

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 768 428**

51 Int. Cl.:

**B23Q 9/02** (2006.01)

**B23K 37/02** (2006.01)

**B23Q 9/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.04.2014 PCT/US2014/034897**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.11.2014 WO14186093**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.04.2014 E 14728722 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019 EP 2996839**

54 Título: **Sistema de oruga de marco pequeño**

30 Prioridad:

**14.05.2013 US 201313893959**

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

**22.06.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**PERLA, LUIS A.;  
MUNK, CLAYTON LYNN y  
HOLLEY, STEPHEN GLADE**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 768 428 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 de oruga de marco pequeño

**Antecedentes****1. Campo:**

- 5 La presente divulgación hace referencia generalmente a la elaboración y, en particular, a la realización de operaciones en estructuras para fabricar un objeto. Todavía más particularmente, la presente divulgación hace referencia a un método y aparato para realizar operaciones en estructuras para fabricar un objeto utilizando una plataforma móvil.

**2. Antecedentes:**

- 10 En la fabricación de aeronaves, muchas partes pueden ser fabricadas y montadas para formar la aeronave. Por ejemplo, el fuselaje en una aeronave puede formarse fabricando estructuras tales como marcos y paneles de revestimiento. Los paneles de revestimiento pueden estar unidos a los marcos utilizando tornillos.

La unión de paneles de revestimiento a los marcos puede involucrar muchos tipos diferentes de operaciones. Por ejemplo, pueden realizarse operaciones de perforación para formar agujeros al conectar paneles de revestimiento a los marcos. En otro ejemplo, pueden instalarse tornillos en los agujeros para conectar paneles de revestimiento a los marcos.

- 15 El montaje de partes puede realizarse en un número de formas diferentes. Por ejemplo, operarios humanos pueden realizar las diferentes operaciones para formar agujeros e instalar tornillos para conectar paneles de revestimiento a los marcos. Con operarios humanos, el procedimiento puede ser laborioso, más complejo y más largo de lo deseado.

- 20 Cuando se utilizan operarios humanos, pueden instalarse plataformas, guías, elementos fijos, andamios, sistemas gantry y otros componentes y utilizarse para realizar operaciones tales como colocar paneles de revestimiento con respecto a marcos, perforar agujeros, instalar tornillos y otras operaciones.

- 25 El montaje de estas partes puede realizarse también utilizando un equipamiento automatizado. Por ejemplo, puede utilizarse equipamiento robótico para formar agujeros e instalar tornillos. El equipamiento automatizado puede ser a veces más largo de lo deseado. En algunos casos, el tamaño del equipamiento automatizado, tal como brazos robóticos u otro equipamiento voluminoso, puede reducir la capacidad de realizar algunas operaciones al conectar paneles de revestimiento a marcos para formar un fuselaje de la aeronave.

El equipamiento robótico puede incluir también orugas que se mueven en rieles. Estos rieles pueden estar unidos a los paneles de fuselaje colocados en relación con los marcos. Una oruga puede moverse en el riel para realizar operaciones tales como operaciones de perforación y operaciones de instalación de tornillos.

- 30 Las orugas en rieles pueden no ser tan voluminosas como otros tipos de equipamientos robóticos. Sin embargo, el uso de rieles puede necesitar la perforación de agujeros adicionales para unir los rieles al fuselaje. Además, el uso de rieles puede necesitar más tiempo y esfuerzo que los deseados para instalar y retirar estos tipos de sistemas para realizar operaciones en el fuselaje de una aeronave.

Por tanto, sería deseable tener un método y aparato que tenga en cuenta al menos algunas de estas cuestiones tratadas anteriormente, así como otras posibles cuestiones.

- 35 El documento US 2004/0234352 A1 expone una herramienta de corte y un sistema de montaje incluye un portaherramientas dispuesto para montarse en una pieza de trabajo, un conjunto de herramienta de corte transportada por el portaherramientas y un montaje de rieles conectado con el conjunto de herramienta de corte y colocado para seguir el contorno de una superficie exterior de la pieza de trabajo. El conjunto de la herramienta de corte incluye una herramienta de corte dispuesta para ser rotada sobre un eje longitudinal y un sistema de impulso de herramientas conectado a y  
40 dispuesto para transmitir movimiento de entrada rotatorio a la herramienta de corte. La herramienta de corte está sujeta por el sistema de impulso de herramientas para ser introducida a lo largo de su eje de rotación y transversalmente de su eje de rotación para cortar una pieza de trabajo a través de un espesor de pared de la pieza de trabajo para conferir una superficie biselada a una porción de extremo cortada de la pieza de trabajo.

- 45 El documento US 5.562.043 A expone un sistema para mover un elemento de trabajo a lo largo de una superficie de trabajo para realizar trabajo en él incluye un riel alargado de material plástico flexible formado con un engranaje dentado junto con un borde del mismo. Un transporte que tiene un motor de impulsión y una rueda motriz accionada de ese modo, es movido a lo largo del riel por la rueda motriz atrayendo el engranaje dentado. La rueda motriz está conectada al motor de impulsión mediante un mecanismo de leva excéntrica. El elemento de trabajo es transportado por el transporte y preferiblemente es un dispositivo de corte fluido de alta presión. El riel se forma de un material plástico flexible, tal como  
50 un polietileno de alta densidad lineal, permitiendo que se doble y ajustado a la superficie de trabajo, y tiene una segunda banda alargada de material plástico que está sujeta de manera móvil al riel y se extiende longitudinalmente a lo largo de eso. Una serie de imanes están montados en el riel para adherir el riel a la superficie de trabajo. Los imanes están unidos al riel mediante tornillos que se extienden a través de aberturas ranuradas en la segunda banda del riel cuando se forma

la superficie de trabajo. El transporte incluye un mecanismo inclinado por resorte que inclina la rueda motriz a través del mecanismo de leva excéntrica en el acoplamiento de impulso con el riel dentado que permite que la rueda motriz compense cualquier irregularidad en el riel dentado a medida que se mueve a lo largo del riel.

**Sumario**

5 En un aspecto, un aparato comprende un sistema de herramienta configurado para realizar una operación en una ubicación en una estructura y un sistema de movimiento configurado para mover el sistema de herramienta a lo largo de un marco alargado en la estructura a la ubicación. El sistema de movimiento comprende un sistema de locomoción configurado para moverse a lo largo del marco alargado y un sistema de sujeción configurado para unir el sistema de locomoción al marco alargado. El sistema de locomoción comprende un número de rodillos configurados para estar en contacto con el marco alargado y un número de motores configurados para girar al menos uno del número de rodillos de modo que el sistema de movimiento y el sistema de herramienta se mueven a lo largo del marco alargado. El sistema de sujeción comprende: una primera guía que comprende dos estructuras y, en cada una de las dos estructuras, un soporte que comprende una esfera; una segunda guía que comprende una estructura adicional y dos conjuntos de ruedas, comprendiendo cada conjunto de ruedas una rueda y una esfera adicional, estando los conjuntos de rueda configurados para estar en contacto con el marco alargado; y un sistema de acoplamiento.

10 En otro aspecto, un método para realizar una operación en una estructura comprende mover un sistema de herramienta asociado físicamente con un sistema de movimiento a lo largo de un marco alargado en la estructura a una ubicación y realizar la operación en la estructura en la ubicación con el sistema de herramienta. El sistema de movimiento comprende un sistema de locomoción configurado para moverse a lo largo del marco alargado y un sistema de sujeción configurado para unir el sistema de locomoción al marco alargado. El sistema de locomoción comprende un número de rodillos configurados para estar en contacto con el marco alargado y un número de motores configurados para girar al menos uno del número de rodillos de modo que el sistema de movimiento y el sistema de herramienta se mueven a lo largo del marco alargado. El sistema de sujeción comprende: una primera guía que comprende dos estructuras y, en cada una de las dos estructuras, un soporte que comprende una esfera; una segunda guía que comprende una estructura adicional y dos conjuntos de ruedas, comprendiendo cada conjunto de ruedas una rueda y una esfera adicional, estando los conjuntos de rueda configurados para estar en contacto con el marco alargado; y un sistema de acoplamiento.

20 En un ejemplo ilustrativo, un aparato puede comprender un sistema de herramienta y un sistema de movimiento. El sistema de herramienta puede estar configurado para realizar una operación en una ubicación en una estructura. El sistema de movimiento puede estar configurado para mover el sistema de herramienta a lo largo de un marco alargado en la estructura a la ubicación.

25 En otro ejemplo ilustrativo, puede proporcionarse un método para realizar una operación en una estructura. Un sistema de herramienta físicamente asociado con un sistema de movimiento puede ser movido a lo largo de un marco alargado en la estructura a una ubicación. La operación puede realizarse en la estructura a la ubicación con el sistema de herramienta.

30 En todavía otro ejemplo ilustrativo, un sistema de herramienta móvil puede comprender una primera oruga, una segunda oruga, un conector y una tercera herramienta. La primera oruga puede estar configurada para estar unida a un primer marco alargado en el que la primera oruga puede comprender un primer sistema de movimiento y un primer sistema de herramienta. El segundo sistema oruga puede estar configurado para estar unido a un segundo marco alargado que puede ser sustancialmente paralelo al primer marco alargado en el que la segunda oruga puede comprender un segundo sistema de movimiento y una segunda herramienta. El conector puede estar configurado para conectar la primera oruga y la segunda oruga entre sí. La tercera herramienta puede estar configurada para moverse a lo largo del conector longitudinalmente entre la primera oruga y la segunda oruga.

35 En todavía aún otro ejemplo ilustrativo, un sistema de herramienta móvil puede comprender una oruga y un controlador. La oruga puede comprender un sistema de herramienta, un sistema de movimiento y un sistema de soporte. El sistema de herramienta puede estar configurado para realizar una operación en una ubicación en una estructura para un fuselaje de una aeronave en la que el sistema de herramienta puede estar comprendido por al menos uno de un instalador de tornillo, un taladro, un aplicador de pintura, un aplicador de sellado o una cámara. El sistema de movimiento puede estar configurado para mover el sistema de herramienta a lo largo de un marco alargado en la estructura a la ubicación. El sistema de movimiento puede comprender un sistema de locomoción configurado para moverse a lo largo del marco alargado y un sistema de unión configurado para unir el sistema de locomoción al marco alargado en el que el sistema de locomoción puede tener un número de rodillos configurados para estar en contacto con el marco alargado y un número de motores configurados para girar al menos uno de un número de rodillos de modo que el sistema de movimiento y el sistema de herramienta se muevan a lo largo del marco alargado en el que el sistema de unión puede ser seleccionado de al menos uno de un sistema de sujeción físico o un sistema de unión magnético. El sistema de herramienta y el sistema de movimiento pueden estar físicamente asociados con el marco de soporte. El controlador puede estar configurado para controlar el funcionamiento de la oruga.

40 En todavía aún otro ejemplo ilustrativo, puede proporcionarse un método para realizar una operación en una estructura en un fuselaje de una aeronave. Un sistema de movimiento en una oruga puede estar unido a un marco alargado en el que el sistema de movimiento se mueve en el marco alargado. El sistema de movimiento puede estar físicamente asociado

- 5 con un sistema de herramienta en la oruga. El sistema de herramienta y el sistema de movimiento pueden estar físicamente asociados con un marco de soporte para la oruga. El sistema de movimiento puede comprender un sistema de locomoción configurado para moverse a lo largo del marco alargado y un sistema de unión configurado para unir el sistema de locomoción al marco alargado. El sistema de locomoción puede tener un número de rodillos configurados para estar en contacto con el marco alargado y un número de motores configurados para girar al menos uno del número de rodillos de modo que el sistema de movimiento y el sistema de herramienta se mueven a lo largo del marco alargado. El sistema de unión puede ser seleccionado de al menos uno de un sistema de sujeción físico o un sistema de unión magnético. El sistema de herramienta puede estar comprendido de al menos uno de un instalador de tornillo, un taladro, un aplicador de pintura, un aplicador de sellado o una cámara. El sistema de herramienta físicamente asociado con el sistema de movimiento puede ser movido a lo largo del marco alargado en la estructura a una ubicación. La operación puede realizarse en la estructura a la ubicación con el sistema de herramienta. La operación puede seleccionarse de al menos uno de una operación de instalación de tornillo, una operación de perforación, una operación de sellado, una operación de pintado o una operación de inspección.
- 10 En un ejemplo ilustrativo adicional, un sistema de herramienta móvil puede comprender una primera oruga, una segunda oruga, un conector y una herramienta. La primera oruga puede estar configurada para estar unida a un primer marco alargado. La segunda oruga puede estar configurada para estar unida a un segundo marco alargado que puede ser sustancialmente paralelo al primer marco alargado. El conector puede estar configurado para conectar la primera oruga y la segunda oruga entre sí. La herramienta puede estar configurada para moverse a lo largo del conector longitudinalmente entre la primera oruga y la segunda oruga.
- 15 En todavía un ejemplo ilustrativo adicional, un sistema de herramienta móvil puede comprender un primer dispositivo de unión, un segundo dispositivo de unión, un conector y una herramienta. El primer dispositivo de unión puede estar configurado para estar unido a un primer marco alargado. El segundo dispositivo de unión puede estar configurado para estar unido a un segundo marco alargado que es sustancialmente paralelo al primer marco alargado. El conector puede estar configurado para conectar el primer dispositivo de unión y el segundo dispositivo de unión entre sí. La herramienta puede estar configurada para moverse a lo largo del conector longitudinalmente entre el primer dispositivo de unión y el segundo dispositivo de unión.
- 20 En resumen, de acuerdo con un ejemplo se proporciona un aparato que incluye un sistema (122) de herramienta configurado para realizar una operación (128) a una ubicación (130) en una estructura (118); y un sistema (124) de movimiento configurado para mover el sistema (122) de herramienta a lo largo de un marco (116) alargado en la estructura (118) a la ubicación (130).
- 25 De manera ventajosa, el aparato incluye además un marco (126) de soporte en el que el sistema (122) de herramienta y el sistema (124) de movimiento están físicamente asociados con el marco (126) de soporte.
- 30 De manera ventajosa, el aparato en el que el sistema (124) de movimiento incluye un sistema (132) de locomoción configurado para moverse a lo largo del marco (116) alargado; y un sistema (134) de unión configurado para unir el sistema (132) de locomoción al marco (116) alargado.
- 35 De manera ventajosa, el aparato en el que el sistema (132) de locomoción incluye un número de rodillos configurados para estar en contacto con el marco (116) alargado; y un número de motores configurados para girar al menos uno del número de rodillos de modo que el sistema (124) de movimiento y el sistema (122) de herramienta se mueven a lo largo del marco (116) alargado.
- 40 De manera ventajosa, el aparato en el que el sistema (134) de unión se selecciona de al menos uno de un sistema de sujeción físico o un sistema de unión magnético.
- De manera ventajosa, el aparato en el que el sistema (124) de movimiento comprende una oruga (120).
- De manera ventajosa, el aparato en el que el sistema (122) de herramienta incluye al menos uno de un instalador (308) de tornillo, un taladro, un aplicador de pintura, un aplicador de sellado o una cámara.
- 45 De manera ventajosa, el aparato en el que el marco (116) alargado es curvo.
- De manera ventajosa, el aparato en el que el marco (116) alargado tiene una sección (332) que se extiende desde una superficie de la estructura (118) en la que la sección (332) es sustancialmente perpendicular a la superficie y una pestaña (334) se extiende desde un borde (336) de la sección (332) en la que la pestaña (334) es sustancialmente perpendicular al borde (336) de la sección (332).
- 50 De manera ventajosa, el aparato en el que la estructura (118) y el marco (116) alargado son parte de un fuselaje de una aeronave (114).
- De manera ventajosa, el aparato en el que la estructura (118) y el marco (116) alargado están situados en un objeto (106) seleccionado de uno de una plataforma móvil, una plataforma fija, una estructura terrestre, una estructura acuática, una estructura espacial, un buque de superficie, un tanque, un transportador de personal, un tren, una nave espacial, una

estación espacial, un satélite, un submarino, un automóvil, una central eléctrica, un puente, una presa, una casa, una instalación de fabricación o un edificio.

