

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 180**

51 Int. Cl.:

**B64F 5/10** (2007.01)

**B64F 5/50** (2007.01)

**B23P 23/06** (2006.01)

**B21J 15/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.08.2013 PCT/US2013/054899**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.04.2014 WO14051868**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.08.2013 E 13753380 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.10.2017 EP 2900559**

54 Título: **Sistema y método de fabricación de un cajón de ala**

30 Prioridad:

**28.09.2012 US 201261707360 P**  
**15.03.2013 US 201313837750**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**19.02.2018**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SISCO, FARAHNAZ TANNI;**  
**SMITH, DANIEL R.;**  
**AQUINO, JAYSON J.;**  
**BATT, EDWARD JOHN;**  
**BUTTRICK, JAMES N.;**  
**MICALE, ANTONIO C.;**  
**JONES, DARRELL D.;**  
**MUNK, CLAYTON L.;**  
**COUEVAS, CHRIS G.;**  
**RAMOS, MARIO;**  
**NAMDARAN, AZITA N.;**  
**NOOR, NOMAN S. y**  
**MOTTAZ, DONALD A.**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 655 180 T3

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

**DESCRIPCIÓN**

Sistema y método de fabricación de un cajón de ala

**ANTECEDENTES**

5 Con el fin de fabricar un cajón de ala, inicialmente los mecánicos cargan una pluralidad de paneles en posición de modo de definir un ala superior o un ala inferior. A continuación, se posicionan largueros sobre los paneles que son nuevamente perforados o sujetos de forma provisoria (tacked) de otra manera en los paneles de revestimiento por los mecánicos. Los mecánicos pueden entonces sujetar el cordón lateral del fuselaje. El ala resultante es entonces trasladada por medio de un sistema de grúa a una estación de remachado que puede emplear, por ejemplo, uno o más dispositivos de remachado de tipo C Gemcor®. Los dispositivos de remachado instalan entonces los remaches entre los sujetadores provisorios. Para alas relativamente grandes, pueden ser necesarios entre cinco y siete dispositivos de remachado en los que se requiere un operador dedicado para operar cada uno de los dispositivos de remachado. Posteriormente, los sujetadores provisorios que se instalaron previamente, ya sea, se perforan y se reemplazan por remaches tradicionales en la estación de remachado o se quitan manualmente y se reemplazan por pernos mientras el ala está estacionada en un área de recogida del panel. Las alas superior e inferior se pueden ensamblar entonces para producir el cajón de ala resultante.

El proceso de fabricación para producir un cajón de ala requiere una participación humana sustancial. Como tal, puede ser un desafío aumentar la velocidad a la que se fabrican los cajones de ala utilizando el proceso de fabricación convencional.

20 US 6.779.272 B2 se relaciona con un método de ensamblaje de alas que incluye soportar un par de largueros de alas, que incluye una pluralidad de características de coordinación, sobre un par de puntales en una posición sustancialmente horizontal. Una pluralidad de costillas y paneles de ala se fijan con precisión en el par de largueros de ala en una primera estación de trabajo utilizando las características de coordinación para posicionar con precisión las piezas. La combinación se transfiere a unas estaciones de trabajo corriente abajo por medio de un vehículo de transporte terrestre para su posterior procesamiento y ensamblaje para definir un sistema de ensamblaje de ala de flujo pulsado.

30 US 2011/0047791 A1 se relaciona con un sistema de fabricación que comprende una pluralidad de estaciones de trabajo que tiene una o más herramientas para procesar un elemento de trabajo, al menos un transportador para desplazar un elemento de trabajo entre la pluralidad de estaciones de trabajo y una plataforma para conectar la pluralidad de estaciones de trabajo. Además, al menos una de la pluralidad de estaciones de trabajo no está en línea con las otras estaciones de trabajo y puede incluir una máquina elevadora para elevar y/o bajar el al menos un transportador y el elemento de trabajo. Los documentos WO97/34734, US7770477, US6170157, US2008/0155807 y US2010/0038024 divulgan métodos de fabricación adicionales de componentes de alas de aeronaves.

**BREVE SÍNTESIS**

35 Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1 y un método de acuerdo con la reivindicación 11 se proveen de acuerdo con la invención a fin de automatizar el montaje de un panel de ala, tal como el utilizado para una aeronave comercial. El método y el sistema utilizan una pluralidad de celdas operativamente separadas, cada una de las cuales realiza una operación distinta de una manera que en gran parte, si no totalmente, está automatizada. Las celdas operativamente separadas pueden estar dispuestas de una manera secuencial de tal modo que el flujo de trabajo se inicia en la celda de estacionamiento y luego se traslada, a su vez, a una celda de sujeción provisoria, una celda de remachado, una celda de empalme y una celda del lateral del fuselaje. Al automatizar el proceso de montaje y al utilizar celdas operativamente separadas para realizar distintas operaciones de fabricación, el sistema y el método de una forma de realización pueden fabricar paneles de ala y a su vez cajones de ala más rápidamente y más eficientemente de modo de permitir que la producción satisfaga el aumento de la demanda. Se provee un sistema de fabricación automatizada de paneles de alas de aeronaves que incluye una celda de sujeción provisoria configurada para sujetar provisoriamente uno o más largueros en un panel de revestimiento y una celda de remachado configurada para recibir una plancha con sujetadores provisorios de la celda de sujeción provisoria para remachar los uno o más largueros en el panel de revestimiento. El sistema también incluye una celda de empalme configurada para recibir una pluralidad de planchas remachadas de la celda de remachado y sujetar uno o más largueros de empalme en la pluralidad de planchas remachadas. Además, el sistema también incluye una celda del lateral del fuselaje configurada para recibir un panel empalmado de la celda de empalme y sujetar un cordón lateral del fuselaje al mismo para producir un panel de ala.

55 En otra forma de realización, un método de fabricación automatizada de paneles de alas de aeronaves incluye sujetar provisoriamente uno o más largueros en un panel de revestimiento en una celda de sujeción provisoria. El método de esta forma de realización también incluye recibir una plancha con sujetadores provisorios de la celda de sujeción provisoria y remachar los uno o más largueros en el panel de revestimiento en una celda de remachado. El

5 método de esta forma de realización también incluye recibir una pluralidad de planchas remachadas de la celda de remachado y sujetar uno o más largueros de empalme en la pluralidad de planchas remachadas en una celda de empalme. Además, el método de esta forma de realización recibe un panel empalmado de la celda de empalme para sujetar un cordón lateral del fuselaje al mismo dentro de una celda del lateral del fuselaje para producir un panel de ala.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Por lo tanto, después de haber descrito algunas formas de realización de la presente divulgación en términos generales, ahora se hará referencia a las figuras adjuntas que no están necesariamente dibujadas a escala y en las que:

10 la Figura 1 es un diagrama de flujo que ilustra las operaciones realizadas de acuerdo con una forma de realización ejemplificativa de la presente divulgación,

la Figura 2 es una vista en perspectiva de un sistema de acuerdo con una forma de realización ejemplificativa de la presente divulgación,

15 la Figura 3 es una vista en perspectiva de una celda de estacionamiento de acuerdo con una forma de realización ejemplificativa de la presente divulgación,

la Figura 4 es otra vista en perspectiva de una celda de estacionamiento de acuerdo con una forma de realización ejemplificativa de la presente divulgación,

la Figura 5 es una vista en perspectiva de una celda de sujeción provisoria de acuerdo con una forma de realización ejemplificativa de la presente divulgación,

20 la Figura 6 es otra vista en perspectiva de una celda de sujeción provisoria de acuerdo con una forma de realización ejemplificativa de la presente divulgación,

la Figura 7 es una vista en perspectiva detallada de una porción de la celda de sujeción provisoria de una forma de realización de la presente divulgación,

25 la Figura 8 es una vista en perspectiva de una celda de remachado de acuerdo con un ejemplo de la presente divulgación,

la Figura 9 es una vista en perspectiva de una porción de la celda de remachado que ilustra el sistema de posicionamiento superior utilizado de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación,

la Figura 10 es una vista en perspectiva de una mordaza de tornillo de un sistema de posicionamiento superior de una forma de realización de la presente divulgación,

30 la Figura 11 es una vista en perspectiva de una celda de empalme de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación,

la Figura 12 es otra vista en perspectiva de una porción de una celda de empalme de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación,

35 la Figura 13 es aún otra vista en perspectiva de una celda de empalme de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación,

la Figura 14 es una vista en perspectiva de una porción de una celda de empalme de la Figura 13,

la Figura 15 es otra vista en perspectiva de una porción de una celda de empalme de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación, y

40 la Figura 16 es una vista en perspectiva de una celda del lateral del fuselaje de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

Ahora se describirán más completamente de aquí en adelante las formas de realización de la presente divulgación

con referencia a las figuras adjuntas, en las que se muestran algunas pero no todas las formas de realización. Números similares se refieren a elementos similares a través de las mismas.

Como se muestra en las Figuras 1 y 2, el sistema de una forma de realización incluye una pluralidad de celdas operativas secuenciales con diferentes operaciones de fabricación que se realizan dentro de cada celda. Las celdas están dispuestas en forma secuencial de tal manera que una pieza de trabajo se traslada desde una primera celda, tal como una celda de estacionamiento, a la última celda, tal como una celda del lateral del fuselaje, a fin de permitir la fabricación de un panel de ala. Los paneles de ala superior e inferior se pueden entonces ensamblar para formar un cajón de ala. Como se describe a continuación, los paneles y planchas de revestimiento se trasladan en general a través del proceso de montaje, tal como de una celda a otra, por medio de un sistema de transporte de material automatizado, tal como un sistema de posicionamiento superior. Otros componentes, tales como los largueros, también se pueden suministrar a las distintas celdas en carritos que están automatizados a fin de limitar la participación humana. Tal como se ilustra en la Figura 2, el sistema puede incluir dos o más zonas intermedias 24, 30 en las que las piezas de trabajo parcialmente ensambladas son mantenidas, almacenadas o similar mientras esperan su ingreso en la siguiente celda en el proceso. Al incluir una o más zonas intermedias, las operaciones realizadas por cada celda pueden ocurrir a velocidades levemente diferentes sin permitir que la velocidad de operación de una celda posterior limite la velocidad de operación de una celda anterior, mientras que todavía permite que las piezas de trabajo se desplacen sin problemas a través del proceso global. Ahora se describirá sucesivamente cada celda.

