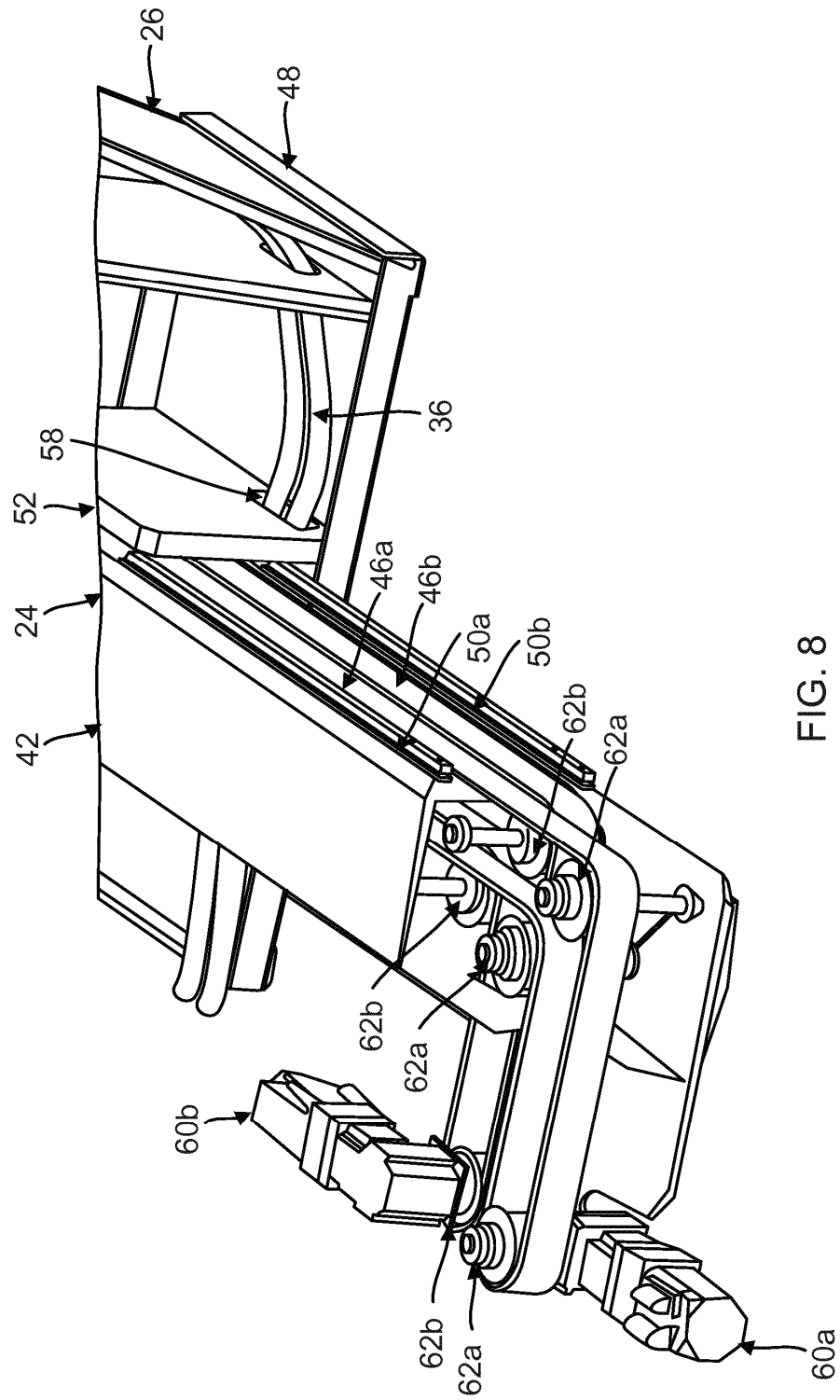


FIG. 8

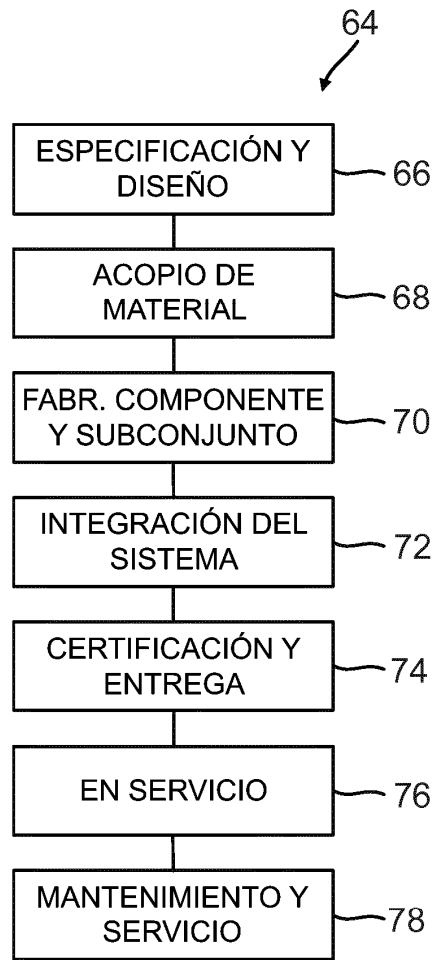


FIG. 9

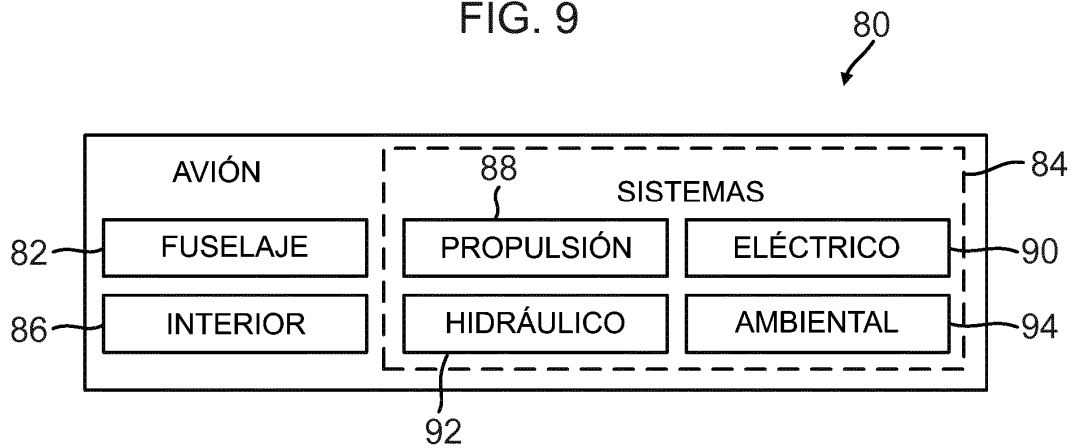


FIG. 10