5 De manera ventajosa, el aparato en el que el marco (116) alargado es un primer marco (904) alargado, la oruga (120) es una primera oruga (910), y el sistema (124) de movimiento incluye una segunda oruga (912) configurada para moverse en un segundo marco (906) alargado; y un conector (914) que conecta la primera oruga (910) a la segunda oruga (912), en el que una herramienta (913) en el sistema (122) de herramienta está configurada para moverse a lo largo del conector (914) entre la primera oruga (910) y la segunda oruga (912).

De manera ventajosa, el aparato en el que el sistema (122) de herramienta incluye una primera herramienta (954) asociada con la primera oruga (910) y una segunda herramienta (956) asociada con la segunda oruga (912).

10 De manera ventajosa, el aparato en el que la estructura (118) se selecciona de uno de una pestaña (334) en el marco (116) alargado, un panel (908) de revestimiento, un poste, un nervio y un tirante (930).

15 De acuerdo con otro ejemplo se proporciona un método para realizar una operación (128) en una estructura (118), incluyendo el método mover (902) un sistema (122) de herramienta asociado físicamente con un sistema (124) de movimiento a lo largo de un marco (116) alargado en la estructura (118) a una ubicación (130); y realizar (904) la operación (128) en la estructura (118) en la ubicación (130) con el sistema (122) de herramienta.

De manera ventajosa el método incluye además unir el sistema (124) de movimiento al marco (116) alargado, en el que el sistema (124) de movimiento se mueve en el marco (116) alargado.

20 De manera ventajosa, el método en el que la operación (128) se selecciona de uno de una operación (128) de instalación de tornillo, una operación de perforación, una operación de sellado, una operación de pintado o una operación de inspección.

De manera ventajosa, el método en el que el sistema (122) de herramienta y el sistema (124) de movimiento están físicamente asociados con el marco (126) de soporte.

25 De manera ventajosa, el método incluye además unir el sistema (124) de movimiento al marco (116) alargado, en el que el sistema (124) de movimiento comprende un sistema (132) de locomoción configurado para moverse a lo largo del marco (116) alargado y un sistema (134) de unión configurado para unir el sistema (132) de locomoción al marco (116) alargado.

De manera ventajosa, el método en el que el sistema (132) de locomoción incluye un número de rodillos configurados para estar en contacto con el marco (116) alargado; y un número de motores conectados a al menos uno de un número de rodillos y configurado para girar al menos uno del número de rodillos de modo que el sistema (124) de movimiento y el sistema (122) de herramienta se mueven a lo largo del marco (116) alargado.

30 De manera ventajosa, el método en el que el sistema (134) de unión se selecciona de al menos uno de un sistema de sujeción físico o un sistema de unión magnético.

De manera ventajosa, el método en el que el sistema (122) de herramienta y el sistema (124) de movimiento forman una oruga (120).

35 De manera ventajosa, el método en el que el sistema (122) de herramienta está comprendido por al menos uno de un instalador (308) de tornillo, un taladro, un aplicador de pintura, un aplicador de sellado o una cámara.

De manera ventajosa, el método en el que el marco (116) alargado es curvo.

40 De manera ventajosa, el método en el que el marco (116) alargado tiene una sección (332) que se extiende desde una superficie de la estructura (118) en la que la sección (332) es sustancialmente perpendicular a la superficie y una pestaña (334) se extiende desde un borde (336) de la sección (332) en la que la pestaña (334) es sustancialmente perpendicular al borde (336) de la sección (332).

De manera ventajosa, el método en el que la estructura (118) se selecciona de uno de una pestaña (334) en el marco (116) alargado, un panel (908) de revestimiento, un poste, un nervio y un tirante (930).

45 De manera ventajosa, el método en el que la estructura (118) y el marco (116) alargado están situados en una plataforma seleccionada de uno de una plataforma móvil, una plataforma fija, una estructura terrestre, una estructura acuática, una estructura espacial, un buque de superficie, un tanque, un transportador de personal, un tren, una nave espacial, una estación espacial, un satélite, un submarino, un automóvil, una central eléctrica, un puente, una presa, una casa, una instalación de fabricación o un edificio.

50 De acuerdo con aún otro ejemplo se proporciona un sistema de herramienta móvil que incluye una primera oruga (910) configurada para estar unida a un primer marco (904) alargado en el que la primera oruga (910) comprende un primer sistema (950) de movimiento y una primera herramienta (954); una segunda oruga (912) configurada para estar unida a un segundo marco (906) alargado que es sustancialmente paralelo al primer marco (904) alargado en el que la segunda

oruga (912) comprende un segundo sistema (952) de movimiento y una segunda herramienta (956); un conector (914) configurado para conectar la primera oruga (910) y la segunda oruga (912) entre sí; y una tercera herramienta configurada para moverse a lo largo del conector (914) longitudinalmente entre la primera oruga (910) y la segunda oruga (912).

5 De acuerdo con todavía otro ejemplo se proporciona un sistema de herramienta móvil que incluye un sistema de herramienta móvil que incluye una oruga (120) que incluye un sistema (122) de herramienta configurado para realizar una operación (128) en una ubicación (130) en una estructura (118) para un fuselaje de una aeronave (114) en la que el sistema (122) de herramienta se comprende de al menos uno de un instalador (308) de tornillo, un taladro, un aplicador de pintura, un aplicador de sellado o una cámara; un sistema (124) de movimiento configurado para mover el sistema (122) de herramienta a lo largo de un marco (116) alargado en la estructura (118) a la ubicación (130), comprendiendo el sistema (124) de movimiento un sistema (132) de locomoción configurado para moverse a lo largo del marco (116) alargado y un sistema (134) de unión configurado para unir el sistema (132) de locomoción al marco (116) alargado en el que el sistema (132) de locomoción tiene un número de rodillos configurados para estar en contacto con el marco (116) alargado y un número de motores configurados para hacer girar al menos uno de un número de rodillos de modo que el sistema (124) de movimiento y el sistema (122) de herramienta se mueve a lo largo del marco (116) alargado y en el que el sistema (134) de unión se selecciona de al menos uno de un sistema de sujeción físico o un sistema de unión magnético; y un marco (126) de soporte en el que el sistema (122) de herramienta y el sistema (124) de movimiento están físicamente asociados con el marco (126) de soporte; y un controlador (122) configurado para controlar el funcionamiento (128) de la oruga (120).

20 De acuerdo con un ejemplo adicional, se proporciona un método para realizar una operación (128) en una estructura (118) en un fuselaje de una aeronave (114), incluyendo el método unir un sistema (124) de movimiento en una oruga (120) a un marco (116) alargado en el que el sistema (124) de movimiento se mueve en el marco (116) alargado en el que el sistema (124) de movimiento está asociado físicamente con un sistema (122) de herramienta en la oruga (120), en el que el sistema (122) de herramienta y el sistema (124) de movimiento están físicamente asociados con un marco (126) de soporte para la oruga (120) en el que el sistema (124) de movimiento comprende un sistema (132) de locomoción configurado para moverse a lo largo del marco (116) alargado y un sistema (134) de unión configurado para unir el sistema (132) de locomoción al marco (116) alargado en el que el sistema (132) de locomoción tiene un número de rodillos configurados para estar en contacto con el marco (116) alargado y un número de motores configurados para girar al menos uno de un número de rodillos de modo que el sistema (124) de movimiento y el sistema (122) de herramienta se mueven a lo largo del marco (116) alargado; en el que el sistema (134) de unión se selecciona de al menos uno de un sistema de sujeción físico o un sistema de unión magnético; y en el que el sistema (122) de herramienta está comprendido de al menos uno de un instalador (308) de tornillo, un taladro, un aplicador de pintura, un aplicador de sellado o una cámara; moviendo el sistema (122) de herramienta físicamente asociado con el sistema (124) de movimiento a lo largo del marco (116) alargado en la estructura (118) a una ubicación (130); y realizando la operación (128) en la estructura (118) en la ubicación (130) con el sistema (122) de herramienta en el que la operación (128) se selecciona de una de una operación de instalación de tornillo, una operación de perforación, una operación de sellado, una operación de pintura o una operación de inspección.

40 De acuerdo con aún otro ejemplo adicional se proporciona un sistema de herramienta móvil que incluye una primera oruga (910) configurada para estar unida a un primer marco (904) alargado; una segunda oruga (912) configurada para estar unida a un segundo marco (906) alargado que es sustancialmente paralelo al primer marco (904) alargado; un conector (914) configurado para conectar la primera oruga (910) y la segunda oruga (912) entre sí; y una herramienta (913) configurada para moverse a lo largo del conector (914) longitudinalmente entre la primera oruga (910) y la segunda oruga (912).

De manera ventajosa el sistema de herramienta móvil en el que la primera oruga (910) comprende un primer sistema (950) de movimiento y la segunda oruga (912) comprende un segundo sistema (952) de movimiento.

45 De manera ventajosa el sistema de herramienta móvil en el que la primera oruga (910) comprende además una primera herramienta (954) y la segunda oruga (912) comprende una segunda herramienta (956).

De manera ventajosa el sistema de herramienta móvil en el que la herramienta (913) está configurada para realizar una operación (128) en una estructura (118) seleccionada de una de una pestaña (334) en al menos una de la primera pestaña (904) alargada y el segundo marco (906) alargado, un panel (908) de revestimiento, un poste, un nervio y un tirante (930).

50 De acuerdo con otro ejemplo adicional se proporciona un sistema de herramienta móvil que incluye un primer dispositivo de unión configurado para estar unido a un primer marco (904) alargado; un segundo dispositivo de unión configurado para estar unido a un segundo marco (906) alargado que es sustancialmente paralelo al primer marco (904) alargado; un conector (914) configurado para conectar el primer dispositivo de unión y el segundo dispositivo de unión entre sí; y una herramienta (913) configurada para moverse a lo largo del conector (914) longitudinalmente entre el primer dispositivo de unión y el segundo dispositivo de unión.

55 Las características y funciones pueden alcanzarse de manera independiente en diversas realizaciones de la presente divulgación o pueden combinarse en aún otras realizaciones en las que se pueden ver detalles adicionales en referencia a la siguiente descripción y dibujos.

**Breve descripción de los dibujos**

En las reivindicaciones adjuntas se exponen los rasgos novedosos considerados características de las realizaciones ilustrativas. Las realizaciones ilustrativas, sin embargo, así como un modo de utilización preferido, objetivos y características adicionales de los mismos, se entenderán mejor con referencia a la siguiente descripción detallada de una realización ilustrativa de la presente divulgación cuando se lea juntamente con los dibujos que la acompañan, en los que:

- 5 La figura 1 es una ilustración de un diagrama de bloques de un entorno automatizado de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La figura 2 es una ilustración de un entorno automatizado de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La figura 3 es una ilustración de una oruga en un marco alargado de acuerdo con una realización ilustrativa;
- 10 La figura 4 es otra ilustración de una oruga en un marco alargado de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La figura 5 es otra ilustración de una oruga en un marco alargado de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La figura 6 es todavía otra ilustración de una oruga en un marco alargado de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La figura 7 es aún otra ilustración de una oruga en un marco alargado de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La figura 8 es una ilustración de una plataforma móvil de acuerdo con una realización ilustrativa;
- 15 La figura 9 es una ilustración de una plataforma móvil de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La figura 10 es otra ilustración de una plataforma móvil de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La figura 11 es una ilustración de un diagrama de flujo de un procedimiento para realizar una operación en una estructura de acuerdo con una realización ilustrativa;
- 20 La figura 12 es una ilustración de un diagrama de flujo de un procedimiento para fabricar una aeronave de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La figura 13 es una ilustración de un diagrama de bloques de una fabricación de aeronave y método de servicio de acuerdo con una realización ilustrativa; y
- La figura 14 es una ilustración de un diagrama de bloques de una aeronave en la que puede implementarse una realización ilustrativa.

25 **Descripción detallada**

Las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta una o más consideraciones diferentes. Por ejemplo, las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que las plataformas móviles, tales como orugas, pueden tener un tamaño que es lo suficientemente pequeño para realizar muchas operaciones diferentes en el montaje de partes para una aeronave. Las realizaciones ilustrativas también reconocen y tienen en cuenta que el uso de rieles unidos a las diferentes estructuras en las que se realizan operaciones puede no ser deseable.

30 Por tanto, las realizaciones ilustrativas proporcionan un método y un aparato para realizar diferentes operaciones utilizando plataformas móviles tales como orugas. En una realización ilustrativa, un aparato puede comprender un sistema de herramienta y un sistema de movimiento. El sistema de herramienta puede estar configurado para realizar una operación en una ubicación en una estructura. El sistema de movimiento puede estar configurado para mover el sistema de herramienta a lo largo de un marco alargado asociado físicamente con la estructura a la ubicación.

Ahora, con referencia a las figuras y, en particular, con referencia a la figura 1, se representa una ilustración de un diagrama de bloques de un entorno automatizado de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, un entorno 100 automatizado puede ser un entorno en el que las operaciones 102 pueden realizarse en estructuras 104 para fabricar un objeto 106.

40 Pueden realizarse operaciones 102 en estructuras utilizando un sistema 108 automatizado. En este ejemplo ilustrativo, un sistema 108 automatizado puede incluir una plataforma 110 móvil y un controlador 112.

Como se representa, una plataforma 110 móvil en un sistema 108 automatizado puede estar configurada para realizar operaciones 102 en estructuras 104 para formar un objeto 106. En este ejemplo ilustrativo, un objeto 106 puede ser una aeronave 114. Una plataforma 110 móvil puede ser un sistema de herramienta móvil.

45 En este ejemplo ilustrativo, una plataforma 110 móvil puede estar configurada para estar unida a un marco 116 alargado en una estructura 118 en estructuras 104. Un marco 116 alargado puede estar configurado para proporcionar soporte estructural para la estructura 118 u otras estructuras en estructuras 104. Un marco 116 alargado puede ser recto, curvo,

o tener alguna otra forma dependiendo de la implementación particular. Un marco 116 alargado puede estar también configurado para proporcionar orientación en una plataforma 110 móvil. Una estructura 118 puede ser, por ejemplo, una pestaña en un marco 116 alargado, un panel de revestimiento, un poste, un nervio, un tirante u otras estructuras adecuadas.

5 En el ejemplo ilustrativo, una plataforma 110 móvil puede moverse en un marco 116 alargado y realizar operaciones 102 en al menos uno de un marco 116 alargado y una estructura 118. En este ejemplo ilustrativo, una plataforma 110 móvil puede tomar la forma de una oruga 120.