En la celda inicial, es decir, la celda de estacionamiento 20, se reciben los revestimientos y los largueros y son preparados para el montaje. Véase el bloque 10 de Figura 1 y la Figura 3. En la celda de estacionamiento 20, los paneles de revestimiento pueden llegar en un carrito de maniobras 40. Los paneles de revestimiento se pueden cargar en un sistema automatizado de manipulación de material, que de aquí en adelante se describe como un sistema de posicionamiento superior, por ejemplo, un sistema de monorraíl (que no se muestra), que acopla los paneles de revestimiento y lleva a los paneles de revestimiento a las celdas sucesivas de una manera automatizada. Los largueros se pueden trasladar desde el carrito de maniobras 42 a un carrito inteligente reconfigurable, dos de los cuales se muestran en 44. En la forma de realización ilustrada, se muestra que los carritos inteligentes reconfigurables para largueros 44 están dispuestos en vías a fin de direccionar los carritos inteligentes reconfigurables para largueros a la siguiente celda, es decir, a la celda de sujeción provisoria 22. Sin embargo, los carritos inteligentes reconfigurables para largueros se pueden direccionar a la celda de sujeción provisoria 22 de otras maneras. Por ejemplo, en una forma de realización, los carritos inteligentes reconfigurables para largueros 24 pueden ser vehículos de guiado automático (AGV, automatically guided vehicle) que son guiados automáticamente desde la celda de estacionamiento 20 a la celda de sujeción provisoria 22. Mediante el uso de una pluralidad de carritos inteligentes reconfigurables para largueros 24, un carrito inteligente se puede cargar en la celda de estacionamiento 20 antes de ser enviado a la celda de sujeción provisoria 22, mientras que otro carrito inteligente se descarga en la celda de sujeción provisoria antes de ser devuelto a la celda de estacionamiento. La Figura 4 provee otra ilustración de una celda de estacionamiento 20 y se muestran las vías que direccionan los carritos inteligentes reconfigurables, como así también una porción del sistema de posicionamiento superior.

Los carritos inteligentes 44 pueden ser reconfigurables, tal como mediante la inclusión de un limitador de carga (pogo), índice de canto y similares de modo que estén configurados para recibir y sujetar de forma segura los largueros. En este aspecto, los largueros pueden estar estacionados sobre los carritos inteligentes reconfigurables 44 de manera que están en la orientación correcta, es decir, en una orientación predefinida tras el suministro a la celda de sujeción provisoria 22.

Los paneles de revestimiento y los largueros se pueden entonces trasladar a la celda de sujeción provisoria 22 por medio del sistema de posicionamiento superior y el carrito inteligente reconfigurable 44, respectivamente. Si se desea, tal como cuando la celda de sujeción provisoria 22 ya está en uso, los largueros y los paneles de revestimiento se pueden almacenar temporalmente en la zona intermedia 24 que está posicionada próxima tanto a la celda de estacionamiento 20 como a la celda de sujeción provisoria de modo de permitir que los paneles de revestimiento y los largueros adicionales queden estacionados. Una vez recibidos por la celda de sujeción provisoria 22, tal como mediante el movimiento del carrito inteligente reconfigurable para largueros 44 hacia la celda de sujeción provisoria y el movimiento de los paneles de revestimiento a lo largo del sistema de posicionamiento superior hacia la celda de sujeción provisoria, los paneles de revestimiento pueden ser suministrados por el sistema de posicionamiento superior a una herramienta reconfigurable. La herramienta reconfigurable puede incluir un limitador de carga, índice de canto, compuerta final de canto hacia dentro y similares que se pueden reconfigurar a fin de recibir y sujetar de forma segura los paneles de revestimiento en una posición y orientación predefinidas. Los largueros pueden entonces ser recogidos del carrito inteligente reconfigurable para largueros 44 por un robot que los posiciona en una posición predefinida sobre los paneles de revestimiento tal como se define, por ejemplo, por medio de una base de datos digital y se sujetan de forma provisoria, tal como con una pluralidad de elementos de sujeción provisoria, en el panel de revestimiento. Véase el bloque 12 de la Figura 1, la Figura 5 que ilustra una celda de sujeción provisoria 22, como así también la Figura 6 que ilustra la herramienta reconfigurable que ha acoplado un panel de revestimiento y luego mantiene al panel de revestimiento en la posición predefinida mientras que uno o más

largueros se sujetan de forma provisoria en el mismo. La Figura 7 también muestra una vista más detallada de las vías sobre las que se desplazan los carritos inteligentes reconfigurables para largueros 44 hacia la celda de sujeción provisoria 22, como así también una porción de las herramientas reconfigurables que tiene una pluralidad de "limitadores de carga" para acoplarse de manera ajustable a los paneles de las alas.

5 Después de haber sujetado de forma provisoria los largueros a los paneles de revestimiento, las planchas con  
 sujetadores provisorios se pueden trasladar, por ejemplo, tal como por medio del sistema de posicionamiento  
 superior, por ejemplo, el monorriel, después de ser liberadas de la herramienta reconfigurable, a la celda de  
 remachado 26. Véase el bloque 14 de la Figura 1 y la celda de remachado 26 de la Figura 8. En la forma de  
 10 realización ilustrada, la celda de remachado 26 incluye tres líneas de remachado de manera que se pueden  
 remachar simultáneamente tres planchas con sujetadores provisorios dentro de la celda de remachado de una vez.  
 Como tal, la región intermedia 24 corriente arriba de la celda de remachado 26 puede no solo proveer un área de  
 estacionamiento para las planchas con sujetadores provisorios antes de entrar en la celda de remachado, sino que  
 también puede permitir que el sistema de posicionamiento superior, por ejemplo, el monorriel, haga la transición  
 15 lateralmente de las planchas con sujetadores provisorios como para alinearse con una respectiva línea de  
 remachado.

Cada línea de remachado puede incluir una herramienta reconfigurable para recibir y acoplar una plancha con  
 sujetadores provisorios. La herramienta reconfigurable puede incluir un limitador de carga, índice de canto,  
 compuerta final de canto hacia dentro y similares, que se pueden reconfigurar para recibir y sujetar de forma segura  
 20 las planchas con sujetadores provisorios en una posición y orientación predefinidas, tal como sujetando los cantos  
 de una plancha con sujetadores provisorios. En esta forma de realización, una plancha con sujetadores provisorios  
 puede ser acoplada por la herramienta reconfigurable de cada línea de remachado y puede ser mantenida en una  
 posición predefinida mientras un remachador 28, tal como un remachador con bastidor tipo O, se desplaza a lo largo  
 de la plancha con sujetadores provisorios, tal como que se desplaza sobre la plancha con sujetadores provisorios  
 con la plancha con sujetadores provisorios que se extiende a través de la abertura definida por el remachador con  
 25 bastidor tipo O de modo de remachar de manera más permanente los largueros con el panel de revestimiento.  
 Mientras los remachadores 28 se desplazan a lo largo de la plancha con sujetadores provisorios, los componentes  
 de la herramienta reconfigurable que acoplan a la plancha con sujetadores provisorios se pueden desacoplar  
 automáticamente de la plancha con sujetadores provisorios y desplazarse fuera del recorrido del remachador, para  
 de ese modo permitir que esa porción de la plancha con sujetadores provisorios quede remachada mientras que la  
 30 plancha con sujetadores provisorios se mantiene en posición por medio de los otros componentes de la herramienta  
 reconfigurable. Los componentes de la herramienta reconfigurable pueden entonces retornar automáticamente a su  
 posición en acoplamiento con la plancha con sujetadores provisorios una vez que el remachador 28 se ha  
 desplazado a una posición diferente.

En la forma de realización ilustrada, cada línea de remachado incluye dos remachadores con bastidor tipo O 28 con  
 35 el fin de operar concurrentemente de modo de procesar más rápidamente las planchas con sujetadores provisorios.  
 Sin embargo, las líneas de remachado pueden incluir cualquier cantidad de remachadores y diferentes tipos de  
 remachadores, tales como, en otras formas de realización, remachadores de formas diferentes. En la celda de  
 remachado 26, los remachadores instalan una pluralidad de sujetadores permanentes y reemplazan los elementos  
 de sujeción provisoria con sujetadores permanentes, por ejemplo, remaches. Una vez completado el remachado, el  
 40 monorriel u otro sistema de posicionamiento superior se puede acoplar a la plancha remachada y la herramienta  
 reconfigurable puede liberar de manera correspondiente la plancha remachada. En este aspecto, la Figura 9 ilustra  
 el acoplamiento de una plancha remachada por un sistema de posicionamiento superior para proveer el movimiento  
 a través del sistema de fabricación.

Como se muestra con más detalle en la Figura 10, el sistema de posicionamiento superior de la forma de realización  
 45 representada en la Figura 9 incluye una pluralidad de mordazas 50 que se acoplan con la plancha remachada y que  
 están configuradas para trasladarse en conjunto a lo largo del sistema de posicionamiento superior para de ese  
 modo transportar el panel remachado. Como se muestra en la Figura 10, la mordaza de tornillo 50 de una forma de  
 realización puede incluir un miembro de vía 52 para acoplarse y trasladarse a lo largo del monorriel u otra vía de un  
 sistema de posicionamiento superior, como así también un par de miembros de mordaza 54, 56 que se pueden  
 50 posicionar de forma ajustable como para recibir de forma ceñida las planchas de diferentes tamaños. Cada miembro  
 de mordaza 54, 56 puede incluir uno o más, por ejemplo, de un par de miembros de abrazadera 58 que están  
 configurados para posicionarse de forma ajustable hacia dentro o hacia fuera a lo largo de un respectivo miembro de  
 mordaza. Los miembros de mordaza 54, 56 y los miembros de abrazadera 58 se pueden colocar de manera de  
 recibir de forma ceñida la plancha remachada entre los miembros de abrazadera portados por el respectivo miembro  
 55 de mordaza. Además, la mordaza de tornillo 50 puede incluir uno o más miembros extensibles 60, tales como  
 limitadores de carga, configurados para extenderse de forma ajustable dentro de la mordaza y para acoplarse o  
 ponerse en contacto con una superficie lateral de una plancha remachada como para asegurar aún más la plancha  
 remachada dentro de la mordaza. Si bien en la presente, las mordazas de tornillo 50 del sistema de posicionamiento  
 superior se describen en conjunto con el acoplamiento y el transporte de una plancha remachada, las mismas  
 60 pueden estar configuradas para acoplarse con otras piezas de trabajo, tales como paneles de revestimiento,  
 planchas con sujetadores provisorios, etcétera.

Las planchas remachadas se pueden entonces trasladar a la celda de empalme 32. Si bien la celda de empalme 32 puede tener una sola línea, la celda de empalme también puede incluir múltiples líneas, tal como dos líneas de empalme, tal como se muestra en la forma de realización ilustrada de la Figura 11. Como tal, una plancha remachada puede ser trasladada por el monorriel u otro sistema de posicionamiento superior en alineación con la herramienta reconfigurable que mantendrá a la plancha remachada en la posición apropiada durante el procesamiento dentro de la respectiva línea celular de empalme. Como se describió anteriormente, la herramienta reconfigurable puede incluir un limitador de carga, índice de canto, compuerta final de canto hacia dentro y similares, que se pueden reconfigurar a fin de recibir y sujetar de forma segura las planchas remachadas en una posición y orientación predefinidas, tal como sujetando los cantos de una plancha remachada. En esta forma de realización, dos o más planchas remachadas, tales como la cantidad de planchas remachadas que comprenden un panel de ala, se pueden acoplar e indexar por medio de la herramienta reconfigurable de cada línea de empalme y se las mantiene en una posición predefinida.

