

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 742 405**

51 Int. Cl.:

B23Q 9/00	(2006.01)
B62D 57/02	(2006.01)
B64F 5/00	(2007.01)
B23Q 7/04	(2006.01)
B25J 15/00	(2006.01)
B25J 5/04	(2006.01)
B25J 9/16	(2006.01)
B64F 5/10	(2007.01)
G05B 19/18	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.12.2014 E 14196480 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2019 EP 2946875**

54 Título: **Robot oruga y plataforma de soporte**

30 Prioridad:

30.04.2014 US 201461986766 P

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

14.02.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**DAY, DAN DRESSKELL;
ZABALLOS, KENNETH P;
CHANG, PAUL C;
JONES, DARRELL DARWIN;
BANKS, DAVID P y
KOSTENICK, PAUL G**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 742 405 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

Robot oruga y plataforma de soporte

ANTECEDENTES

1. Campo:

- 5 La presente divulgación se refiere en general a estructuras de aeronave y, en particular, a la fabricación de estructuras de aeronave. Aún más particularmente, la presente divulgación se refiere a un método y aparato para fabricar estructuras de aeronave utilizando un robot oruga y una plataforma de soporte.

2. Antecedentes:

- 10 Se pueden fabricar y ensamblar varias partes para formar diferentes estructuras de aeronave para una aeronave. Por ejemplo, sin limitación, costillas, larguerillos y largueros pueden ensamblarse juntos para formar una estructura de ala para un ala de una aeronave. Los paneles para revestimiento resistentes se pueden colocar sobre la estructura del ala y fijarse a la estructura para formar el ala. El montaje de una estructura de aeronave puede incluir, por ejemplo, sin limitación, la perforación de uno o más orificios a través de múltiples partes e instalación de pasadores a través de estos orificios para asegurar las partes entre sí.
- 15 Algunos métodos disponibles actualmente para perforar orificios en el montaje final de una estructura de aeronave pueden ser manuales y requerir operadores humanos, tales como mecánicos de aeronaves. En algunos casos, estos mecánicos de aeronaves pueden necesitar estar situados en áreas de difícil acceso alrededor o en la estructura para realizar la perforación utilizando herramientas eléctricas de mano. Este tipo de procedimiento puede ser más tedioso, exigente y lento de lo deseado.
- 20 Otros métodos disponibles actualmente pueden utilizar sistemas de perforación automatizados para realizar operaciones de perforación. Sin embargo, algunos de estos sistemas de perforación automatizados pueden ser más grandes y más pesados de lo deseado. El tamaño más grande de estos sistemas de perforación automatizados puede hacer que el movimiento de los mecánicos de aeronave dentro y alrededor de la zona en la que estos sistemas se ubican sea más difícil de lo deseado, especialmente mientras los sistemas de perforación automatizados están en uso.
- 25 En consecuencia, estos mecánicos de aeronave pueden ser incapaces de realizar otras tareas u operaciones hasta que se hayan completado las operaciones de perforación para un área determinada. Estos retrasos pueden aumentar el tiempo total requerido para el montaje de una estructura de aeronave más de lo deseado. Por tanto, sería deseable tener un método y aparato que tuviera en cuenta al menos algunas de las cuestiones discutidas anteriormente, así como otras cuestiones posibles.
- 30 El documento WO2010/018340A2 afirma: "La invención se refiere a un sistema de perforación, especialmente para dos conjuntos en los que está montado el sistema. El sistema permite la perforación de orificios a través de una zona de solapamiento, realizada por medio de una herramienta de perforación que se extiende a través de una abertura de bloqueo proporcionada en un soporte de herramienta del sistema de perforación, incluyendo la herramienta de perforación un mandril de cojinete y un anillo expandible que se ajusta estrechamente al mandril a lo largo de una superficie de contacto afilada. Según la invención, se aplica un movimiento relativo entre el anillo expandible y el mandril para provocar, después de bloquear el anillo en la abertura de bloqueo, un movimiento del mandril del cojinete contra la zona de solapamiento, a través de la abertura de bloqueo, y en la dirección de dicha zona de solapamiento para ejercer presión sobre este último moviendo dicha herramienta de perforación en relación con dicho soporte de herramienta a través de una conexión deslizante.

40 SUMARIO

- En resumen, se proporciona un aparato que comprende un sistema de orugas y un robot oruga, comprendiendo el robot oruga: un primer sistema de movimiento configurado para mover el robot oruga y el sistema de orugas a lo largo de una superficie no plana, en el que el sistema de orugas es un sistema de orugas flexible configurado para flexionarse para ajustarse sustancialmente a un contorno de la superficie; y un segundo sistema de movimiento configurado para mover el robot oruga a lo largo del sistema de orugas en la superficie, en el que: el primer sistema de movimiento puede moverse entre un estado extendido y un estado retraído; cuando el primer sistema de movimiento está en estado extendido, el sistema de orugas no se extiende por debajo del primer sistema de movimiento; cuando el primer sistema de movimiento está en estado retraído, el sistema de orugas se extiende al mismo nivel que el primer sistema de movimiento o por debajo del primer sistema de movimiento; y el aparato se dispone para mover el robot oruga y el sistema de orugas flexible a lo largo de la superficie no plana hasta dentro de la zona seleccionada que utiliza el primer sistema de movimiento en el estado extendido.