10 Una plataforma 110 móvil puede estar comprendida de uno o más componentes diferentes. Por ejemplo, una plataforma 110 móvil puede estar comprendida por un sistema 122 de herramienta, un sistema 124 de movimiento y un marco 126 de soporte.

15 En el ejemplo ilustrativo, un sistema 122 de herramienta está configurado para realizar una operación 128 en operaciones 102 en una ubicación 130 en una estructura 118. Una operación 128 puede tomar diversas formas. Por ejemplo, una operación 128 puede seleccionarse de al menos uno de una operación de instalación de tornillo, una operación de perforación, una operación de sellado, una operación de pintado, una operación de inspección u otros tipos de operaciones adecuadas.

20 Un sistema 122 de herramienta puede incluir un grupo de herramientas. Tal como se usa en el presente documento, "un grupo de", cuando se utiliza con referencia a artículos, significa uno o más artículos. Por ejemplo, un grupo de herramientas es una o más herramientas. Como se representa, un sistema 122 de herramienta puede incluir al menos uno de un instalador de tornillo, un taladro, un aplicador de pintura, un aplicador de sellado, una cámara o algún otro tipo adecuado de herramienta. En estos ejemplos ilustrativos, una herramienta dentro de un sistema 122 de herramienta puede estar unida de manera retirable a un marco 126 de soporte. La herramienta particular seleccionada para un sistema 122 de herramienta puede depender de una operación 128.

25 Un sistema 124 de movimiento puede estar configurado para mover el sistema 122 de herramienta a lo largo de un marco 116 alargado en una estructura 118 a una ubicación 130. En estos ejemplos ilustrativos, un sistema 124 de movimiento puede incluir un sistema 132 de locomoción, un sistema 134 de unión y un sistema 136 de sensor.

30 Un sistema 132 de locomoción puede estar configurado para mover una plataforma 110 móvil a lo largo de un marco 116 alargado. Un sistema 134 de unión puede estar configurado para unir un sistema 132 de locomoción a un marco 116 alargado. En estos ejemplos ilustrativos, un sistema 134 de unión puede tomar diversas formas. Por ejemplo, un sistema 134 de unión puede ser al menos uno de un sistema de sujeción físico, un sistema de unión magnético o cualquier otro tipo adecuado de sistema de unión.

35 En este ejemplo ilustrativo, un sistema 122 de herramienta puede estar asociado físicamente con un sistema 124 de movimiento. Cuando un componente está "físicamente asociado" con otro componente, la asociación es una asociación física en los ejemplos representados. Por ejemplo, puede considerarse que un primer componente, un sistema 124 de movimiento, está físicamente asociado con un segundo componente, un sistema 122 de herramienta, estando sujeto al segundo componente, adherido al segundo componente, montado en el segundo componente, soldado al segundo componente, atornillado al segundo componente y/o conectado al segundo componente de alguna otra manera adecuada. El primer componente también puede estar conectado al segundo componente utilizando un tercer componente. Puede considerarse también que el primer componente está físicamente asociado con el segundo componente estando formado como parte del segundo componente, una extensión del segundo componente o ambos.

40 Como se representa, un sistema 122 de herramienta, un sistema 124 de movimiento y un sistema 136 de sensor pueden estar físicamente asociados con un marco 126 de soporte. Un marco 126 de soporte puede tomar diversas formas. Por ejemplo, un marco 126 de soporte puede ser un alojamiento, una estructura rígida o algún otro tipo de estructura adecuada para estar asociada con un sistema 122 de herramienta y un sistema 124 de movimiento. Además, en estos ejemplos ilustrativos, al menos uno de un sistema 122 de herramienta y un sistema 124 de movimiento puede estar conectado de manera retirable a un marco 126 de soporte estando físicamente asociado con el marco 126 de soporte.

45 Como se representa, un sistema 136 de sensor puede utilizarse para determinar cuándo una plataforma 110 móvil ha alcanzado una ubicación 130 para realizar una operación 128. Un sistema 136 de sensor puede incluir al menos uno de un codificador, una cámara, un sensor ultrasónico u otros tipos adecuados de dispositivos de sensor.

50 Como se representa, un controlador 112 puede estar configurado para controlar una plataforma 110 móvil en la realización de operaciones 102. En particular, un controlador 112 puede controlar un sistema 122 de herramienta y un sistema 124 de movimiento en estos ejemplos ilustrativos. Como se representa, un controlador 112 puede recibir datos desde un sistema 136 de sensor en una ubicación 130 para realizar una operación 128.

55 En el ejemplo ilustrativo, un controlador 112 puede implementarse en software, hardware, firmware o una combinación de los mismos. Cuando se utiliza software, las operaciones realizadas por un controlador 112 pueden implementarse en un código de programa configurado para ejecutarse en una unidad de procesamiento. Cuando se utiliza firmware, las operaciones realizadas por un controlador 112 pueden implementarse en código de programa y datos y almacenarse en

una memoria persistente para ejecutarse en una unidad de procesador. Cuando se utiliza hardware, el hardware puede incluir circuitos que funcionan para realizar las operaciones en un controlador 112.

5 En los ejemplos ilustrativos, el hardware puede tomar la forma de un sistema de circuito, un circuito integrado, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), un dispositivo lógico programable o algún otro tipo adecuado de hardware configurado para realizar un número de operaciones. Con un dispositivo lógico programable, el dispositivo está configurado para realizar el número de operaciones. El dispositivo puede estar reconfigurado en otro momento o puede estar configurado de manera permanente para realizar el número de operaciones. Ejemplos de dispositivos lógicos programables incluyen, por ejemplo, un conjunto lógico programable, una matriz lógica programable, un conjunto lógico programable de campo, una matriz de puertas programable de campo y algún otro dispositivo de hardware adecuado. De manera adicional, los procedimientos pueden implementarse en componentes orgánicos integrados con componentes inorgánicos y/o pueden estar comprendidos en su totalidad por componentes orgánicos excluyendo un ser humano. Por ejemplo, los procedimientos pueden estar implementados como circuitos en semiconductores orgánicos.

10 En estos ejemplos ilustrativos, un controlador 112 puede estar implementado en un sistema informático, en una plataforma 110 móvil o en alguna combinación de los mismos. Un sistema informático puede ser uno o más ordenadores. Cuando el sistema informático incluye más de un ordenador, esos ordenadores pueden estar en comunicación entre sí a través de un medio de comunicaciones, tal como una red.

15 En este ejemplo ilustrativo, un sistema 108 automatizado puede incluir también una fuente 138 de servicios. Una fuente 138 de servicios puede proporcionar servicios 140 a una plataforma 110 móvil a través de líneas 142. En estos ejemplos ilustrativos, unos servicios 140 pueden tomar diversas formas. Por ejemplo, sin limitación, unos servicios 140 pueden incluir al menos uno de energía, aire comprimido, fluidos, suministros para un sistema 122 de herramienta y otros servicios adecuados. Unas líneas 142 pueden tomar también diferentes formas. Por ejemplo, unas líneas 142 pueden incluir al menos uno de cables, cables ópticos, líneas fluidas u otros tipos adecuados de líneas.

20 La ilustración de entorno 100 automatizado en la figura 1 no está destinada a implicar limitaciones físicas o arquitectónicas en la manera en que una realización ilustrativa puede ser implementada. Pueden utilizarse otros componentes además de o en lugar de los ilustrados. Algunos componentes pueden ser innecesarios. Además, los bloques se presentan para ilustrar algunos componentes funcionales. Uno o más de estos bloques pueden estar combinados, divididos o combinados y divididos en diferentes bloques cuando se implementan en una realización ilustrativa.

25 Por ejemplo, aunque el ejemplo ilustrativo en la figura 1 ha descrito un objeto 106 como una aeronave 114, un objeto 106 puede tomar otras formas. Por ejemplo, un objeto 106 puede seleccionarse de uno de una plataforma móvil, una plataforma fija, una estructura terrestre, una estructura acuática, una estructura espacial o algún otro tipo adecuado de objeto. En particular, un objeto 106 puede seleccionarse de uno de un buque de superficie, un tanque, un transportador de personal, un tren, una nave espacial, una estación espacial, un satélite, un submarino, un automóvil, una central eléctrica, un puente, una presa, una casa, una instalación de fabricación, un edificio o algún otro tipo adecuado de objeto.

30 En algunos ejemplos ilustrativos, una operación 128 puede realizarse en un marco 116 alargado además de o en lugar de una estructura 118. En aún otro ejemplo ilustrativo, un sistema 136 de sensor puede omitirse de una plataforma 110 móvil. En su lugar, un operario humano puede proporcionar una entrada al controlador 112 para determinar cuándo realizar una operación 128 en una ubicación 130. En todavía otro ejemplo ilustrativo, un sistema 136 de sensor puede estar conectado físicamente al marco 126 de soporte a través de otro componente, como un sistema 122 de herramienta o un sistema 124 de movimiento, en lugar de estar conectado directamente al marco 126 de soporte.

35 En otro ejemplo ilustrativo, una plataforma 110 móvil puede incluir una o más orugas adicionales además de una oruga 120. Estas orugas pueden estar conectadas entre sí a través de un conector. El conector puede ser cualquier estructura que conecta físicamente las orugas entre sí. La estructura puede ser rígida o no rígida dependiendo de la implementación particular.

40 Con referencia próxima a la figura 2, se representa una ilustración de un entorno automatizado de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo representado, un entorno 200 automatizado es un ejemplo de una implementación para un entorno 100 automatizado mostrado en forma de bloque en la figura 1.

45 Como se representa, unas estructuras 202 son ejemplos de implementaciones físicas para estructuras 104 en la figura 1. Como se representa, unas estructuras 202 pueden comprender diversos tipos de materiales. Por ejemplo, unas estructuras 202 pueden comprender al menos uno de un metal, aluminio, acero, titanio, un material compuesto o algún otro tipo de material adecuado.

50 En este ejemplo particular, unas estructuras 202 pueden incluir un panel 204 de revestimiento, un marco 206 alargado, un marco 208 alargado y un marco 210 alargado. Como se muestra, un panel 204 de revestimiento, un marco 206 alargado, un marco 208 alargado y un marco 210 alargado son curvos. Por supuesto, en otros ejemplos ilustrativos, estas estructuras pueden ser sustancialmente lineales o planas.

55 En el ejemplo ilustrativo, una plataforma 211 móvil puede ser una oruga 212 y una plataforma 213 móvil puede ser una oruga 214. Una oruga 212 y una oruga 214 pueden realizar operaciones en paneles 204 de revestimiento. En particular,

una oruga 212 y una oruga 214 pueden realizar operaciones incluyendo instalar elementos de fijación (no se muestran), tales como collares (no se muestran) a pernos 216, para sujetar un marco 206 alargado, un marco 208 alargado y un marco 210 alargado a un panel 204 de revestimiento. Como se muestra, unos pernos 216 se extienden a través de un panel 204 de revestimiento y a través de un marco 206 alargado, un marco 208 alargado y un marco 210 alargado.

- 5 Como se muestra, un marco 208 alargado actúa como un riel en el que la oruga 212 puede moverse para realizar operaciones de fijación. De manera similar, un marco 210 alargado también puede actuar como un riel en el que una oruga 214 puede moverse para realizar operaciones de fijación. En otras palabras, una oruga 214 puede realizar operaciones en un panel 204 de revestimiento. En otras palabras, un riel especializado no necesita estar unido a un panel 204 de revestimiento para realizar operaciones de fijación. Además, incluso si un riel especializado estaba disponible, puede ser difícil realizar operaciones de sujeción debido a las ubicaciones en las que los tornillos pueden estar ubicados en el panel 204 de revestimiento respecto al marco 206 alargado, marco 208 alargado y marco 210 alargado.

Como se representa, una oruga 212 está conectada a unas líneas 220 y una oruga 214 está conectada a unas líneas 222. Estas líneas pueden ser ejemplos de implementaciones para líneas 142 mostradas en forma de bloque en la figura 1. Las líneas pueden transportar servicios, tales como servicios 140 en la figura 1.

- 15 Pasando ahora a la figura 3, se representa una ilustración de una oruga en un marco alargado de acuerdo con una realización ilustrativa. Como se ilustra, se muestra una vista isométrica de una oruga 212 en un marco 208 alargado de una sección transversal en las líneas 3-3 en la figura 2. En este ejemplo representado, una oruga 212 puede ser un ejemplo de una implementación para una oruga 120 en la figura 1. En este ejemplo ilustrativo, se muestra un marco 208 alargado en espectro para ilustrar mejor diferentes características de una oruga 212.

- 20 En este ejemplo ilustrativo, una oruga 212 puede tener un número de componentes diferentes. Como se muestra, una oruga 212 puede incluir un marco 302 de soporte, un sistema 304 de herramienta y un sistema 306 de movimiento. Como puede verse, un sistema 306 de movimiento y un sistema 304 de herramienta pueden estar conectados a un marco 302 de soporte.

- 25 Un marco 302 de soporte puede proporcionar una estructura a la que pueden estar conectados el sistema 304 de herramienta y el sistema 306 de movimiento. Un marco 302 de soporte puede comprender diversos tipos de materiales. Por ejemplo, un marco 302 de soporte puede comprender un material seleccionado de al menos uno de metal, aluminio, acero, plástico, policarbonato, un material compuesto u otros materiales adecuados.

- 30 Un sistema 304 de herramienta es un ejemplo de una implementación para un sistema 122 de herramienta mostrado en forma de bloque en la figura 1. Un sistema 304 de herramienta puede incluir un instalador 308 de tornillos y una unidad 310 de suministro. Una unidad 310 de suministro puede estar conectado al instalador 308 de tornillos. Como se representa, una unidad 310 de suministro puede tener y suministrar tornillos, tales como collares (no se muestran), al instalador (308) de tornillos para su utilización en la instalación de tornillos.

En el ejemplo ilustrativo, un sistema 306 de movimiento puede incluir uno o más componentes diferentes. Por ejemplo, un sistema 306 de movimiento puede comprender un sistema 312 de locomoción y un sistema 314 de unión.

- 35 Como se muestra, un sistema 312 de locomoción puede incluir un número de componentes diferentes. Por ejemplo, un sistema 312 de locomoción puede incluir un número de motores tales como un motor 316 y un motor 318. Además, un sistema 312 de locomoción puede incluir un número de rodillos, tales como un rodillo 320 y un rodillo 322. Tal como se usa en el presente documento, "un número de", cuando se utiliza con referencia a artículos, significa uno o más artículos. Por ejemplo, un número de motores es uno o más motores.

- 40 Como se representa, una cadena 324 puede conectar un motor 316 a un rodillo 320. Una cadena 326 puede conectar un motor 318 a un rodillo 322.

Un sistema 314 de unión puede ser un ejemplo de una implementación para un sistema 134 de unión mostrado en forma de bloque en la figura 1. En este ejemplo ilustrativo, un sistema 314 de unión puede tomar la forma de un sistema 328 de sujeción. Un sistema 328 de sujeción puede unir una oruga 212 a un marco 208 alargado mostrado en espectro.

- 45 En este ejemplo, un marco 208 alargado puede comprender una sección 332 y una pestaña 334. Una sección 332 puede extenderse desde una superficie de una estructura (no se muestra) en la que la sección es sustancialmente perpendicular hasta la superficie de la estructura. Como se representa, una pestaña 334 puede extenderse desde un borde 336 de una sección 332. Como puede verse, una pestaña 334 puede ser sustancialmente perpendicular a un borde 336 de una sección 332.