Además de recibir las planchas remachadas, la celda de empalme 32 también recibe una pluralidad de largueros de empalme, tal como una pluralidad de largueros de empalme presellados. Por ejemplo, la celda de empalme 32 puede recibir un carrito, tal como un carrito inteligente reconfigurable para largueros 44, que transporta una pluralidad de largueros de empalme a la celda de empalme con los largueros de empalme posicionados en una orientación predefinida sobre el carrito. Como antes, el carrito inteligente reconfigurable para largueros 44 se puede trasladar a lo largo de las vías o el carrito inteligente reconfigurable para largueros puede ser direccionado de otra manera, tal como por medio de una guía automatizada. Uno o más robots pueden entonces elegir un respectivo larguero de empalme del carrito 44 y pueden posicionar el larguero de empalme en una posición apropiada con respecto a las planchas remachadas que son posicionadas una con respecto a la otra por la herramienta reconfigurable. Los largueros de empalme se pueden entonces instalar, tal como por medio de remaches en las planchas remachadas para de ese modo integrar los paneles remachados en un panel de ala unitario. Véase el bloque 16 de la Figura 1. A modo de ejemplo, la Figura 12 ilustra una línea de empalme de una celda de empalme 32 con uno o más robots que operan de modo de sujetar los largueros de empalme a las planchas remachadas.

En una forma de realización, una plancha remachada puede estar suspendida del monorriel o de otro sistema de posicionamiento superior en alineación con una posición deseada dentro de la celda de empalme 32, tal como en alineación con la herramienta reconfigurable. Véase la Figura 13. El larguero de empalme puede ser transportado por un carrito inteligente 44 y estacionado por debajo de la plancha remachada. Se puede entonces hacer descender a la plancha en alineación con el larguero de empalme, tal como hacer descender la plancha remachada del monorriel o de otro sistema de posicionamiento superior. La plancha remachada y el larguero de empalme se pueden entonces mantener en posición, tal como por medio de la herramienta reconfigurable y/o un robot, tal como se muestra, por ejemplo, en la Figura 14. Después de utilizar un robot para rastrear el canto de la plancha remachada y los largueros de empalme de modo de identificar su localización relativa, un remachador, tal como un remachador de tipo C, puede sujetar de forma provisoria el larguero de empalme y la plancha remachada. A diferencia del rastreo del canto de la plancha remachada y el larguero de empalme de modo de determinar su localización relativa, se puede utilizar la localización de un larguero de empalme anterior a fin de posicionar apropiadamente el siguiente larguero de empalme con respecto a las planchas remachadas.

En otra forma de realización, los largueros de empalme pueden ser suministrados por un carrito inteligente 44 a la celda de empalme 32 y las planchas remachadas pueden ser suministradas por el monorriel o por otro sistema de posicionamiento superior a la herramienta reconfigurable que está configurada para acoplar una o más planchas remachadas y mantener la(s) plancha(s) remachada(s) en una posición predefinida. Un robot puede entonces acoplar un larguero de empalme y colocar el larguero de empalme en relación con la plancha remachada. Un segundo robot puede entonces instalar un sujetador provisoria de modo de sujetar el larguero de empalme a la(s) plancha(s) remachada(s). Estos dos robots se pueden desplazar en conjunto de modo de instalar los sujetadores provisorios. Otros robots se pueden desplazar por delante de los robots que están instalando los sujetadores provisorios con el fin de determinar la localización relativa del larguero de empalme con respecto a la(s) plancha(s) remachada(s) y volver a posicionar el larguero de empalme según se desee. Este proceso se puede repetir para cada larguero de empalme que está sujeto a la(s) plancha(s) remachada(s). Durante este proceso, el larguero de empalme se puede sostener de la manera que se muestra en la Figura 15 de modo de no alterar el sellador que se aplicó anteriormente.

Después de empalmarse apropiadamente, el panel empalmado se puede trasladar a una celda del lateral del fuselaje 34, tal como se muestra en el bloque 18 de la Figura 1 y en la Figura 16. La celda del lateral del fuselaje 34 también puede incluir una o más líneas. En el caso en que la celda del lateral del fuselaje 34 incluye una pluralidad de líneas, se pueden procesar múltiples paneles empalmados al mismo tiempo con cada línea operando en un respectivo panel empalmado. En la celda del lateral del fuselaje 34, el panel empalmado puede ser suministrado por un monorriel o por otro sistema de posicionamiento superior a un accesorio u otra herramienta que mantenga el panel empalmado en una posición y orientación predefinidas. El cordón lateral del fuselaje puede entonces ser instalado por un robot y un robot también puede instalar uno o más accesorios en forma de paleta junto con cualquier calce requerido como para completar el montaje del panel de ala. En este aspecto, el accesorio u otra herramienta puede hacer que se provea el contorno deseado al extremo hacia dentro del panel empalmado con el

cordón lateral del fuselaje que entonces se está instalando en el extremo hacia dentro del panel empalmado. En una forma de realización, uno o más robots instalan con una pluralidad de pernos el cordón lateral del fuselaje y cualquier accesorio en forma de paleta requerido, en que acoplan el panel empalmado contorneado de modo apropiado.

- 5 El panel de ala resultante puede entonces salir de la celda del lateral del fuselaje 34 y ser ensamblado con otro panel de ala, tal como para ensamblar los paneles de ala superior e inferior para formar un cajón de ala. Al automatizar el proceso de montaje y al utilizar celdas operativamente separadas para realizar distintas operaciones de fabricación, el sistema y el método de una forma de realización pueden fabricar paneles de ala y a su vez cajones de ala más rápidamente y más eficientemente.
- 10 Muchas modificaciones y otras formas de realización expuestas en la presente vendrán a la mente de un experto de la técnica a la que pertenecen estas formas de realización que tiene el beneficio de las enseñanzas presentadas en las descripciones anteriores y las figuras asociadas. Por lo tanto, se debe entender que las formas de realización no se limitan a las formas específicas divulgadas y la intención es que dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas estén incluidas las modificaciones y otras formas de realización. Es más, si bien las descripciones anteriores y las figuras asociadas describen formas de realización ejemplificativas en el contexto de ciertas combinaciones ejemplificativas de elementos y/o funciones, se debe apreciar que se pueden proveer diferentes combinaciones de elementos y/o funciones mediante formas de realización alternativas sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas. En este aspecto, por ejemplo, también están contempladas diferentes combinaciones de elementos y/o funciones distintas a las explícitamente descritas anteriormente, tal como pueden estar expuestas en algunas de las reivindicaciones adjuntas. Si bien en la presente se emplean términos específicos, los mismos se utilizan solamente en un sentido genérico y descriptivo y no con propósitos limitativos.
- 15
- 20

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de fabricación automatizada de paneles de ala de aeronave que comprende:
- 5 una celda de sujeción provisoria (22) configurada para sujetar provisoriamente uno o más largueros en un panel de revestimiento,
- una celda de remachado (26) configurada para recibir una plancha con sujetadores provisionarios desde la celda de sujeción provisoria (22) para remachar los uno o más largueros en el panel de revestimiento,
- una celda de empalme (32) configurada para recibir una pluralidad de planchas remachadas de la celda de remachado (26) y sujetar uno o más largueros de empalme en la pluralidad de planchas remachadas,
- 10 una celda del lateral del fuselaje (34) configurada para recibir un panel empalmado de la celda de empalme (32) y sujetar un cordón lateral del fuselaje al mismo para producir un panel de ala,
- al menos un carrito reconfigurable (44) configurado para transportar los uno o más largueros a la celda de sujeción provisoria (22) y los uno o más largueros de empalme a la celda de empalme (32), y
- 15 un sistema de posicionamiento superior configurado para trasladar el panel de revestimiento a la celda de sujeción provisoria (22), la plancha con sujetadores provisionarios a la celda de remachado (26), la plancha remachada a la celda de empalme (32) y el panel empalmado a la celda del lateral del fuselaje (34).
2. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende una celda de estacionamiento (20) corriente arriba de la celda de sujeción provisoria (22) para recibir los uno o más largueros y el panel de revestimiento y proveer los uno o más largueros y el panel de revestimiento a la celda de remachado (26).
- 20 3. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sistema de posicionamiento superior comprende una pluralidad de mordazas de tornillo (50) que tienen unos primero y segundo miembros de mordaza con unos primero y segundo miembros de abrazadera (58), en donde al menos uno de los miembros de abrazadera (58) es ajustable.
4. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde al menos una de las celdas de remachado (26), la celda de empalme (32) y la celda del lateral del fuselaje (34) comprende una pluralidad de líneas para proveer procesamiento paralelo.
- 25 5. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada una de la celda de sujeción provisoria, la celda de remachado (26) y la celda de empalme (32) incluye una herramienta reconfigurable para acoplar el panel de revestimiento, la plancha con sujetadores provisionarios y la plancha remachada, respectivamente.
6. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada una de la celda de sujeción provisoria (22), la celda de remachado (26), la celda de empalme (32) y la celda del lateral del fuselaje (34) incluye uno o más robots.
- 30 7. Un método de fabricación automatizada de paneles de ala de aeronave que comprende:
- sujetar provisoriamente uno o más largueros en un panel de revestimiento en una celda de sujeción provisoria (22),
- recibir una plancha con sujetadores provisionarios de la celda de sujeción provisoria (22) y remachar los uno o más largueros en el panel de revestimiento en una celda de remachado (26),
- 35 recibir una pluralidad de planchas remachadas de la celda de remachado (26) y sujetar uno o más largueros de empalme en la pluralidad de planchas remachadas en una celda de empalme (32),
- recibir un panel empalmado de la celda de empalme (32) y sujetar un cordón lateral del fuselaje al mismo dentro de una celda del lateral del fuselaje (34) para producir un panel de ala,
- 40 transportar los uno o más largueros a la celda de sujeción provisoria y los uno o más largueros de empalme a la celda de empalme (32) con un carrito reconfigurable (44), y
- trasladar el panel de revestimiento a la celda de sujeción provisoria, la plancha con sujetadores provisionarios a la celda de remachado (26), la plancha remachada a la celda de empalme (32) y el panel empalmado a la celda del lateral