- 50 Un sistema 314 de unión puede estar configurado para unir una oruga 212 a un marco 208 alargado. En esta configuración particular, un sistema 314 de unión puede unir un sistema 312 de locomoción a un marco 208 alargado.

Cuando un sistema 312 de locomoción está conectado a un marco 208 alargado, un sistema 312 de locomoción puede funcionar para mover la oruga 212. En este ejemplo ilustrativo, un sistema 312 de locomoción puede mover la oruga 212 en la dirección de una flecha 338 en un marco 208 alargado.

En los ejemplos ilustrativos, un conducto 340 de servicios está conectado a un marco 302 de soporte. Un conducto 340 de servicios puede recibir líneas para varios servicios. Estos servicios pueden incluir, por ejemplo, energía eléctrica, aire comprimido, fluidos u otros elementos adecuados.

- 5 Como se representa, una oruga 212 tiene longitud 342, anchura 344 y altura 346. En este ejemplo ilustrativo, una longitud 342 puede ser aproximadamente 10 pulgadas, una anchura 344 puede ser aproximadamente 3 pulgadas y una altura 346 puede ser aproximadamente 14 pulgadas. Además, con este tamaño, el peso de esta oruga 212 puede ser menor que el de diversos tipos de orugas que se utilizan actualmente con rieles o carriles que están unidos de manera que pueden retirarse al fuselaje.
- 10 Pasando próximamente a la figura 4, se representa otra ilustración de una oruga en un marco alargado de acuerdo con una realización ilustrativa. Se muestra otra vista isométrica de una oruga 212. En esta vista, se ve una oruga 212 en la dirección de las líneas 4-4 en la figura 3.
- 15 Una mejor vista de este sistema 328 de sujeción puede verse en esta vista. Como se representa, un sistema 328 de sujeción puede tomar la forma de una abrazadera 400 de bola transformadora. Un sistema 328 de sujeción puede comprender una primera guía 402, una segunda guía 404 y un sistema 405 de acoplamiento. Una primera guía 402 puede estar enfrente de una segunda guía 404.
- Como se ilustra, una primera guía 402 puede comprender una estructura 406 y una estructura 408. De manera adicional, una primera guía 402 puede incluir también un cojinete 410 en una estructura 406 y un cojinete 411 en una estructura 408. Como puede verse en esta vista, un cojinete 410 puede comprender una esfera 412 y un cojinete 411 puede comprender una esfera 413.
- 20 Una segunda guía 404 puede comprender una estructura 414 con un conjunto 416 de rueda y un conjunto 418 de rueda. De manera adicional, un sistema 405 de acoplamiento puede incluir un carril 420 y un destornillador 421. Un destornillador 421 puede mover una segunda guía 404. Como se muestra, un destornillador 421 puede mover una estructura 414 a lo largo de un carril 420 en la dirección de una flecha 424 en este ejemplo ilustrativo. Este movimiento puede conectar y desconectar una segunda guía 404 de un marco 208 alargado.
- 25 Una estructura 414 puede estar configurada para colocar un conjunto 416 de rueda y un conjunto 418 de rueda en contacto con una sección 332 de un marco 208 alargado. De manera adicional, un cojinete 410 y un cojinete 411 en una primera guía 402 pueden estar también en contacto con una sección 332 de un marco 208 alargado enfrente de una segunda guía 404.
- 30 Como puede verse en este ejemplo ilustrativo, un sistema 328 de sujeción puede estar en contacto con el lado 425 inferior de una pestaña 334. En particular, un conjunto 416 de rueda y un conjunto 418 de rueda pueden estar en contacto con el lado 425 inferior de una pestaña 334 cuando el sistema 328 de sujeción se mueve en la dirección de una flecha 427.
- 35 Cuando un sistema 328 de sujeción está conectado, un rodillo 320 y un rodillo 322 están en contacto con el lado 426 superior de una pestaña 334. Un sistema 328 de sujeción puede ejercer fuerza en la dirección de una flecha 428 de modo que un rodillo 320 y un rodillo 322 pueden mantener contacto con el lado 426 superior de una pestaña 334 para diferentes orientaciones del marco 208 alargado. En otras palabras, un sistema 328 de sujeción puede permitir a un sistema 312 de locomoción mover una oruga 202 a lo largo de una pestaña 334 para diferentes orientaciones de un marco 208 alargado.
- Con referencia próxima a la figura 5, se representa aún otra ilustración de una oruga en un marco alargado de acuerdo con una realización ilustrativa. Como se representa, se representa una vista en perspectiva isométrica de una oruga 212 como se ve en la dirección de las líneas 5-5 en la figura 3.
- 40 En la figura 6, se representa todavía otra ilustración de una oruga en un marco alargado de acuerdo con una realización ilustrativa. En esta figura, se ve una perspectiva de un lado inferior de una oruga 212 en la dirección de las líneas 6-6 en la figura 3.
- En esta vista, un conjunto 416 de rueda puede comprender una rueda 600 y una esfera 602. Un conjunto 418 de rueda puede comprender una rueda 604 y una esfera 606.
- 45 En la figura 7, se representa todavía otra ilustración de una oruga en un marco alargado de acuerdo con una realización ilustrativa. En esta figura, se muestra una vista lateral de una oruga 212 en la dirección de las líneas 7-7 en la figura 3.
- En esta vista, se muestra un cojinete 410 en contacto con un primer lado 700 de una sección 332 de un marco 208 alargado. Se muestra un conjunto 416 de rueda en contacto con un lado 425 inferior de una pestaña 334 y un segundo lado 702 de una sección 332.
- 50 Como se ve en este ejemplo ilustrativo, un conjunto 416 de rueda en esta posición conectada puede hacer que un rodillo 320 mantenga contacto con un lado 426 superior de una pestaña 334 a medida que un rodillo 320 se gira para mover una oruga 212 en una pestaña 334 de un marco 208 alargado. Como se representa, un instalador 308 de tornillos en un sistema 304 de herramienta puede instalar un collar (no se muestra) a un perno 704 que se extiende a través de un panel 204 de revestimiento y un marco 208 alargado.

En este ejemplo ilustrativo, una oruga 212 puede considerarse una oruga de marco pequeño. En otras palabras, una oruga 212 puede tener un tamaño que es más pequeño que otros tipos de orugas que pueden utilizarse en carriles o rieles que están unidos de manera que pueden retirarse a una estructura y que no se utilizan para otros propósitos que no sean proporcionar soporte en una guía para una oruga.

- 5 Las ilustraciones de una oruga 212 en las figuras 3-7 no están destinadas a implicar limitaciones en la manera en la que una plataforma 110 móvil y, en particular, una oruga 120 mostrada en forma de bloque en la figura 1 puede implementarse. Pueden realizarse muchos cambios y modificaciones diversos a una oruga 212 de acuerdo con una realización ilustrativa. Por ejemplo, un sistema 304 de herramienta puede omitir una unidad 310 de suministro. En algunos ejemplos ilustrativos, pueden suministrarse tornillos al instalador 308 de tornillos a través de una línea unida a un conducto 340 de servicios.
- 10 En todavía otro ejemplo ilustrativo, otra herramienta puede utilizarse en lugar de o además de un instalador 308 de tornillos en un sistema 304 de herramienta. Por ejemplo, puede utilizarse un taladro en lugar de un instalador 308 de tornillos. En algunos ejemplos ilustrativos, otras herramientas tales como un taladro, un aplicador de pintura, un aplicador de sellado, una cámara o alguna otra herramienta pueden utilizarse en lugar de un instalador 308 de tornillos en diversas combinaciones.
- 15 En aún otro ejemplo ilustrativo, un motor 316 y un motor 318 pueden estar conectados directamente a un rodillo 320 y un rodillo 322 sin cadena 324 y cadena 326. En todavía otros ejemplos ilustrativos, puede omitirse un motor 318. En todavía otros ejemplos ilustrativos, al menos uno de un conjunto 416 de rueda y un conjunto 418 de rueda pueden estar motorizados para proporcionar un movimiento de una oruga 212. En otras palabras, un sistema 312 de locomoción puede estar integrado en un sistema 314 de unión.
- 20 Pasando próximamente a la figura 8, se representa una ilustración de una plataforma móvil de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, se representa una plataforma 800 móvil en un entorno 802 automatizado como unida a un marco 804 alargado y un marco 806 alargado. Un marco 804 alargado y un marco 806 alargado pueden estar unidos a un panel 808 de revestimiento. Un marco 804 alargado y un marco 806 alargado pueden estar unidos temporalmente de modo que los tornillos (no mostrados) puedan ser instalados.
- 25 En este ejemplo ilustrativo, una plataforma 800 móvil puede comprender una oruga 810, una oruga 812 y un conector 814. Una oruga 810 y una oruga 812 pueden ser ejemplos de una oruga 120 mostrada en forma de bloque en la figura 1. En particular, una oruga 810 y una oruga 812 pueden implementarse utilizando una oruga 212 en la figura 3.
- 30 Como se muestra, un conector 814 puede conectar una oruga 810 y una oruga 812 entre sí para formar una plataforma 800 móvil. En este ejemplo ilustrativo, un conector 814 puede ser rígido. Un conector 814 puede comprender un material tal como, sin limitación, un material seleccionado de al menos uno de un metal, aluminio, acero, titanio, plástico, policarbonato, cerámica, un material compuesto o cualquier otro tipo de material adecuado.
- En estos ejemplos ilustrativos, el uso de un conector 814 con una oruga 810 y una oruga 812 puede proporcionar rigidez adicional en una plataforma 800 móvil. Adicionalmente, puede reducirse un movimiento perpendicular al marco en dirección de una flecha 815.
- 35 Como se representa, una plataforma 800 móvil puede tener una anchura 816 con un conector 814 que tiene una longitud 818. Una anchura 816 de una plataforma 800 móvil puede ser, por ejemplo, sin limitación, aproximadamente 30 pulgadas. Una longitud 818 de un conector 814 puede ser aproximadamente 24 pulgadas. Por supuesto, una anchura 816 y una longitud 818 pueden depender de una distancia 820 entre un marco 804 alargado y un marco 806 alargado.
- 40 Un conector 814 puede reemplazarse con otro conector que tiene una longitud diferente de una longitud 818 si se utiliza una plataforma 800 móvil con marcos alargados que tienen una distancia diferente que separa los marcos alargados. De esta manera, puede haber flexibilidad adicional utilizando una plataforma 800 móvil con marcos alargados que tienen diferentes distancias entre los marcos alargados.
- 45 Pasando próximamente a la figura 9, se representa una ilustración de una plataforma móvil de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, se representa una plataforma 900 móvil en un entorno 902 automatizado como estando unida a un primer marco 904 alargado y a un segundo marco 906 alargado. Un primer marco 904 alargado y un segundo marco 906 alargado pueden estar unidos a un panel 908 de revestimiento. Un primer marco 904 alargado y un segundo marco 906 alargado pueden estar unidos temporalmente de modo que los tornillos (no mostrados) puedan ser instalados. Un primer marco 904 alargado y un segundo marco 906 alargado pueden ser sustancialmente paralelos entre sí.
- 50 En este ejemplo ilustrativo, una plataforma 900 móvil puede comprender una primera oruga 910, una segunda oruga 906, una herramienta 913 y un conector 914. Una primera oruga 910 y una segunda oruga 912 pueden ser ejemplos de una oruga 120 mostrada en forma de bloque en la figura 1. En particular, una primera oruga 910 y una segunda oruga 912 pueden implementarse utilizando una oruga 212 en la figura 3.
- 55 Como se muestra, un conector 914 puede conectar una primera oruga 910 y una segunda oruga 912 entre sí para formar una plataforma 900 móvil. Un conector 914 puede funcionar también como una estructura de soporte.

5 Por ejemplo, un conector 914 puede proporcionar soporte para una herramienta 913. Una herramienta 913 puede estar configurada para moverse a lo largo de un conector 914. En particular, una herramienta 913 puede moverse a lo largo de un carril 918 y un carril 920 en un conector 914 en la dirección de una flecha 922. Como se representa, un motor 924 y un motor 926 puede mover una herramienta 913 a lo largo de un carril 918 y un carril 920, respectivamente, en la dirección de una flecha 922. Este tipo de movimiento en la dirección de una flecha 922 puede ser longitudinal con respecto a un primer marco 904 alargado y un segundo marco 906 alargado. En otras palabras, una herramienta 913 puede moverse longitudinalmente entre una primera oruga 910 y una segunda oruga 912.

10 Una herramienta 913 puede ser un ejemplo de una herramienta en un sistema 122 de herramienta mostrada en forma de bloque en la figura 1. En particular, puede implementarse una herramienta 913 utilizando un sistema 304 de herramienta como se representa en la figura 3. Como se representa, una herramienta 913 puede incluir un instalador 927 de tornillos y una unidad 928 de suministro.

15 Como se representa, una primera oruga 910 y una segunda oruga 912 pueden mover una plataforma 900 móvil en un primer marco 904 alargado y un segundo marco 906 alargado en la dirección de una flecha 929. Como se representa, una primera oruga 910 puede realizar operaciones a lo largo de un primer marco 904 alargado y porciones de un panel 908 de revestimiento al alcance de la primera oruga 910. Una segunda oruga 912 puede realizar operaciones a lo largo de un segundo marco 906 alargado y porciones de un panel 908 de revestimiento al alcance de la segunda oruga 912.

20 De manera adicional, en estos ejemplos ilustrativos, una herramienta 913 puede realizar operaciones entre un primer marco 904 alargado y un segundo marco 906 alargado. En este ejemplo ilustrativo, la operación puede ser una operación de sujeción. Por supuesto, otras operaciones que se puedan realizar además de o en lugar de operaciones de sujeción incluyen al menos una de una operación de perforación, una operación de sellado, una operación de pintura, una operación de inspección y algunas otras operaciones adecuadas. Las diferentes operaciones pueden realizarse dependiendo de la herramienta o herramientas utilizadas para implementar la herramienta 913.

25 En un ejemplo ilustrativo, estas operaciones pueden realizarse en al menos uno de un tirante 930, un tirante 932 y un tirante 934. Estos tirantes pueden ser ejemplos de una estructura 118 en la figura 1. Como se representa, un instalador 927 de tornillos en una herramienta 913 se posiciona para instalar tornillos (no se muestra) en unos agujeros 936 en una pestaña 938 de un tirante 930.

30 En este ejemplo ilustrativo, una primera oruga 910 puede comprender un primer sistema 950 de movimiento y una segunda oruga 912 puede comprender un segundo sistema 952 de movimiento. Además, una primera oruga 910 también puede comprender una primera herramienta 954 y una segunda oruga 912 también puede comprender una segunda herramienta 956. En otras palabras, una primera herramienta 954, una segunda herramienta 956 o ambas pueden utilizarse además de una herramienta 913. Estas tres herramientas pueden formar un sistema 122 de herramientas mostrado en forma de bloques en la figura 1 y una herramienta 913 puede denominarse una tercera herramienta. En algunos ejemplos ilustrativos, puede omitirse al menos una de una primera herramienta 954 o una segunda herramienta 956.