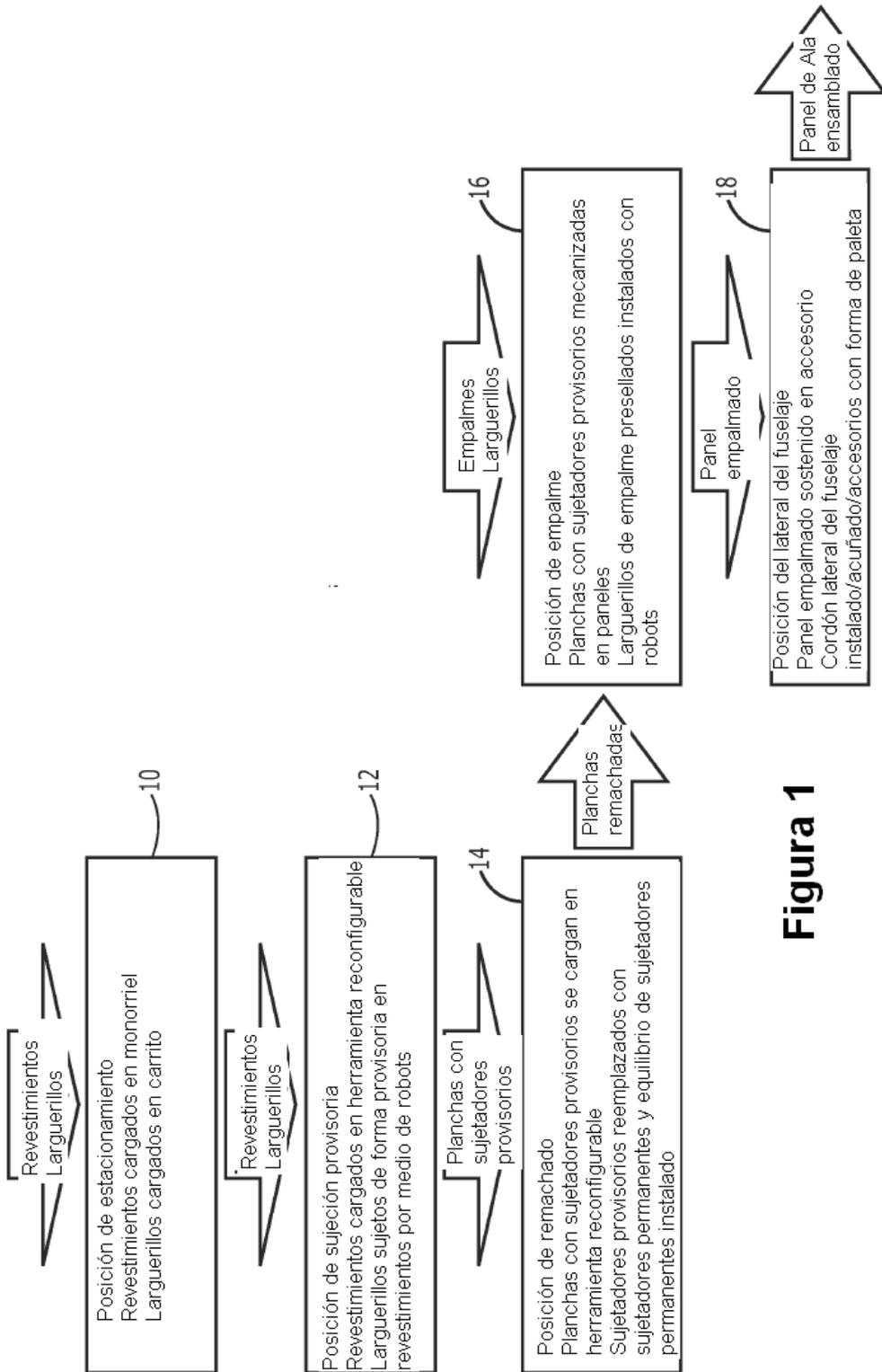
del fuselaje (34) mediante el uso de un sistema de posicionamiento superior.

8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, que además comprende recibir los uno o más largueros y el panel de revestimiento en una celda de estacionamiento (20) corriente arriba de la celda de remachado (26) y proveer los uno o más largueros y el panel de revestimiento a la celda de remachado (26).

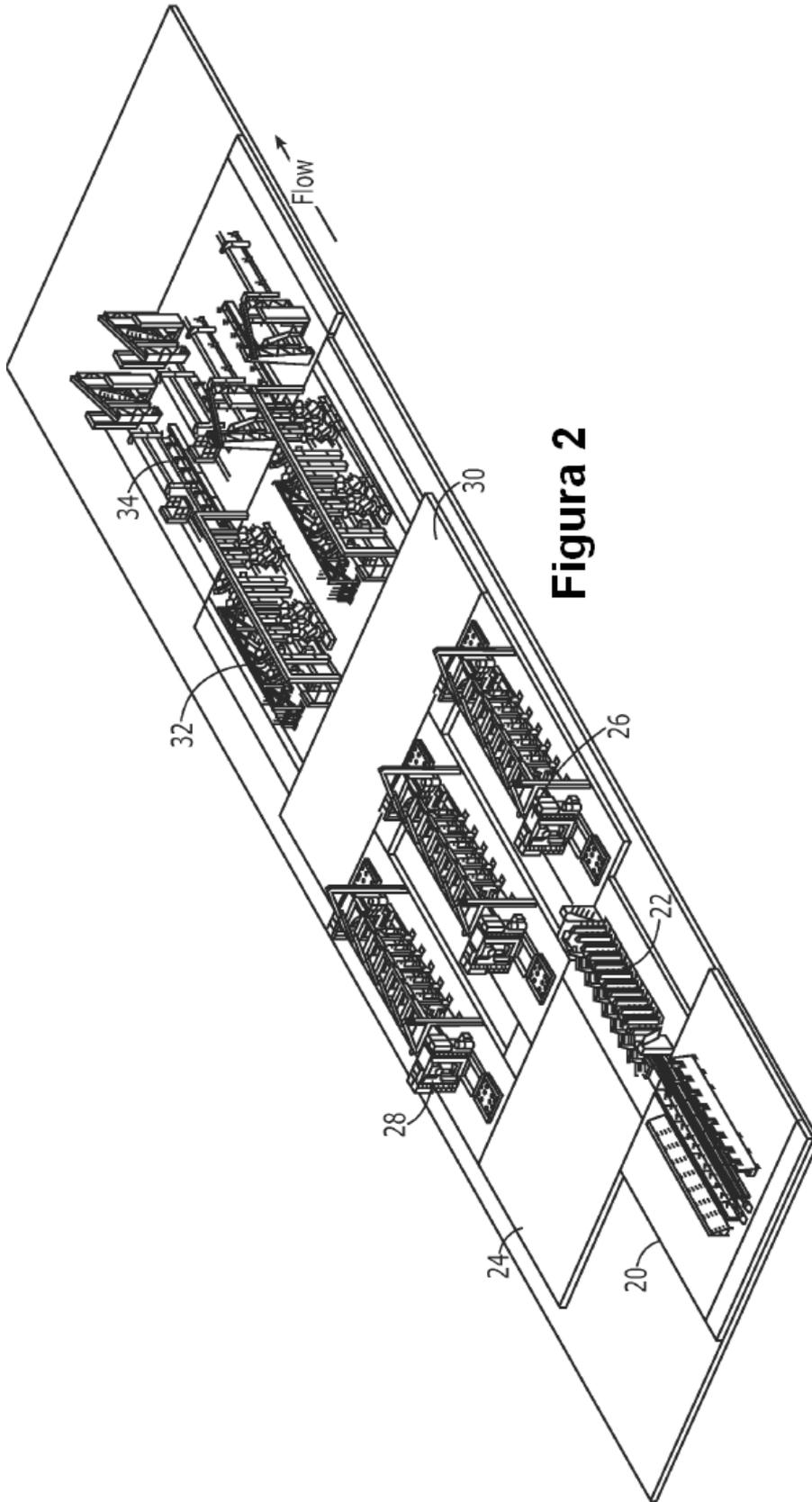
5 9. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, que además comprende proveer procesamiento paralelo dentro de al menos una de la celda de remachado (26), la celda de empalme y la celda del lateral del fuselaje (34).

10. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, que además comprende acoplar de forma ajustable el panel de revestimiento, la plancha con sujetadores provisionales y la plancha remachada con una herramienta reconfigurable dentro de la celda de sujeción provisional, la celda de remachado (26) y la celda de empalme (32), respectivamente.

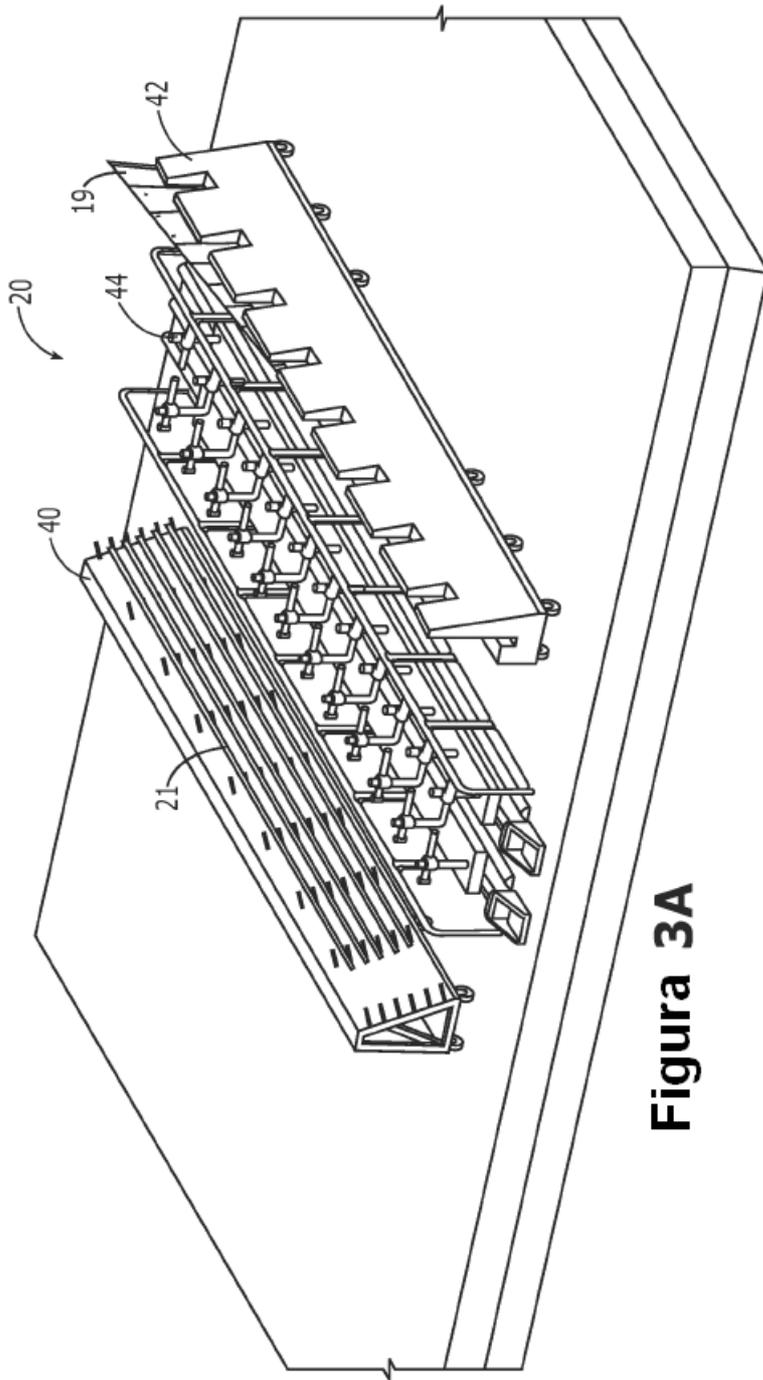
10 11. Un método de acuerdo con la reivindicación 7 que además comprende realizar funciones dentro de la celda de sujeción provisional, la celda de remachado (26), la celda de empalme (32) y la celda del lateral del fuselaje (34) con uno o más robots.



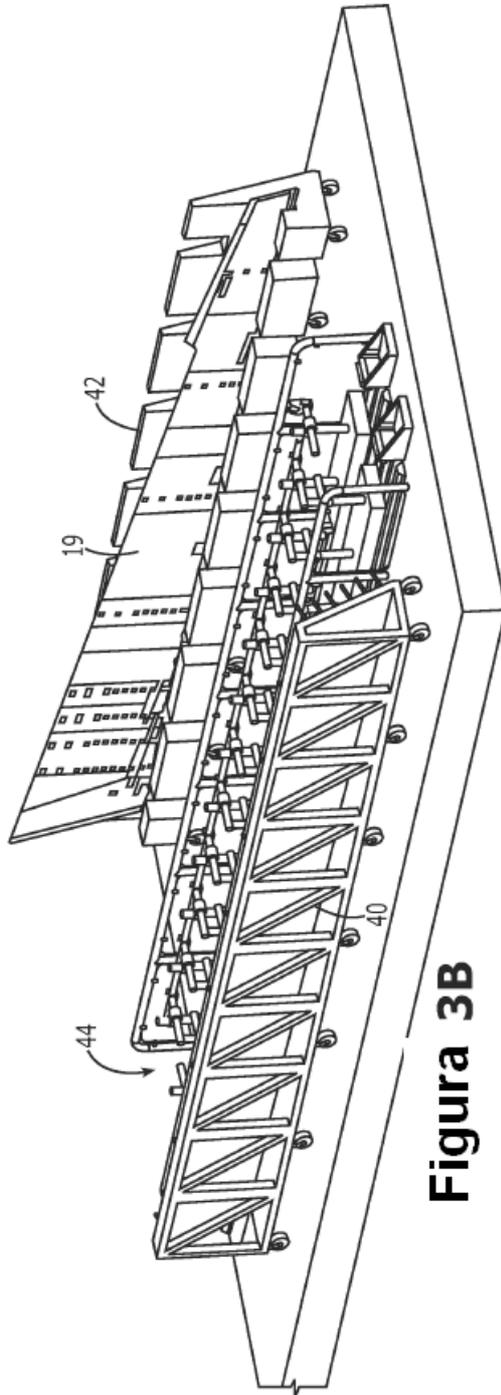
**Figura 1**



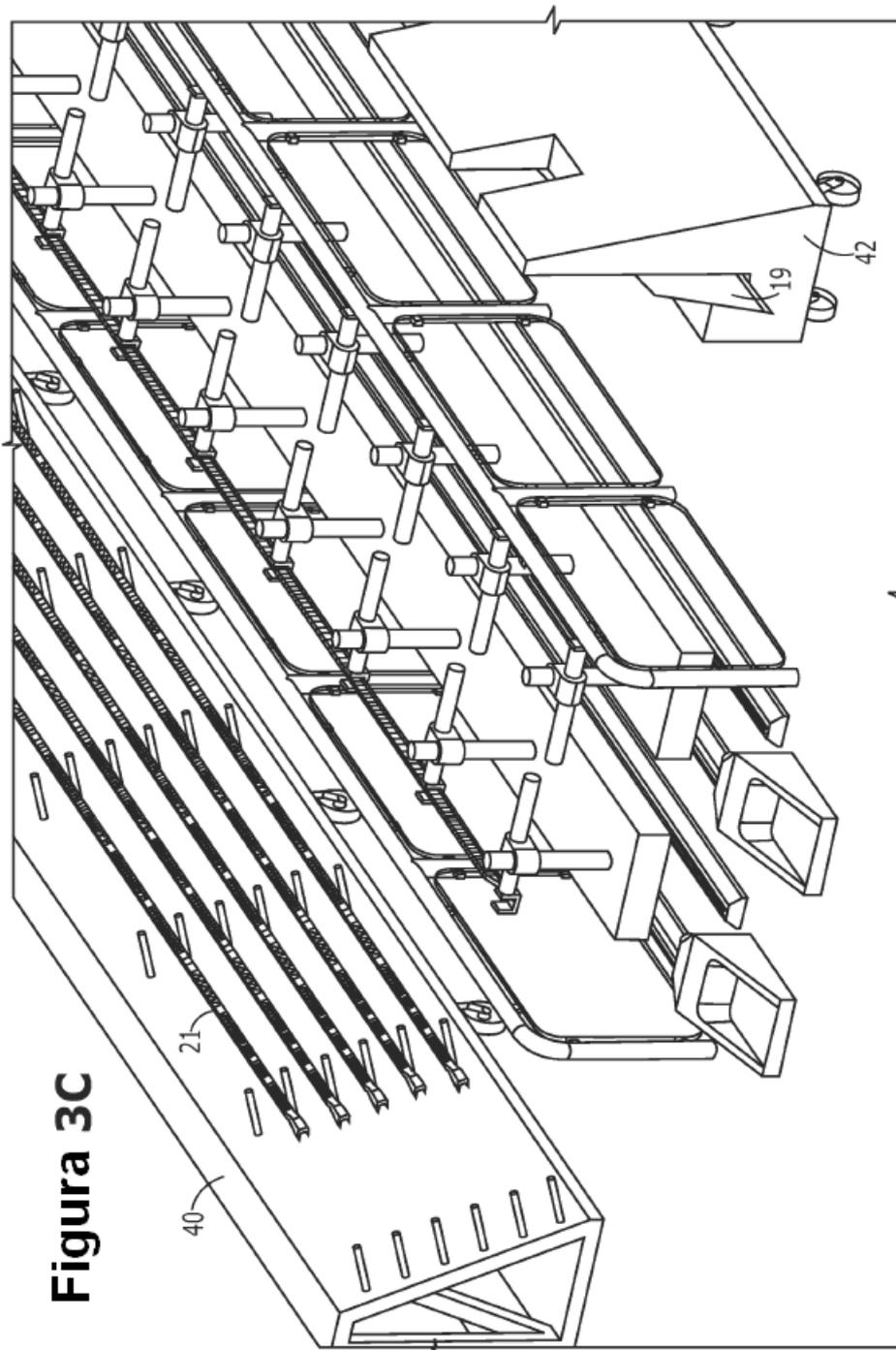
**Figura 2**



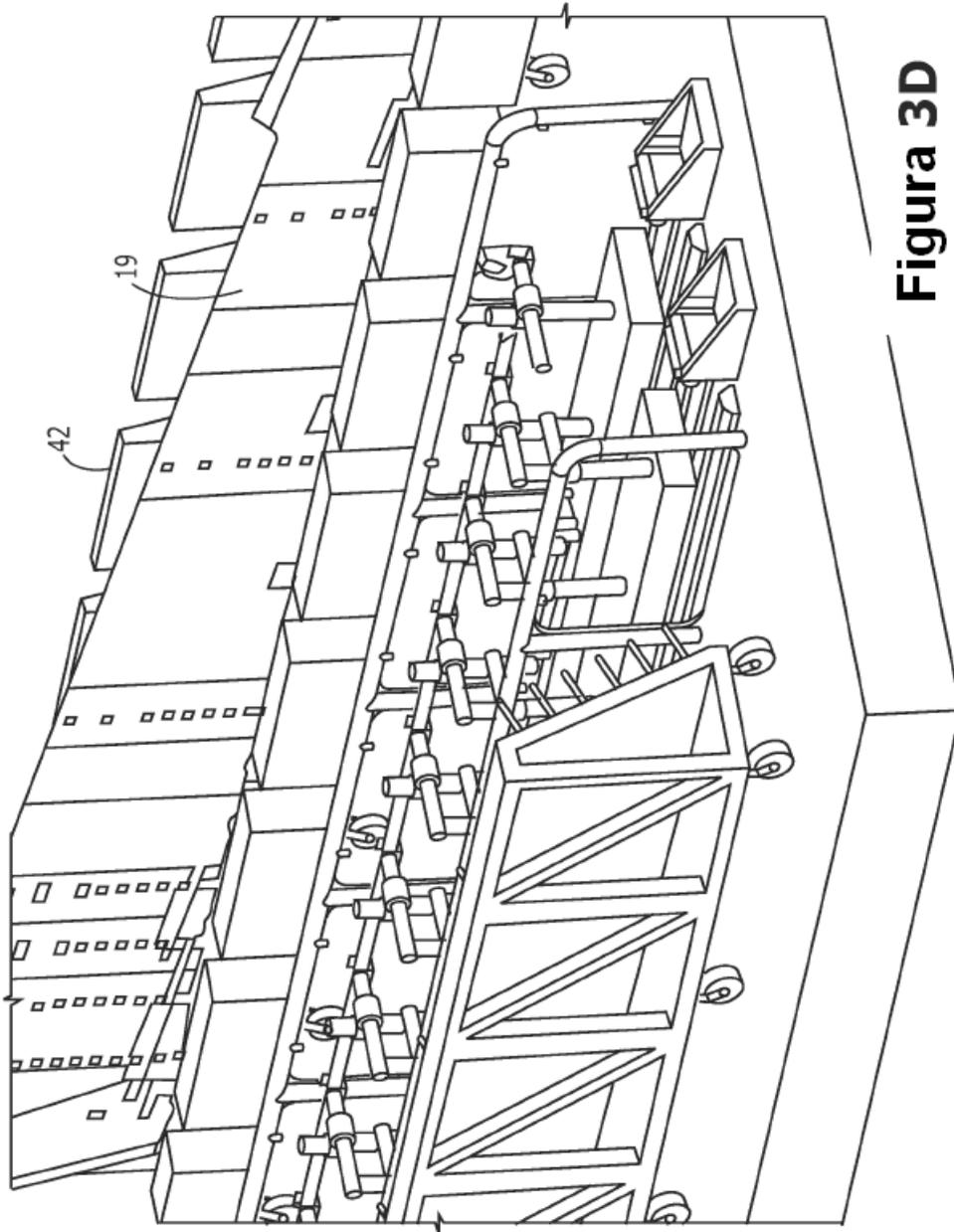
**Figura 3A**



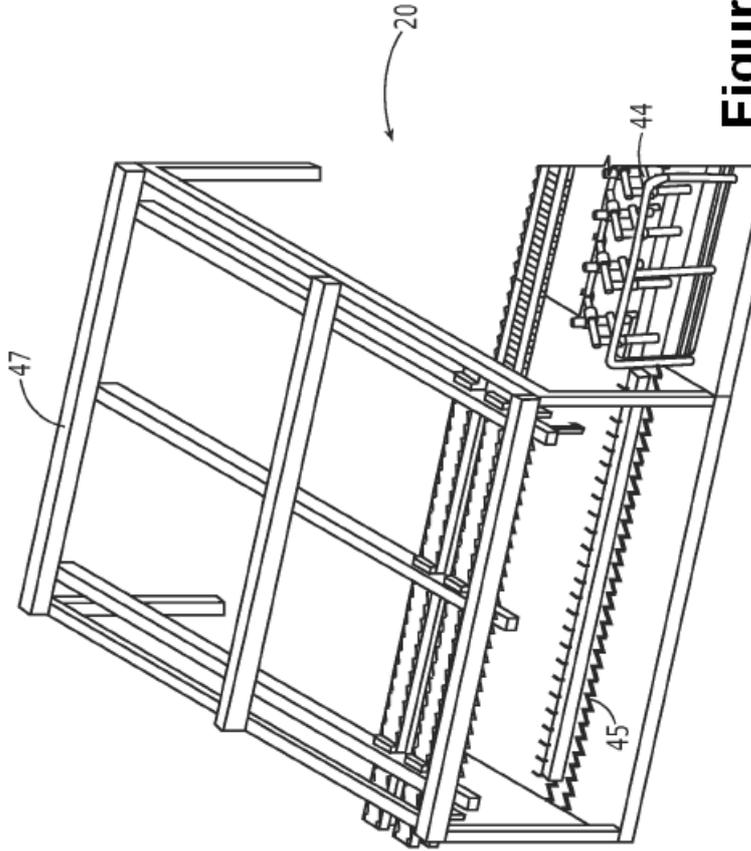