35 Con referencia próxima a la figura 10, se representa otra ilustración de una plataforma móvil de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo, se muestran tornillos 1000 instalados en agujeros 936 en una pestaña 938 de un tirante 930.

40 Como se representa, una plataforma 900 móvil se ha movido en la dirección de una flecha 1002 y en la dirección de una flecha 1004. Como se representa, un instalador 927 de tornillos puede instalar tornillos (no se muestra) en unos agujeros 1006 en una pestaña 1008 de un tirante 930.

De esta manera, una plataforma 900 móvil puede realizar operaciones en al menos uno de un primer marco 904 alargado, un segundo marco 906 alargado, un tirante 930, un tirante 932 y un tirante 934, así como áreas adyacentes a y/o entre un primer marco 904 alargado y un segundo marco 906 alargado.

45 Las ilustraciones de una plataforma 211 móvil en las figuras 2-7, una plataforma 213 móvil en la figura 3 y una plataforma 800 móvil en la figura 8 no están destinadas a implicar limitaciones en la manera en la que una plataforma 110 móvil, mostrada en forma de bloque en la figura 1, puede implementarse. Por ejemplo, otros números de orugas pueden estar conectados utilizando otros números de conectores además de o en lugar de una oruga 810 y una oruga 812 conectadas entre sí por un conector 814 en la figura 8. Además, algunas plataformas móviles pueden utilizar otras formas de locomoción diferentes a los rodillos. Por ejemplo, otras plataformas móviles pueden utilizar rieles, ruedas, pies, ventosas móviles y otros tipos adecuados de dispositivos de locomoción.

50 En aún otros ejemplos ilustrativos, una primera oruga 910 y una segunda oruga 912 pueden reemplazarse con dispositivos de unión. Por ejemplo, un primer dispositivo de unión puede estar conectado a un primer marco 904 alargado y un segundo dispositivo de unión puede estar conectado a un segundo marco 906 alargado. En este ejemplo, un conector 914 puede conectar el primer dispositivo de unión y el segundo dispositivo de unión entre sí de modo que la herramienta 913 puede moverse longitudinalmente entre un primer marco 904 alargado y un segundo marco 906 alargado y realizar operaciones entre un primer marco 904 alargado y un segundo marco 906 alargado.

- 5 Como otro ejemplo, la ilustración de una plataforma 900 móvil puede variar en otros ejemplos ilustrativos. Por ejemplo, una primera oruga 910, una segunda oruga 912 o ambas pueden excluir herramientas. En su lugar, una plataforma 900 móvil puede incluir solo una herramienta 913. Como todavía otro ejemplo, las operaciones realizadas por una herramienta 913 en una plataforma 900 móvil en la figura 9 y la figura 10 pueden realizarse en otras estructuras diferentes de un tirante 930, un tirante 932 y un tirante 934. Por ejemplo, una herramienta 913 puede realizar operaciones en otras estructuras, tales como una tubería, un cable, un arnés, un panel u otra estructura que puede situarse entre un primer marco 904 alargado y un segundo marco 906 alargado.
- 10 Los diferentes componentes mostrados en las figuras 2-10 pueden combinarse con componentes en la figura 1 utilizados con componentes en la figura 1 o una combinación de los dos. De manera adicional, algunos de los componentes en las figuras 2-10 pueden ser ejemplos ilustrativos de cómo componentes mostrados en forma de bloque en la figura 1 pueden implementarse como estructuras físicas.
- 15 Como otro ejemplo ilustrativo, a pesar de que se han representado diferentes operaciones con respecto a realizar operaciones en un panel de revestimiento con marcos alargados, las diferentes operaciones pueden realizarse en otras estructuras. Por ejemplo, los marcos alargados pueden estar situados en un cilindro para un fuselaje de la aeronave. El cilindro puede ser un cilindro compuesto y los marcos alargados pueden ser marcos alargados de metal, marcos alargados compuestos o cualquier otra combinación de los mismos. Como otro ejemplo, pueden situarse marcos alargados en un suelo para un objeto, tal como una aeronave.
- 20 Con referencia próxima a la figura 11, se representa una ilustración de un diagrama de flujo de un procedimiento para realizar una operación en una estructura de acuerdo con una realización ilustrativa. Puede implementarse el procedimiento ilustrado en la figura 11 en un ambiente 100 automatizado. En particular, puede implementarse el procedimiento utilizando un sistema 108 automatizado que incluye una plataforma 110 móvil.
- 25 El procedimiento comienza uniendo un sistema 124 de movimiento asociado físicamente con un sistema 122 de herramienta a un marco 116 alargado en una estructura 118 (operación 1100). En este ejemplo ilustrativo, un sistema 124 de movimiento y un sistema 122 de herramienta pueden ser componentes en una plataforma 110 móvil tal como una oruga 120.
- 30 El sistema 122 de herramienta asociado físicamente con un sistema 124 de movimiento puede moverse a lo largo de un marco 116 alargado a una ubicación 130 (operación 1102). El procedimiento puede entonces realizar una operación 128 en una estructura 118 en una ubicación 130 con un sistema 122 de herramienta (operación 1104), con el procedimiento terminando a partir de entonces.
- 35 Con referencia próxima a la figura 12, se representa una ilustración de un diagrama de flujo de un procedimiento para fabricar una aeronave de acuerdo con una realización ilustrativa. Puede implementarse el procedimiento ilustrado en la figura 12 en un ambiente 100 automatizado para realizar operaciones 102 en estructuras 104 para aeronave 114. Las estructuras 104 pueden incluir, por ejemplo, estructuras para un fuselaje de una aeronave 114, tal como un cilindro de un fuselaje.
- 40 El procedimiento comienza situando un perno a través de un agujero en un cilindro para un fuselaje de una aeronave (operación 1200). El perno puede estar situado a través del agujero fuera del cilindro. El cilindro puede ser un ejemplo de una estructura 118 en la figura 1. El tornillo puede ser un primer elemento de sujeción en un sistema de sujeción.
- A partir de entonces, un marco alargado puede estar posicionado en el interior del cilindro (operación 1202). El marco alargado puede estar configurado para proporcionar soporte estructural dentro del cilindro.
- 45 El procedimiento une una plataforma móvil al marco alargado (operación 1204). En este ejemplo ilustrativo, la plataforma móvil puede ser, por ejemplo, una oruga 120 en la figura 1.
- Después, la plataforma móvil se mueve a lo largo del marco alargado (operación 1206). El procedimiento entonces detecta el perno (funcionamiento 1208). La detección del perno puede realizarse utilizando al menos uno de un sensor, tal como una cámara, un decodificador o algún otro tipo adecuado de sensor.
- 50 A partir de entonces, se realiza una operación para colocar un collar en el perno y sujetar el collar al perno (operación 1210), con el procedimiento terminando a partir de entonces. El collar puede ser un segundo elemento de sujeción en el sistema de sujeción.
- Las diferentes operaciones en la figura 12 pueden realizarse para un número de ubicaciones a lo largo del marco alargado donde los tornillos pueden estar presentes. De esta manera, la plataforma móvil puede utilizar el marco alargado como un riel para operaciones de sujeción. Como resultado, no es necesario un riel separado que está conectado al cilindro y retirado del cilindro. De esta manera, puede reducirse la cantidad de tiempo y de esfuerzo necesitada para realizar operaciones de sujeción en la fabricación de aeronaves.
- 55 Los diagramas de flujo y de bloques en las diferentes realizaciones realizadas ilustran la arquitectura, funcionalidad y operación de algunas implementaciones posibles de los aparatos y métodos en una realización ilustrativa. A este respecto, cada bloque en los diagramas de flujo y de bloques puede representar un módulo, un segmento, una función y/o una

porción de una operación o etapa. Por ejemplo, uno o más de los bloques puede implementarse como un código de programa, en hardware, o una combinación del código de programa y el hardware. Cuando se implementa en hardware, el hardware puede, por ejemplo, tomar la forma de circuitos integrados que se fabrican o configuran para realizar una o más operaciones en los diagramas de flujo o de bloques. Cuando se implementan como una combinación de un código de programa y hardware, la implementación puede tomar la forma de firmware.

En algunas implementaciones alternativas de una realización ilustrativa, la función o funciones observadas en los bloques pueden suceder fuera del servicio observado en las figuras. Por ejemplo, en algunos casos, dos bloques mostrados en sucesión pueden ejecutarse sustancialmente de manera simultánea, o los bloques pueden a veces realizarse en el orden inverso, dependiendo de la funcionalidad implicada. También, pueden añadirse otros bloques además de los bloques ilustrados en un diagrama de flujo o diagrama de bloques.

Por ejemplo, a pesar de las diferentes operaciones en la figura 12 se describieron con respecto a la instalación de collares en pernos, estas operaciones pueden aplicarse a tipos de componentes. Por ejemplo, el procedimiento puede instalar un perno y un collar, una tuerca, un remache, o cualquier otro tipo adecuado de tornillo. Además, las diferentes realizaciones ilustrativas también pueden incluir operaciones para identificar un tipo o tamaño de tornillo para su uso.

Las realizaciones ilustrativas de la divulgación pueden describirse en el contexto de un método 1300 de fabricación y servicio de aeronave como se muestra en la figura 13 y aeronave 1400 como se muestra en la figura 14. Con referencia primero a la figura 13, se representa una ilustración de un diagrama de bloques de un método de fabricación y servicio de aeronave de acuerdo con una realización ilustrativa. Durante la preproducción, un método 1300 de fabricación y servicio de aeronave puede incluir especificación y diseño 1302 de aeronave 1400 en la figura 14 y adquisición 1304 de material.

Durante la producción, tiene lugar la fabricación 1306 de componentes y subcomponentes y la integración 1308 del sistema de aeronave 1400 en la figura 14. A partir de entonces, una aeronave 1400 en la figura 14 puede pasar por certificación y envío 1310 para situarse en servicio 1312. Mientras está en servicio 1312 por un cliente, se programa el mantenimiento y servicio 1314 rutinario de aeronave 1400 en la figura 14 que puede incluir modificación, reconfiguración, acondicionamiento y otros trabajos de mantenimiento y servicio.

Cada uno de los procedimientos de un método 1300 de fabricación y servicio de aeronave puede realizarse o llevarse a cabo por un integrador de sistemas, una tercera parte y/o un operario. En estos ejemplos, el operario puede ser un cliente. Para los fines de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir, sin limitación, cualquier número de subcontratistas de sistema primario y fabricación de aeronave; una tercera parte puede incluir, sin limitación, cualquier número de vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operario puede ser una aeronave, una empresa de arrendamiento, una entidad militar, una empresa de servicios, y así sucesivamente.

Con referencia ahora a la figura 14, se representa una ilustración de un diagrama de bloques de una aeronave en la que puede implementarse una realización ilustrativa. En este ejemplo, una aeronave 1400 es producida por un método 1300 de fabricación y servicio de aeronave en la figura 13 y puede incluir un fuselaje 1402 con sistemas 1404 y un interior 1406. Ejemplos de sistemas 1404 incluyen uno o más de un sistema 1408 de propulsión, un sistema 1410 eléctrico, un sistema 1412 hidráulico y un sistema 1414 ambiental. Puede incluirse cualquier número de otros sistemas. A pesar de que se muestra un ejemplo aeroespacial, pueden aplicarse diferentes realizaciones ilustrativas a otras industrias, tales como la industria automovilística.

Los aparatos y métodos materializados en el presente documento pueden utilizarse durante al menos una de las etapas de un método 1300 de fabricación y servicio de aeronave en la figura 13. En un ejemplo ilustrativo, pueden fabricarse o elaborarse componentes o submontajes producidos en la fabricación 1306 de componentes y submontajes en la figura 13 de manera similar a los componentes o submontajes producidos mientras una aeronave 1400 está en servicio 1312 en la figura 13. Como aún otro ejemplo, una o más realizaciones de aparatos, realizaciones de métodos o una combinación de las mismas puede utilizarse durante las etapas de producción, tales como la fabricación 1306 de componentes y submontajes y la integración 1308 de sistemas en la figura 13. Puede utilizarse una o más realizaciones de aparatos, realizaciones de métodos o una combinación de las mismas mientras una aeronave 1400 está en servicio 1312 y/o durante un mantenimiento o servicio 1314 en la figura 13. La utilización de un número de diferentes realizaciones ilustrativas puede acelerar sustancialmente el montaje de y/o la reducción del coste de una aeronave 1400.

Por ejemplo, las realizaciones ilustrativas pueden implementarse durante la fabricación 1306 de componentes y subcomponentes unidos a marcos alargados, a estructuras tales como cilindros, paneles de revestimiento y otras estructuras adecuadas para una aeronave 1400. En todavía otros ejemplos ilustrativos, la realización ilustrativa puede implementarse para realizar otras operaciones durante la fabricación 1306 de componentes y subcomponentes tales como sellado, pintura, perforación de agujeros y otras operaciones adecuadas. Estas y otras operaciones también pueden realizarse durante la integración 1308 de sistemas cuando diferentes componentes pueden estar conectados a otros componentes. Además, las realizaciones ilustrativas pueden utilizarse durante el mantenimiento y servicio 1314 para realizar operaciones. Las diferentes operaciones pueden realizarse en estructuras durante el mantenimiento rutinario, inspección, acondicionamiento, mejoras y otros procedimientos que pueden ocurrir durante el mantenimiento y servicio 1314.

5 Por tanto, pueden utilizarse una o más realizaciones ilustrativas para fabricar y realizar otras operaciones para estructuras en objetos tal como una aeronave. Las realizaciones ilustrativas pueden utilizarse para reducir el equipamiento hecho por el hombre necesitado para realizar diferentes operaciones. Por ejemplo, con una realización ilustrativa, no se necesita un sistema de riel para proporcionar una guía o una unión para la plataforma móvil que forma diferentes operaciones. De manera adicional, pueden necesitarse menos tiempo y esfuerzo para realizar estas operaciones ya que puede ser innecesaria la unión y la retirada de un riel.

10 La descripción de las diferentes realizaciones ilustrativas se ha presentado para fines de ilustración y descripción, y no está destinada a ser exhaustiva o a estar limitada a las realizaciones en la forma dada a conocer. Para los expertos en la técnica habituales serán evidentes muchas modificaciones y variaciones. Además, diferentes realizaciones ilustrativas pueden proporcionar características diferentes en comparación con otras realizaciones ilustrativas. La realización o realizaciones seleccionadas se eligen y describen para explicar de la mejor manera los principios de las realizaciones, la aplicación práctica y para permitir a otros expertos en la técnica habituales entender la divulgación de diversas realizaciones con diversas modificaciones adecuadas a la utilización particular contemplada.

**REIVINDICACIONES**

1. Aparato que comprende:
- un sistema (122) de herramienta configurado para realizar una operación (128) en una ubicación (130) en una estructura (118);
- 5 y un sistema (124) de movimiento configurado para mover el sistema (122) de herramienta a lo largo de un marco (116) alargado en la estructura (118) a la ubicación (130), en el que el sistema (124) de movimiento comprende:
- un sistema (132) de locomoción configurado para moverse a lo largo del marco (116) alargado, comprendiendo el sistema (132) de locomoción:
- un número de rodillos (320, 322) configurados para estar en contacto con el marco (116) alargado; y
- 10 un número de motores (316, 318) configurados para girar al menos uno de un número de rodillos de modo que el sistema (124) de movimiento y el sistema (122) de herramienta se mueven a lo largo del marco (116) alargado; y
- un sistema (134, 328) de sujeción configurado para unir el sistema (132) de locomoción al marco (116) alargado, comprendiendo el sistema de sujeción:
- 15 una primera guía (402) que comprende dos estructuras (406, 408) y, en cada una de las dos estructuras (406, 408), un cojinete (410, 411) que comprende una esfera (412, 413); una segunda guía (404) que comprende una estructura (414) adicional y dos conjuntos (416, 418) de rueda, comprendiendo cada conjunto de rueda una rueda (600, 604) y una esfera (602, 606) adicional, estando configurados los conjuntos (416, 418) de rueda para estar en contacto con el marco (116) alargado; y
- un sistema (405) de acoplamiento.
- 20 2. Aparato de la reivindicación 1 que comprende además:
- un marco (126) de soporte en el que el sistema (122) de herramienta y el sistema (124) de movimiento están físicamente asociados con el marco (126) de soporte.
3. Aparato de la reivindicación 1, en el que el sistema (124) de movimiento comprende una oruga (120), en el que el marco (116) alargado es un primer marco (904) alargado, la oruga (120) es una primera oruga (910) y el sistema (124) de movimiento comprende:
- 25 una segunda oruga (912) configurada para moverse en un segundo marco (906) alargado; y
- un conector (914) que conecta la primera oruga (910) a la segunda oruga (912), en el que una herramienta (913) en el sistema (122) de herramienta está configurada para moverse a lo largo del conector (914) entre la primera oruga (910) y la segunda oruga (912).
- 30 4. Aparato de la reivindicación 1, en el que el sistema (122) de herramienta está comprendido por al menos uno de un instalador (308) de tornillo, un taladro, un aplicador de pintura, un aplicador de sellado o una cámara.
5. Aparato de la reivindicación 1, en el que el marco (116) alargado tiene una sección (332) que se extiende desde una superficie de la estructura (118) en la que la sección (332) es sustancialmente perpendicular a la superficie y una pestaña (334) se extiende desde un borde (336) de la sección (332) en la que la pestaña (334) es sustancialmente perpendicular al borde (336) de la sección (332).
- 35 6. Método para realizar una operación (128) en una estructura (118), comprendiendo el método:
- mover (902) un sistema (122) de herramienta asociado físicamente con un sistema (124) de movimiento a lo largo de un marco (116) alargado en la estructura (118) a una ubicación (130); y
- realizar (904) la operación (128) en la estructura (118) en la ubicación (130) con el sistema (122) de herramienta,
- 40 en el que el sistema (124) de movimiento comprende:
- un sistema (132) de locomoción configurado para moverse a lo largo del marco (116) alargado, comprendiendo el sistema (132) de locomoción:
- un número de rodillos configurados para estar en contacto con el marco (116) alargado; y
- 45 un número de motores configurados para girar al menos uno de un número de rodillos de modo que el sistema (124) de movimiento y el sistema (122) de herramienta se mueven a lo largo del marco (116) alargado; y

un sistema (134, 328) de sujeción configurado para unir el sistema (132) de locomoción al marco (116) alargado, comprendiendo el sistema de sujeción:

una primera guía (402) que comprende dos estructuras (406, 408) y, en cada una de las dos estructuras (406, 408), un cojinete (410, 411) que comprende una esfera (412, 413);

- 5 una segunda guía (404) que comprende una estructura (414) adicional y dos conjuntos (416, 418) de rueda, comprendiendo cada conjunto de rueda una rueda (600, 604) y una esfera (602, 606) adicional, estando configurados los conjuntos (416, 418) de rueda para estar en contacto con el marco (116) alargado; y

un sistema (405) de acoplamiento.

7. Método de la reivindicación 6 que comprende además:

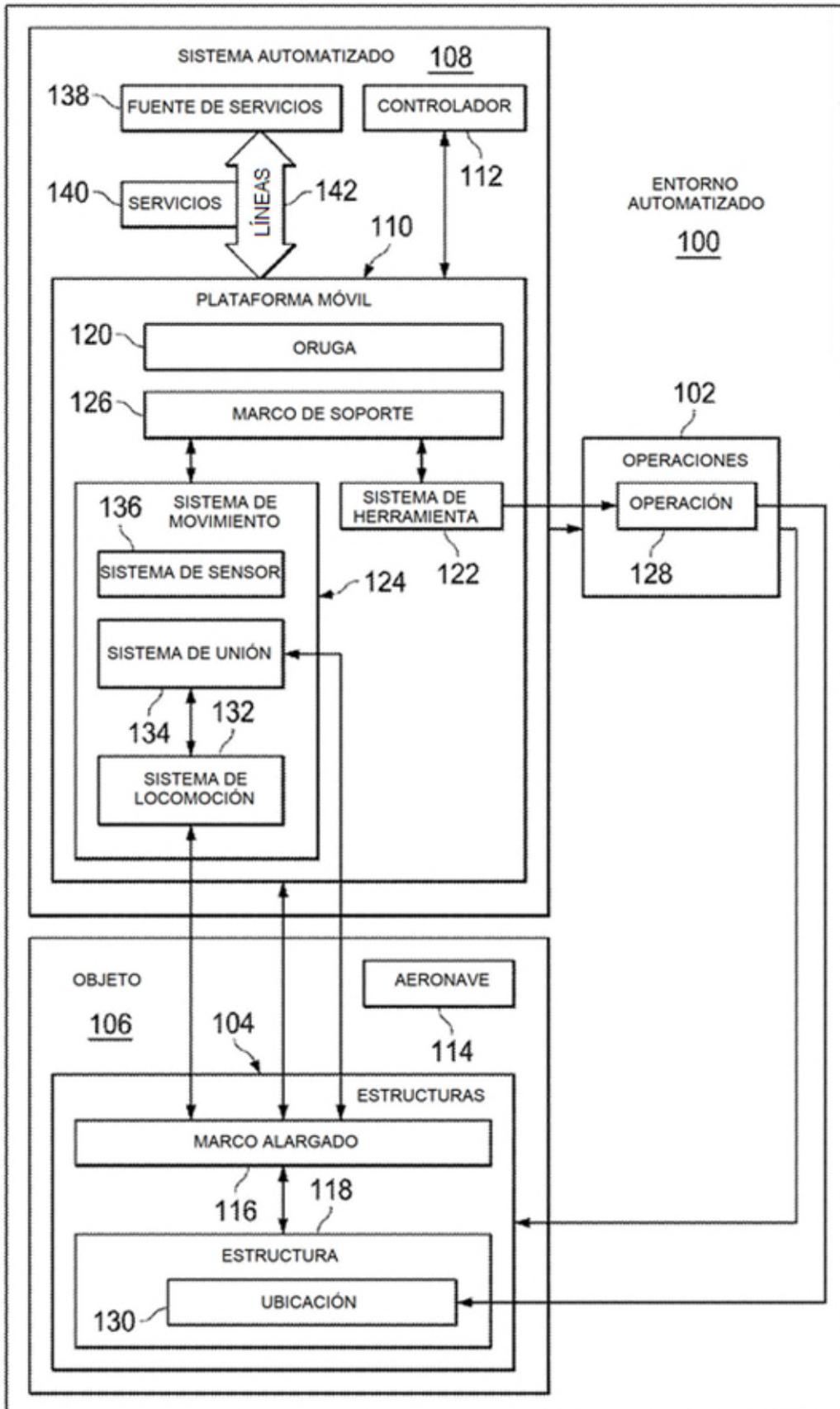
- 10 unir el sistema (124) de movimiento al marco (116) alargado, en el que el sistema (124) de movimiento se mueve en el marco (116) alargado.

8. Método de la reivindicación 6, en el que la operación (128) se selecciona de uno de una operación (128) de instalación de tornillo, una operación de perforación, una operación de sellado, una operación de pintado o una operación de inspección.

- 15 9. Método de la reivindicación 6, en el que el sistema (122) de herramienta está comprendido por al menos uno de un instalador (308) de tornillo, un taladro, un aplicador de pintura, un aplicador de sellado o una cámara.

- 20 10. Método de la reivindicación 6, en el que el marco (116) alargado tiene una sección (332) que se extiende desde una superficie de la estructura (118) en la que la sección (332) es sustancialmente perpendicular a la superficie y una pestaña (334) se extiende desde un borde (336) de la sección (332) en la que la pestaña (334) es sustancialmente perpendicular al borde (336) de la sección (332).

FIG. 1



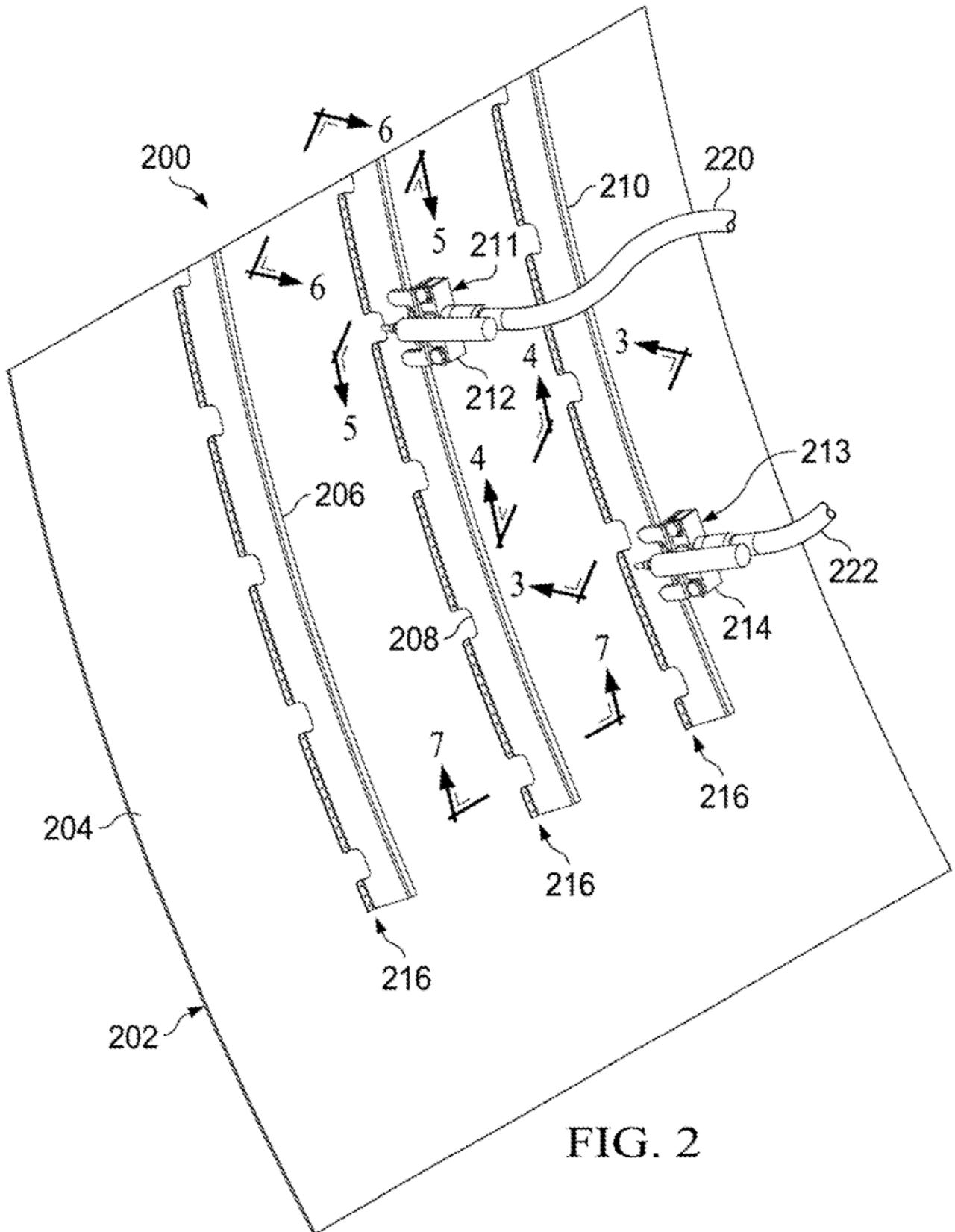
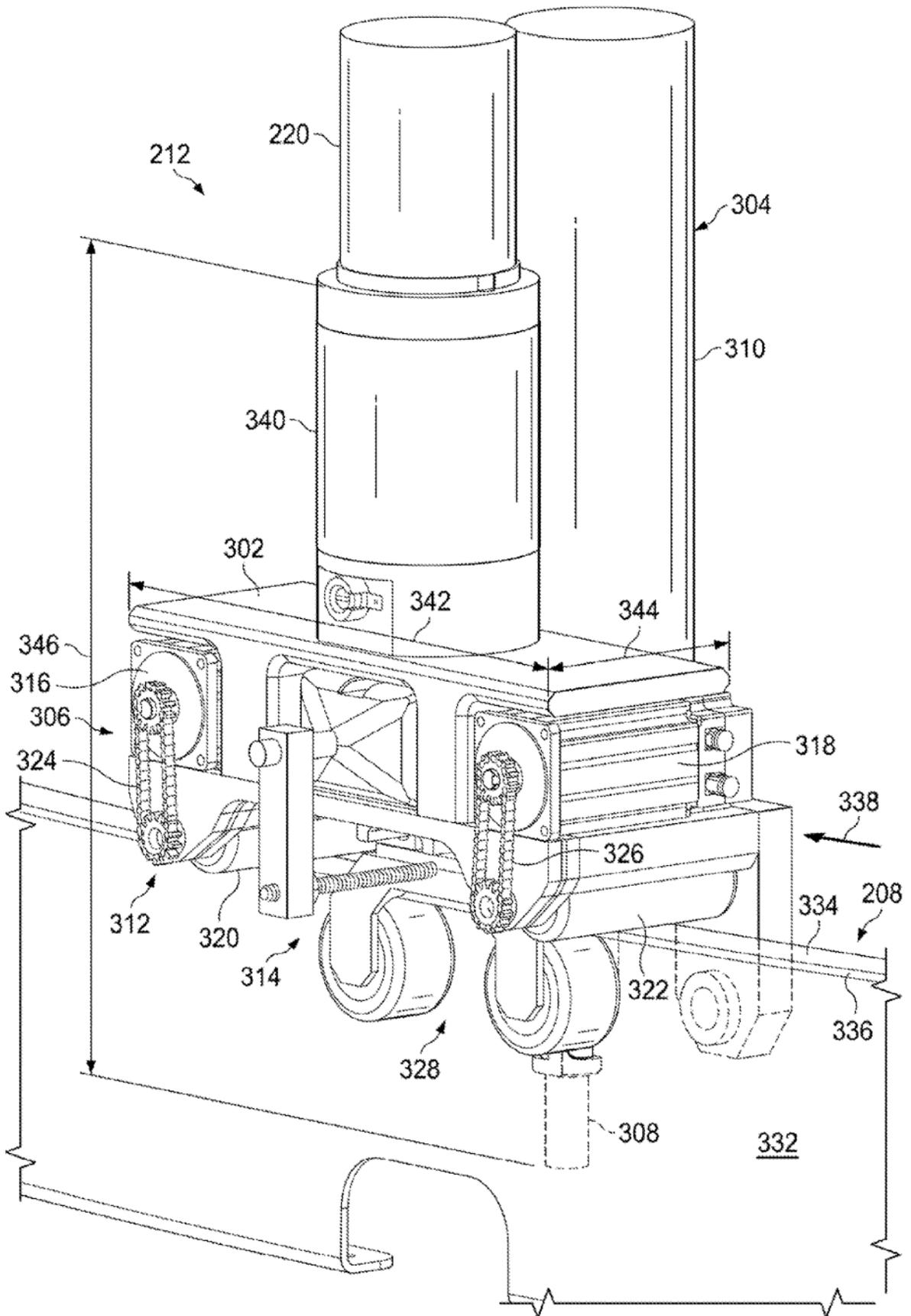