**Figura 3B**



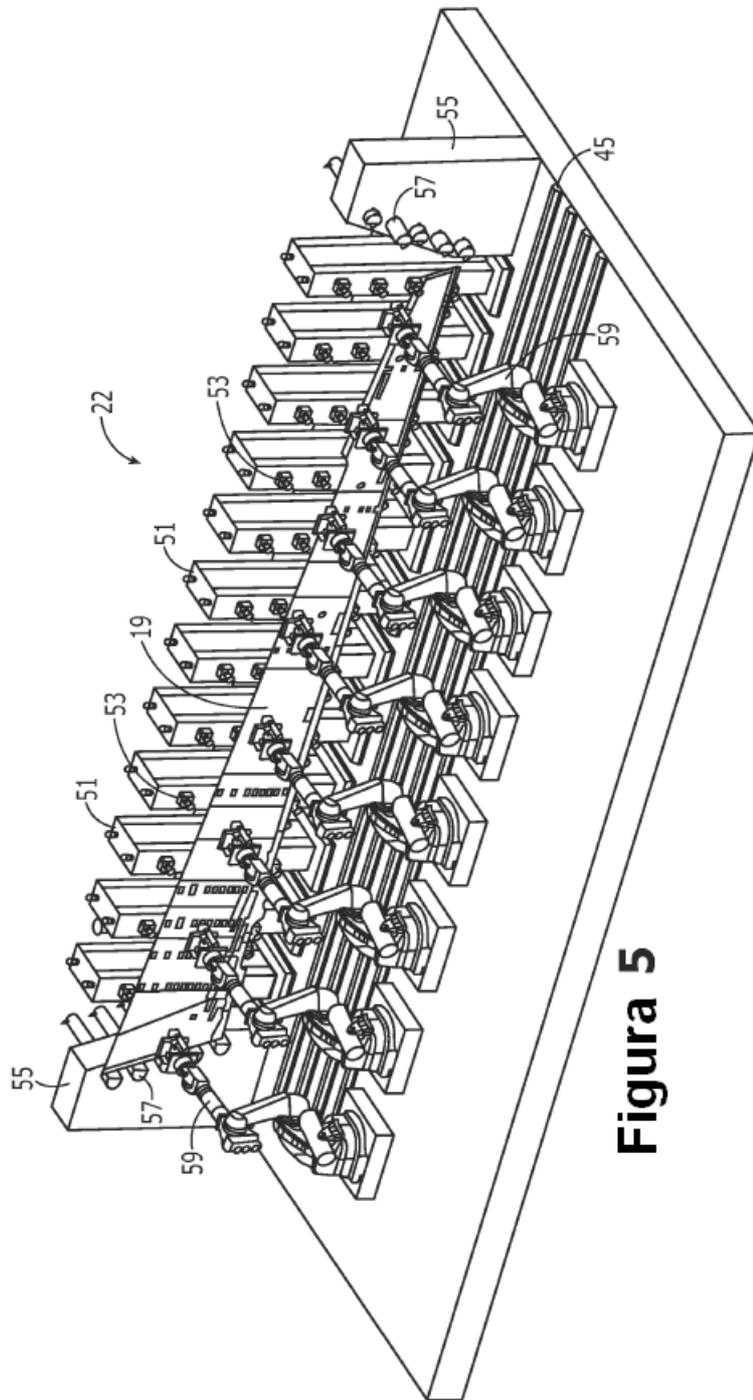
**Figura 3C**



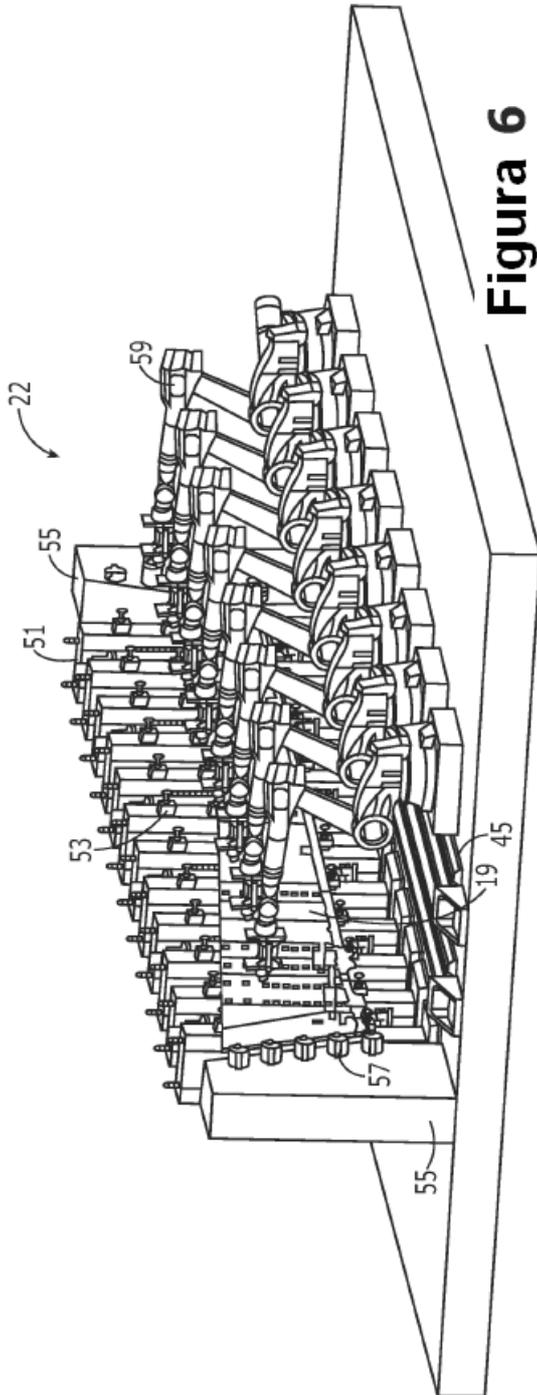
**Figura 3D**



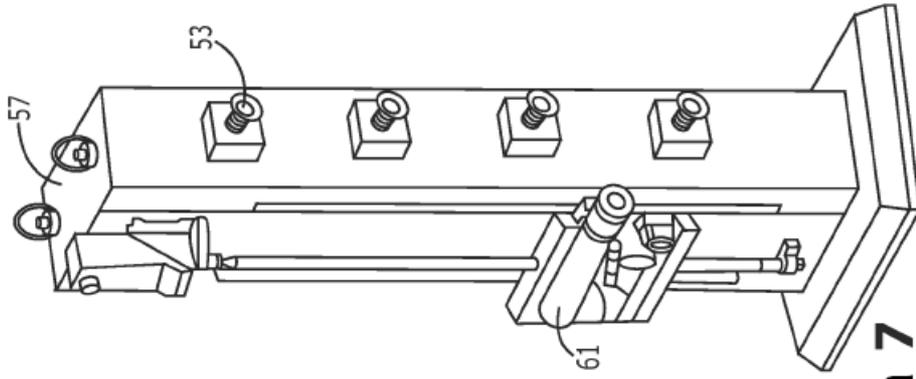
**Figura 4**



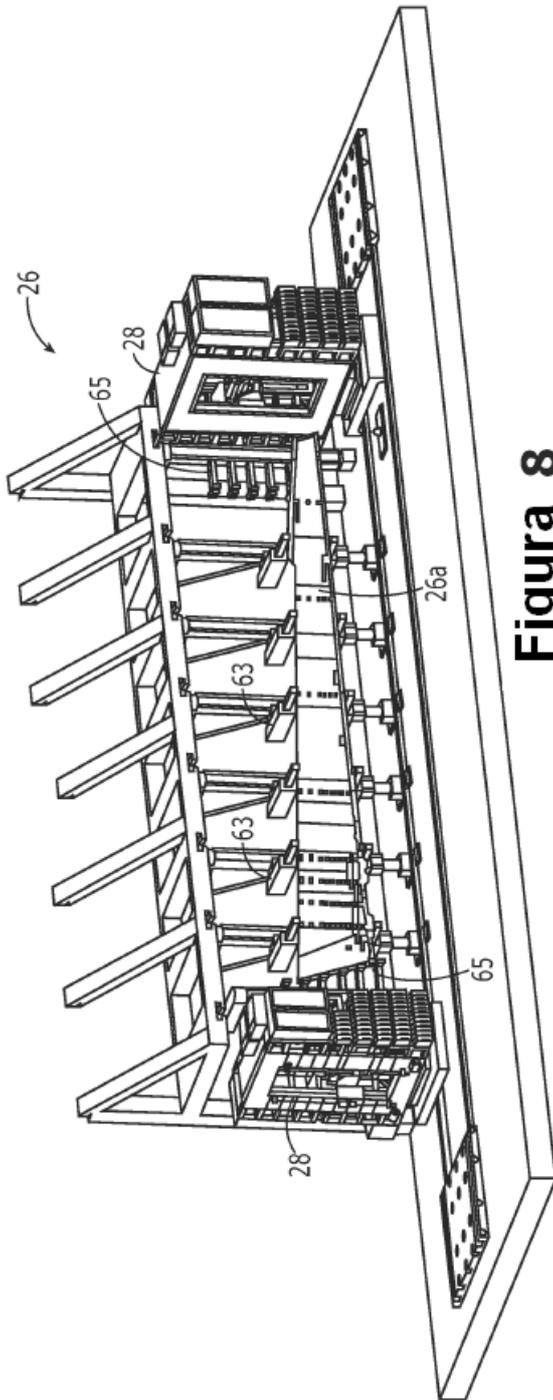