FIG. 3



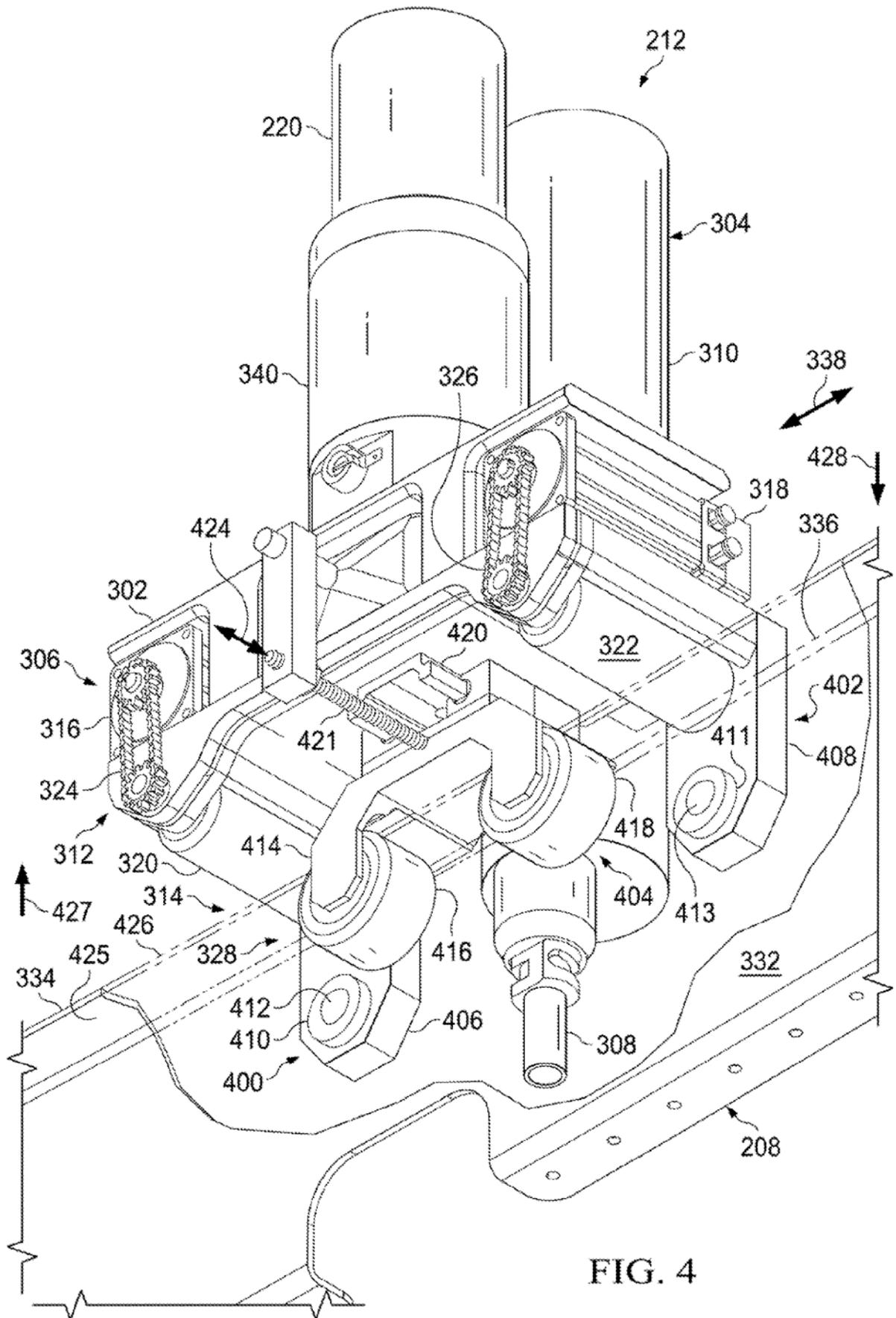


FIG. 4

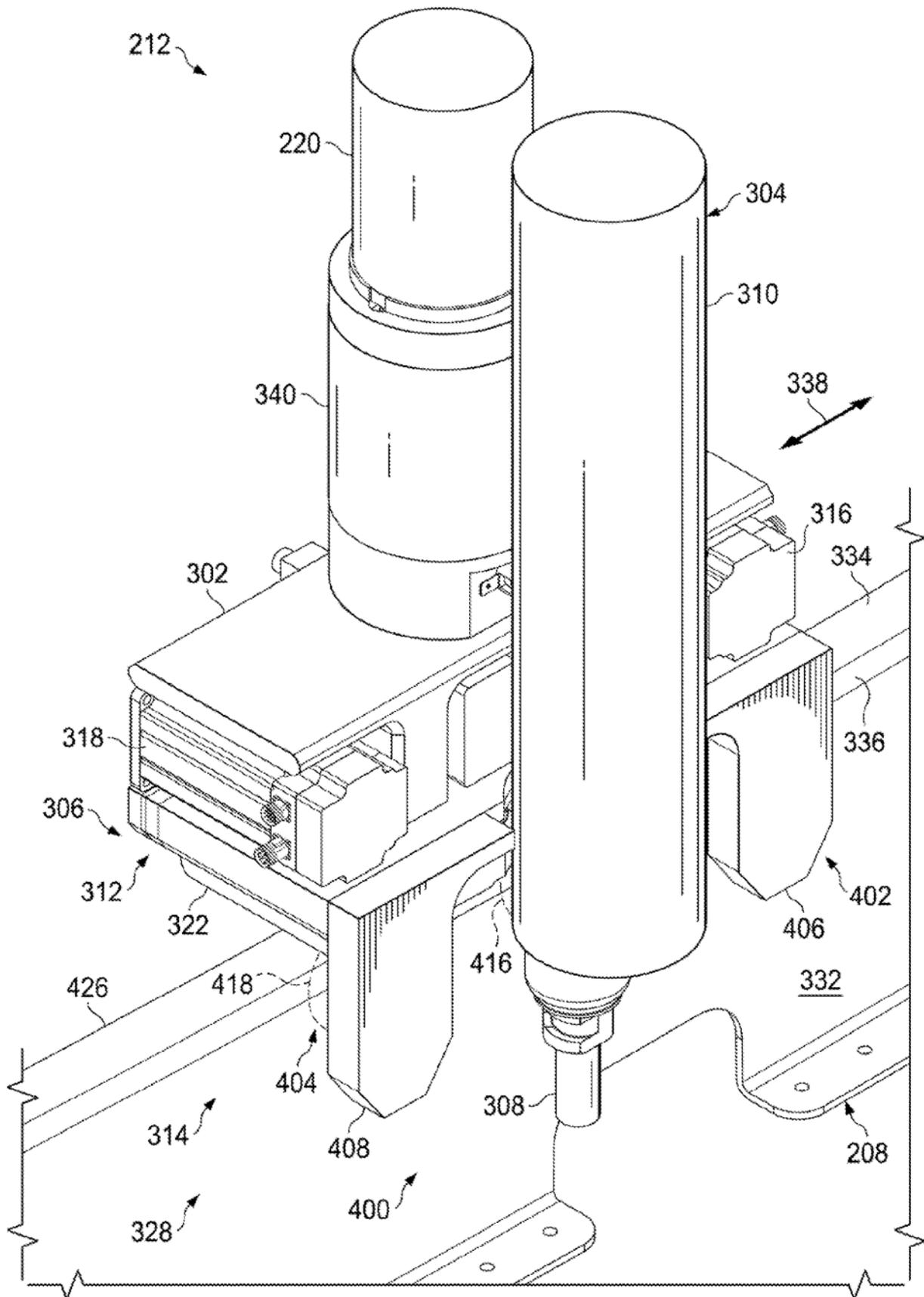


FIG. 5

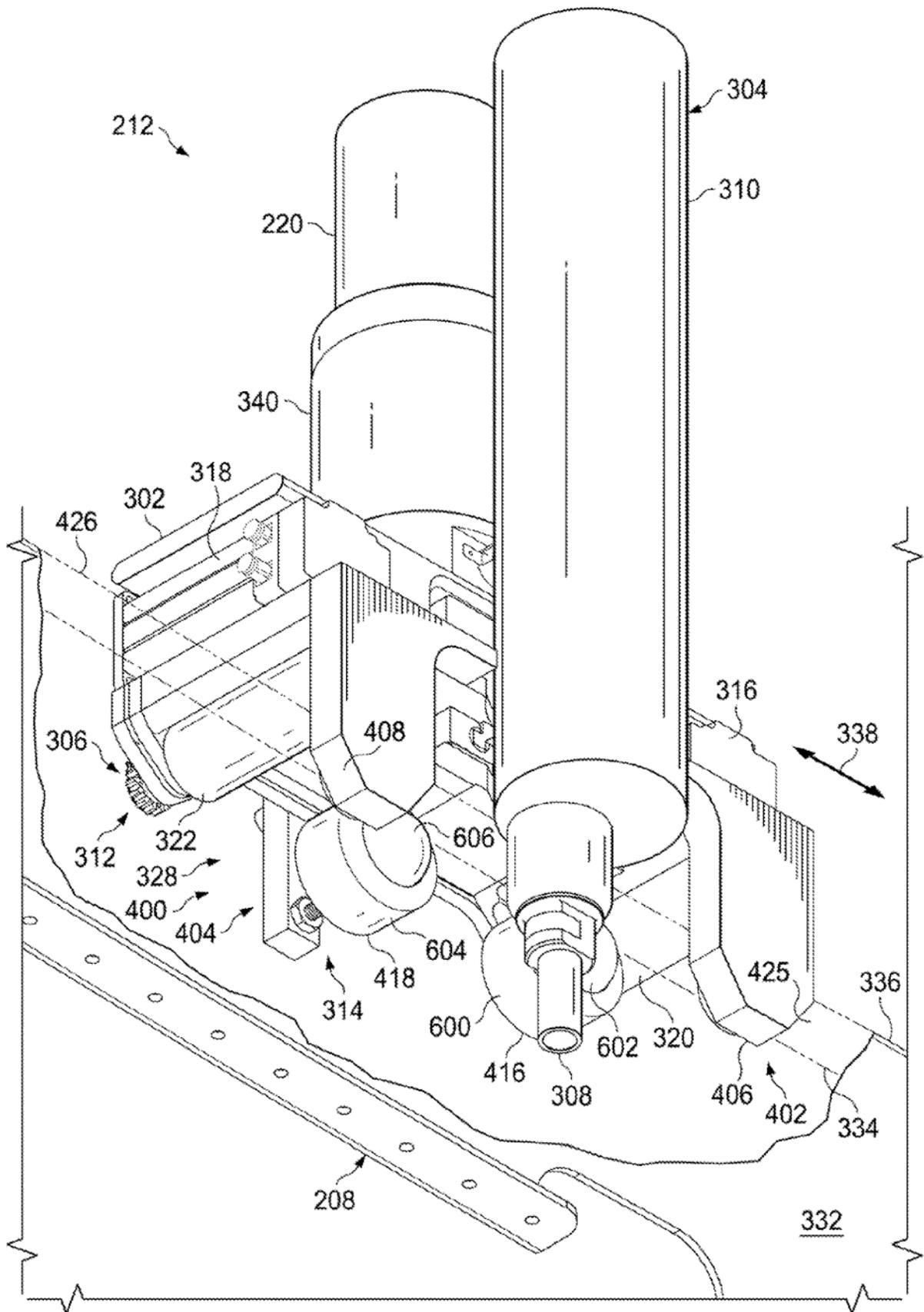


FIG. 6

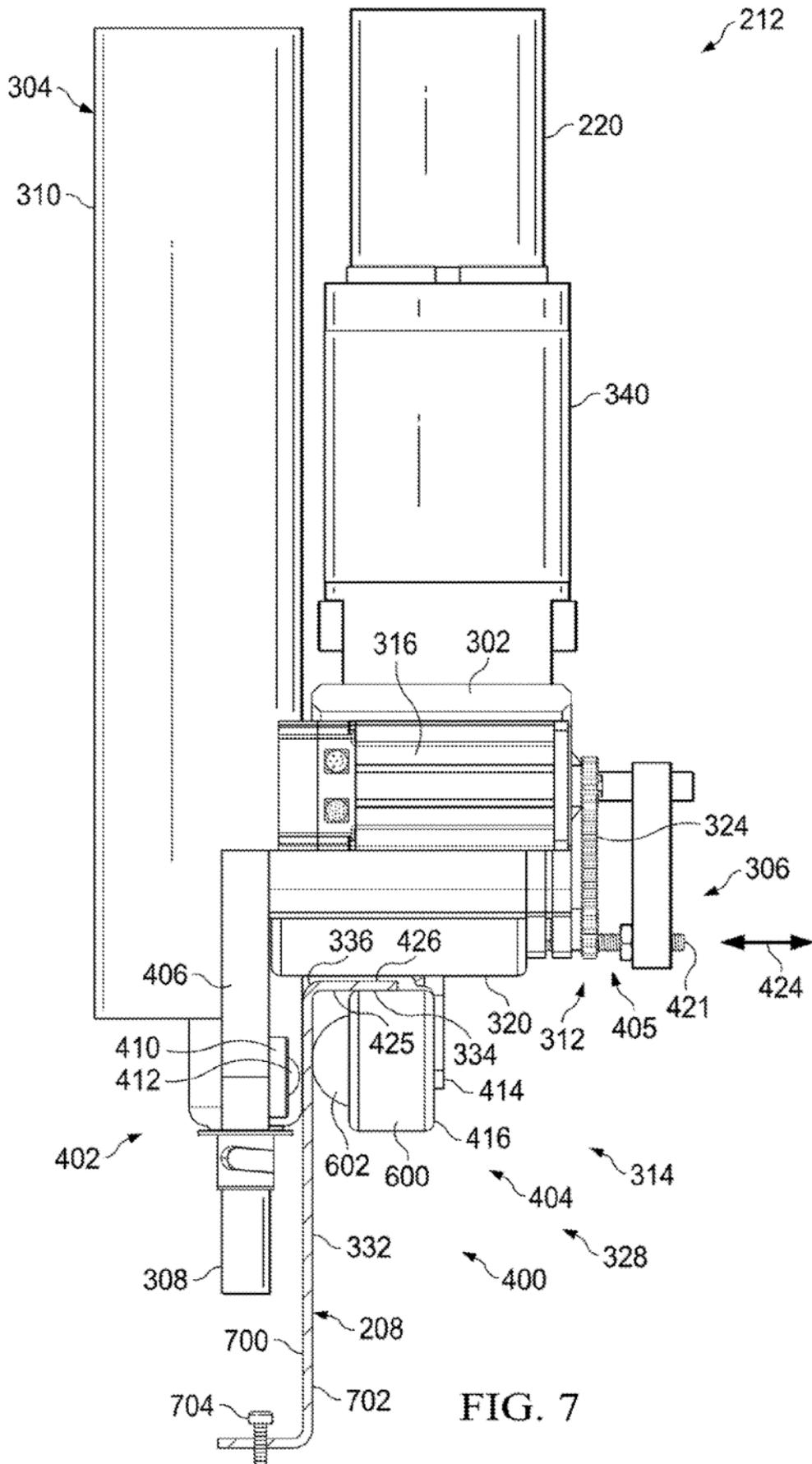


FIG. 7

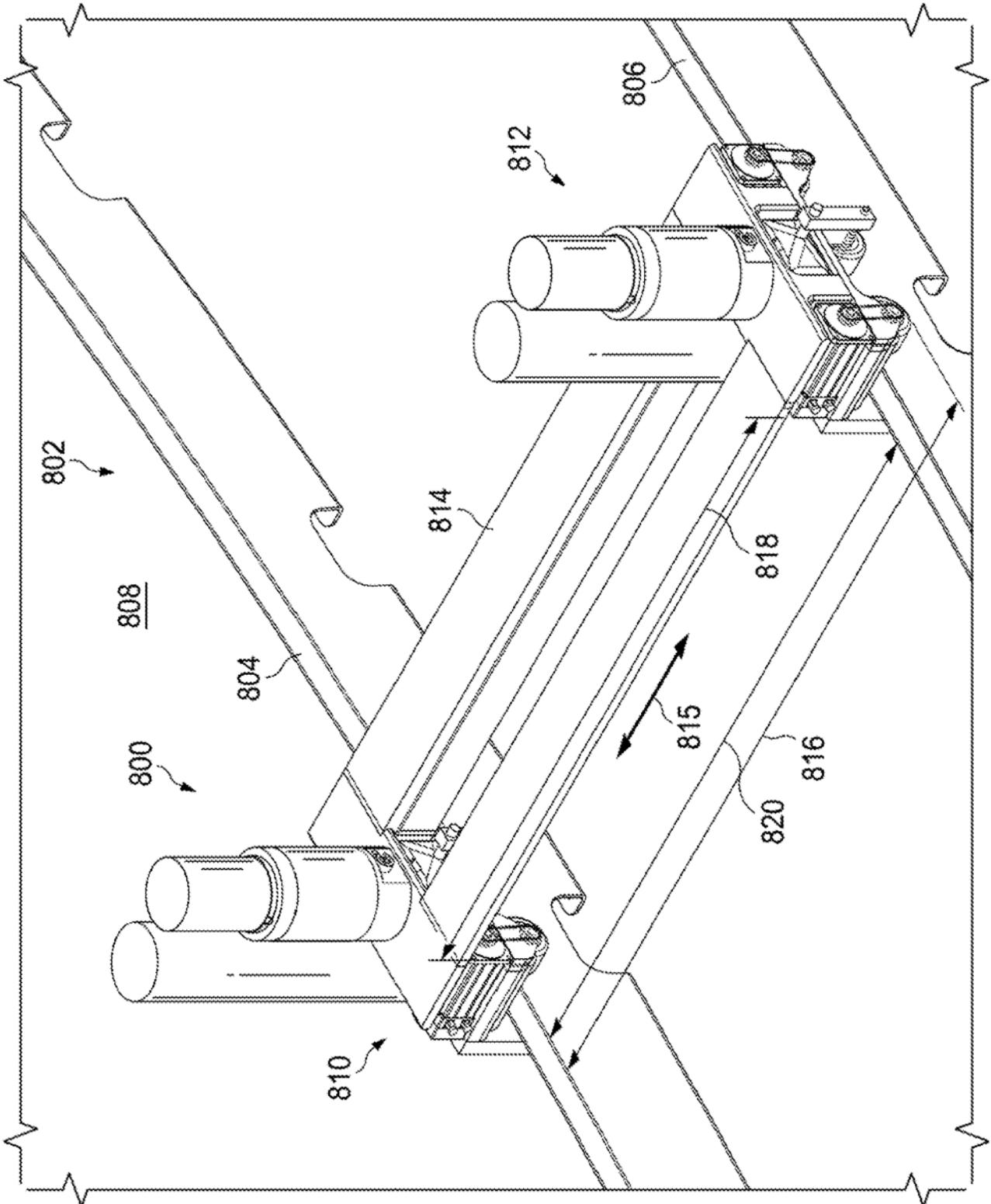