**Figura 5**



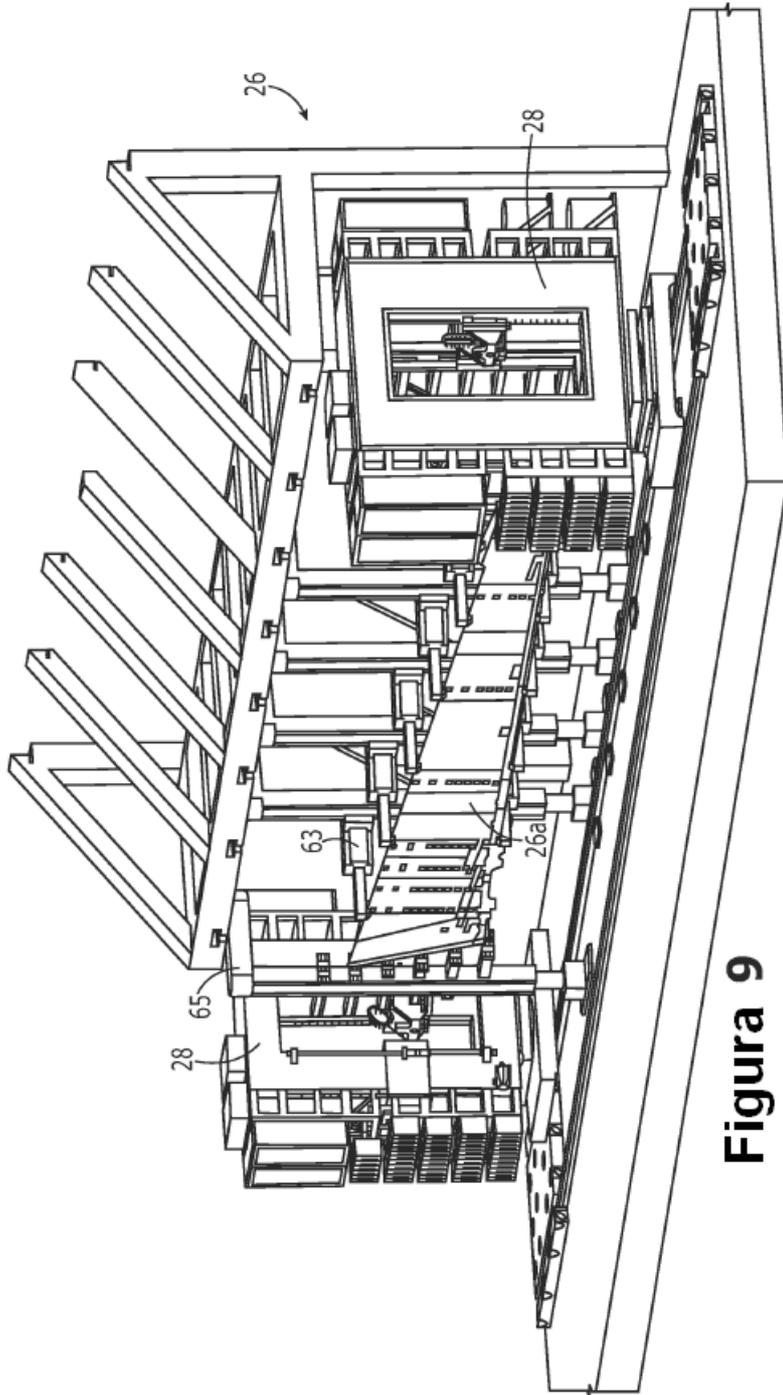
**Figura 6**



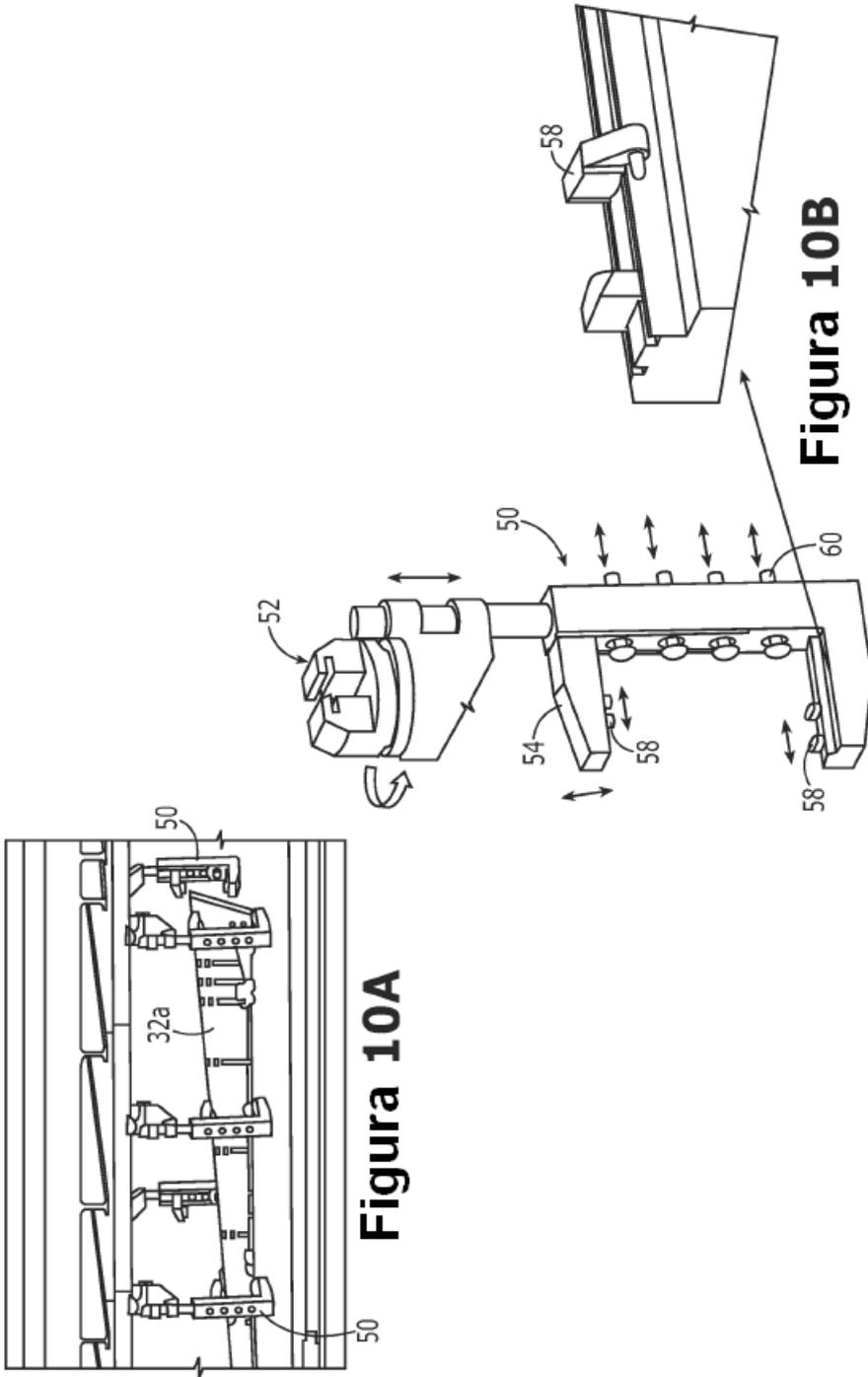
**Figura 7**

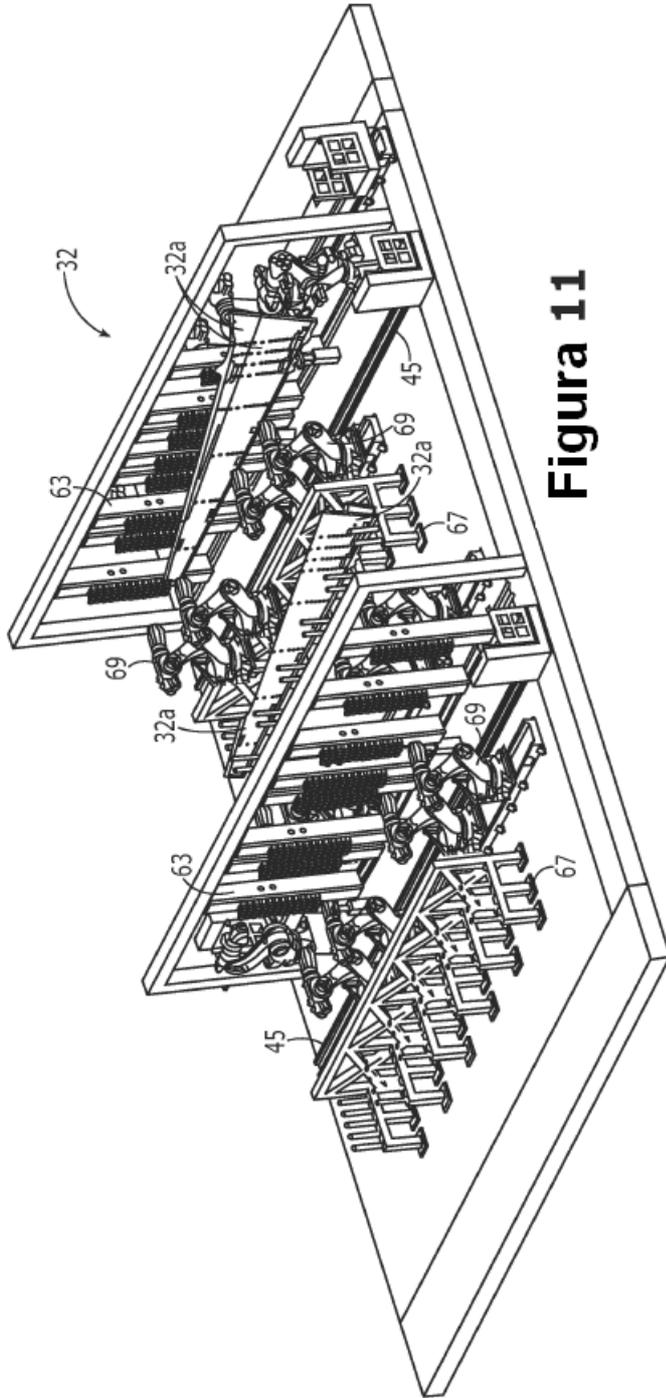


**Figura 8**



**Figura 9**





**Figura 11**

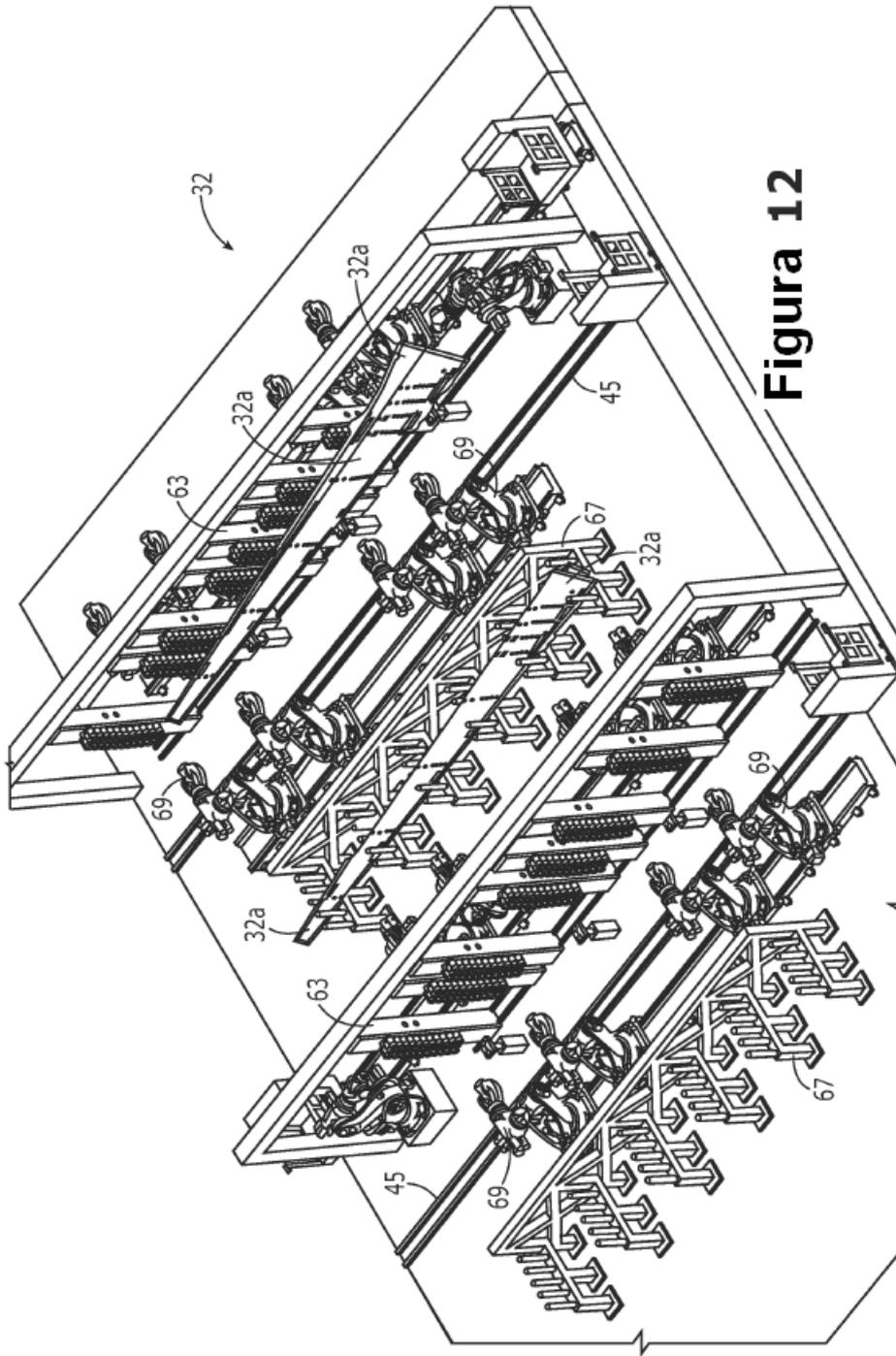


Figura 12

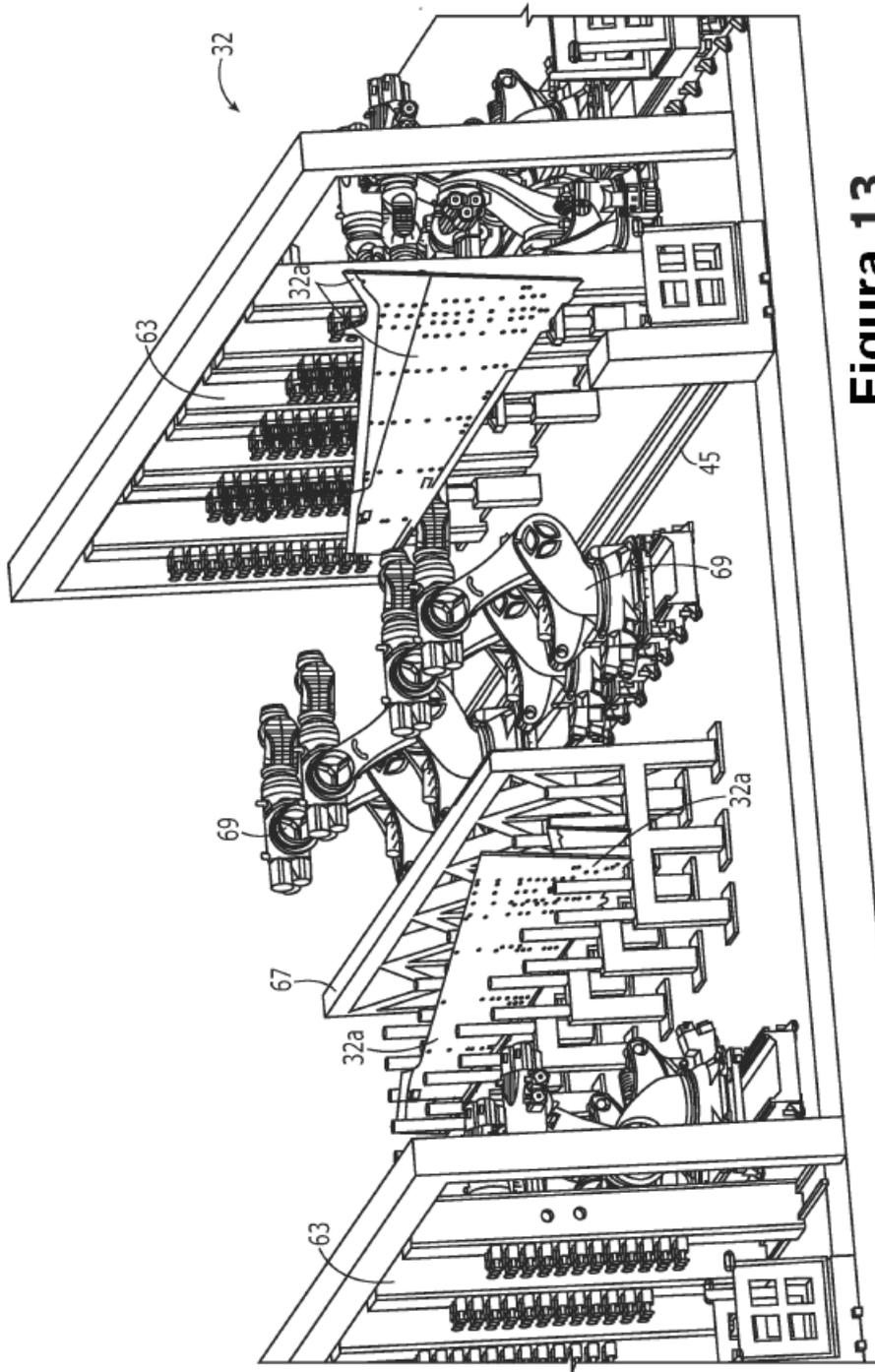
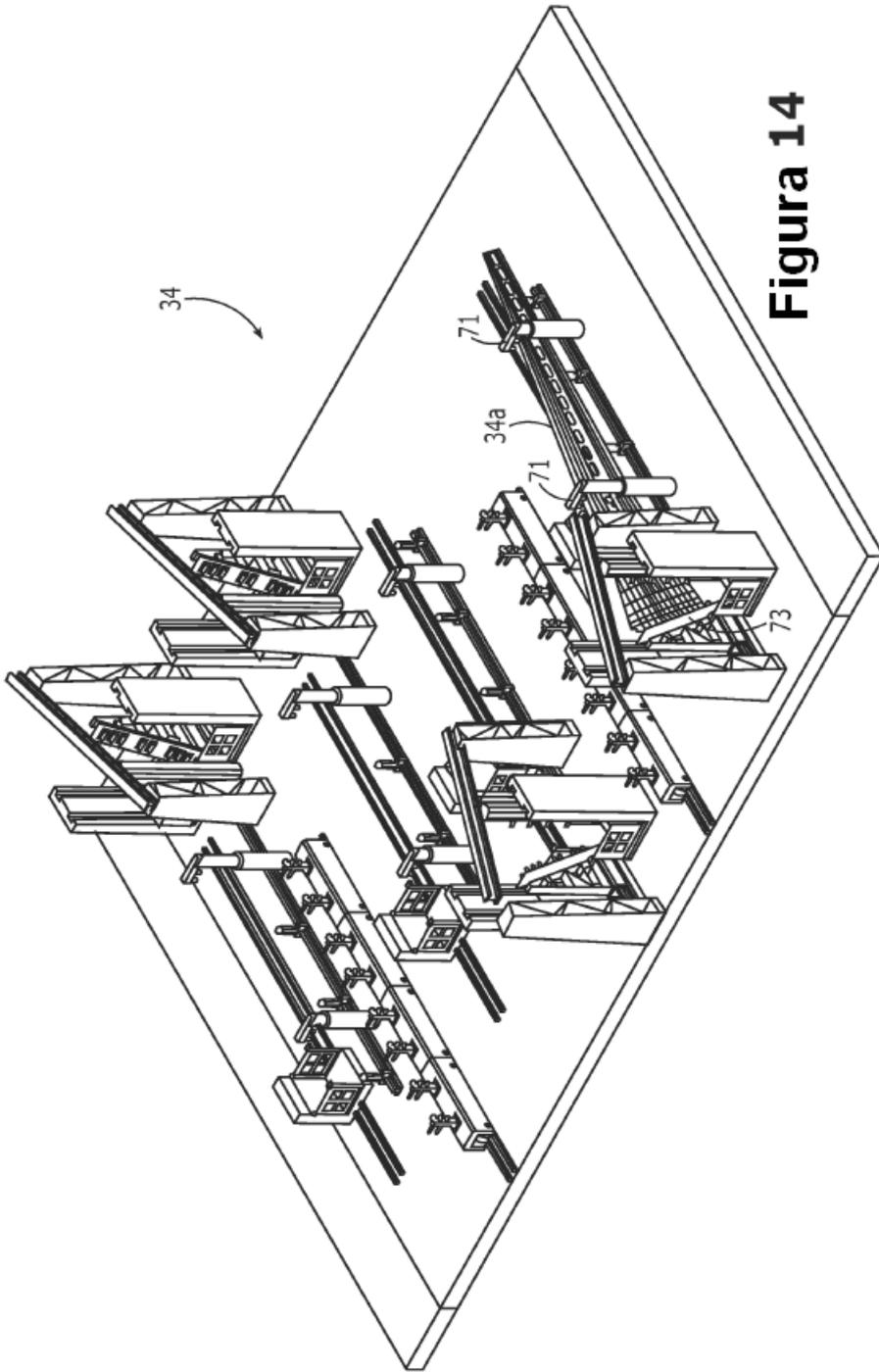
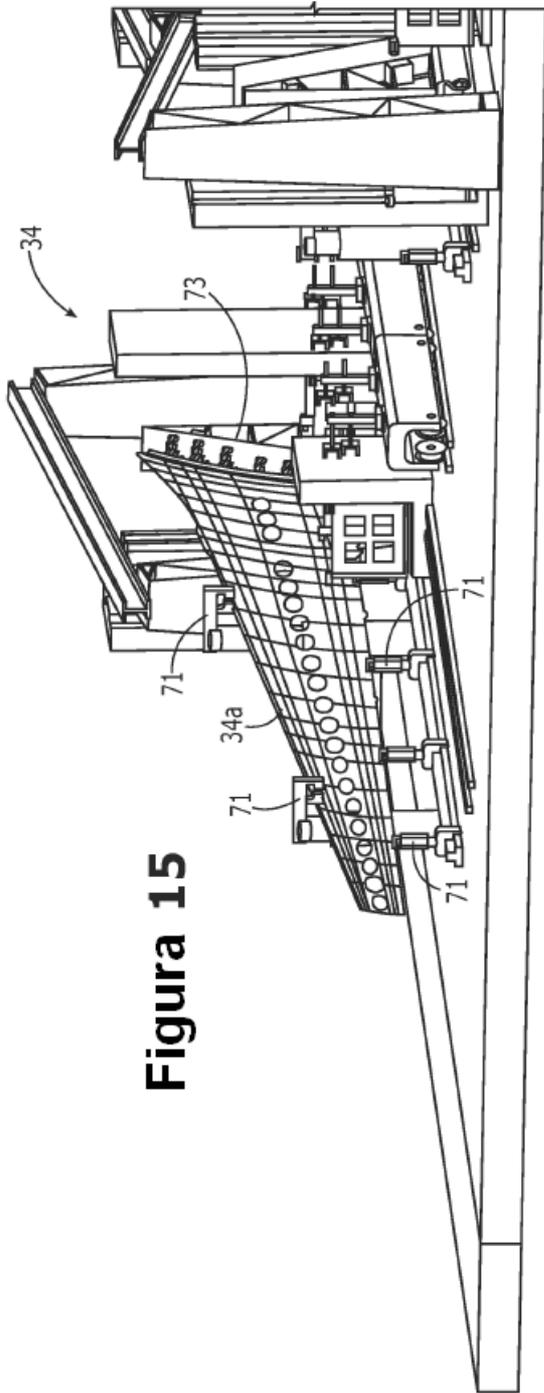


Figura 13



**Figura 14**



**Figura 15**