FIG. 8

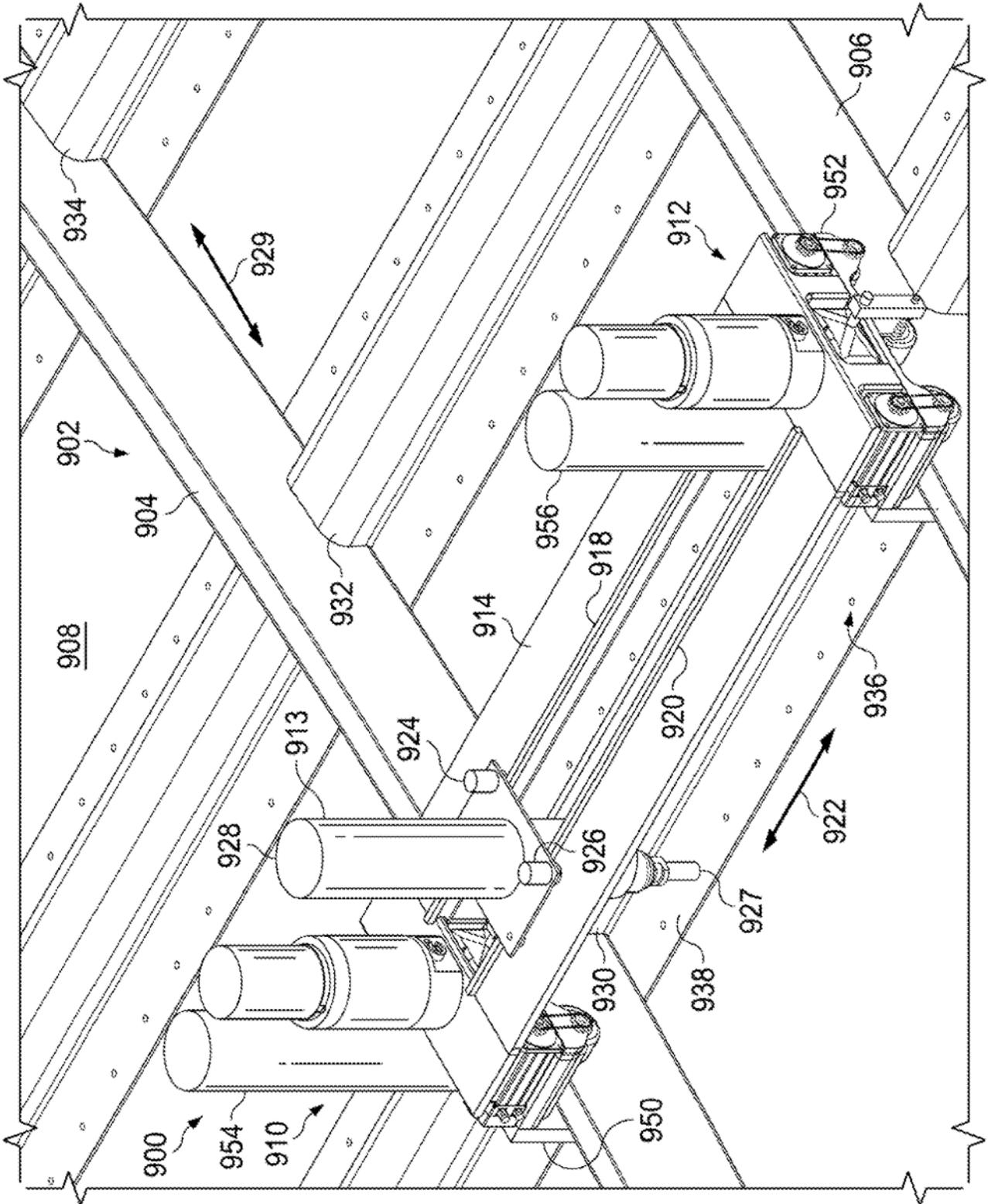


FIG. 9

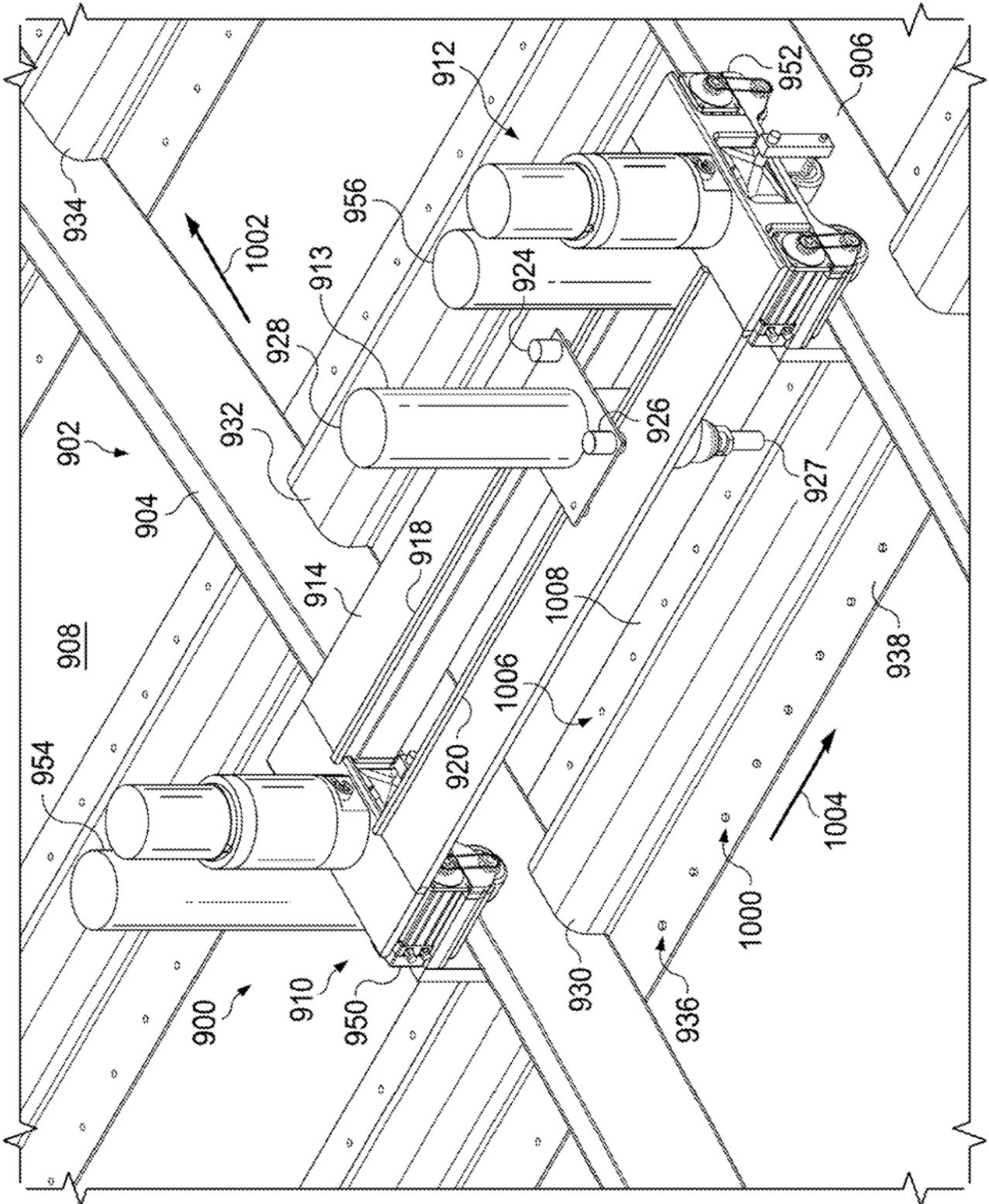


FIG. 10

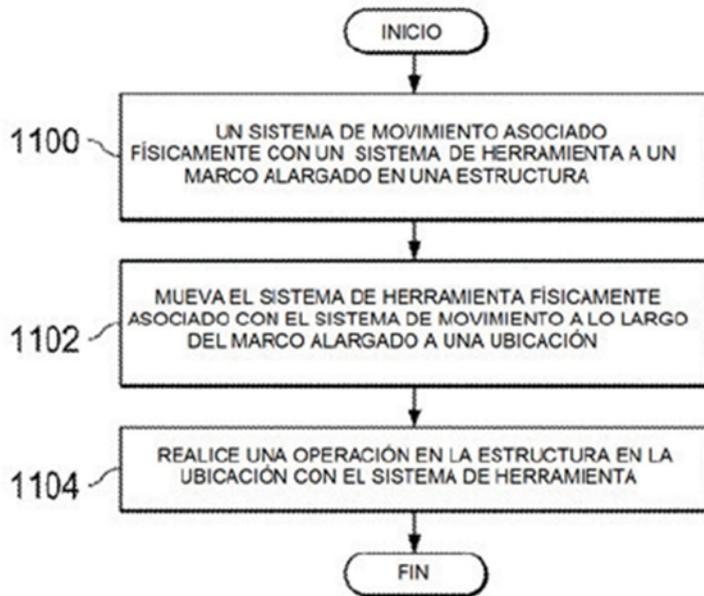


FIG. 11

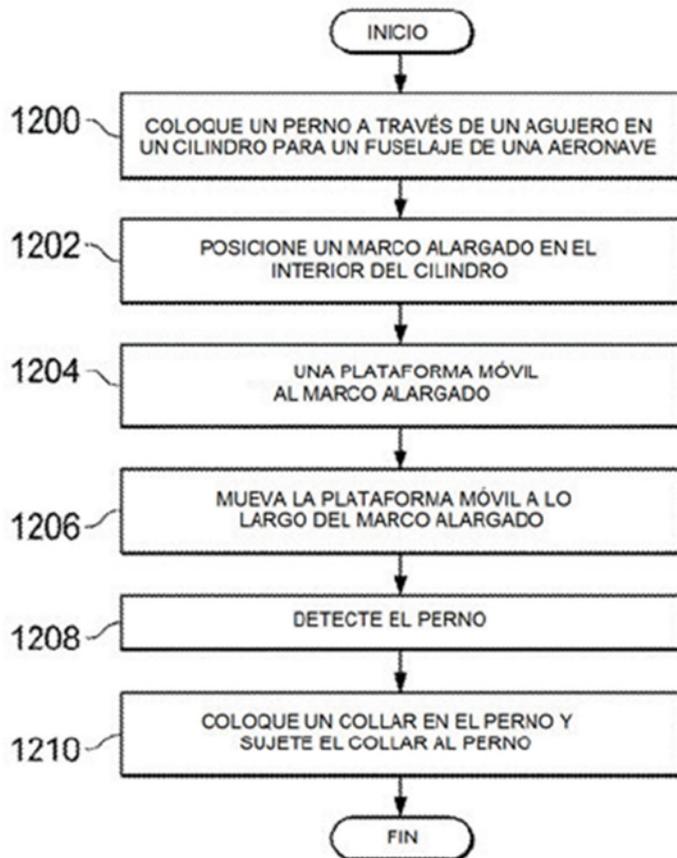


FIG. 12