- También se proporciona un método para instalar un pasador en una superficie no plana de una estructura que utiliza el aparato, comprendiendo el método mover el robot oruga y el sistema de orugas a lo largo de la superficie para colocar el robot oruga dentro de una zona seleccionada en la superficie; adherir el sistema de orugas a la superficie; mover el robot oruga en relación con el sistema de orugas para mover con precisión el robot oruga a una posición deseada dentro de la zona seleccionada; e instalar el pasador, en el que mover el robot oruga y el sistema de orugas a lo largo

de la superficie comprende: colocar el robot oruga en la superficie no plana con el primer sistema de movimiento del robot oruga en el estado extendido; mover el robot oruga y el sistema de orugas flexible a lo largo de la superficie no plana hacia dentro de la zona seleccionada que utiliza el primer sistema de movimiento en el estado extendido; y mover el primer sistema de movimiento en un estado retraído para colocar el sistema de orugas en contacto con la superficie.

5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

En las reivindicaciones adjuntas se exponen las características novedosas que se creen características de las realizaciones ilustrativas. Las realizaciones ilustrativas, sin embargo, así como un modo preferido de uso, objetivos adicionales y rasgos de los mismos, se entenderán mejor en relación con la siguiente descripción detallada de una realización ilustrativa de la presente divulgación cuando se lea conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los que:

- 10 la figura 1 es una ilustración de una aeronave en la que puede implementarse una realización ilustrativa;
- la figura 2 es una ilustración de un diagrama de bloques de un entorno de fabricación de acuerdo con una realización ilustrativa;
- la figura 3 es una ilustración de una vista isométrica de un robot oruga con ruedas extendidas y una oruga de acuerdo con una realización ilustrativa;
- 15 la figura 4 es una ilustración de una vista frontal de un robot oruga con ruedas extendidas y un sistema de oruga de acuerdo con una realización ilustrativa;
- la figura 5 es una ilustración de una vista lateral de un robot oruga con ruedas extendidas y un sistema de oruga de acuerdo con una realización ilustrativa;
- 20 la figura 6 es una ilustración de una vista frontal de un robot oruga con ruedas retraídas y un sistema de oruga de acuerdo con una realización ilustrativa;
- la figura 7 es una ilustración de una vista lateral de un robot oruga con ruedas retraídas y un sistema de oruga de acuerdo con una realización ilustrativa;
- la figura 8 es una ilustración de una vista superior de un robot oruga y un sistema de oruga de acuerdo con una realización ilustrativa;
- 25 la figura 9 es una ilustración de una vista superior de una plataforma de acuerdo con una realización ilustrativa;
- la figura 10 es una ilustración de una vista isométrica de una plataforma de acuerdo con una realización ilustrativa;
- la figura 11 es una ilustración de una vista isométrica de una plataforma y un robot oruga sobre una superficie de una estructura de acuerdo con una realización ilustrativa;
- 30 la figura 12 es una ilustración de un diagrama de flujo de un procedimiento para hacer funcionar un robot oruga de acuerdo con una realización ilustrativa;
- la figura 13 es una ilustración de un diagrama de flujo de un procedimiento para gestionar un robot oruga y un sistema de oruga que utiliza una plataforma móvil de acuerdo con una realización ilustrativa;
- la figura 14 es una ilustración de un diagrama de flujo de un procedimiento para hacer funcionar una plataforma móvil de acuerdo con una realización ilustrativa;
- 35 la figura 15 es una ilustración de un diagrama de flujo de un procedimiento para situar un robot oruga en relación con una superficie de acuerdo con una realización ilustrativa;
- la figura 16 es una ilustración de un método de fabricación y servicio de aeronave en forma de un diagrama de bloques de acuerdo con una realización ilustrativa; y
- 40 la figura 17 es una ilustración de una aeronave en forma de diagrama de bloques en el que se puede implementar una realización ilustrativa.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

- 45 Las realizaciones ilustrativas reconocen y toman en cuenta una o más consideraciones diferentes. Por ejemplo, las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que puede ser deseable tener otras funcionalidades, además de las funciones de perforación, en un robot oruga. En particular, las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que puede ser deseable tener funcionalidad de metrología, funcionalidad de inspección, funcionalidad de inserción de pasadores, o alguna combinación de las mismas, además de la funcionalidad de perforación en un robot oruga.

Además, las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que puede ser deseable tener una plataforma móvil capaz de soportar un robot oruga a través de toda el ala de una aeronave. Las realizaciones ilustrativas reconocen y

tienen en cuenta que puede ser deseable tener una plataforma móvil capaz de situar un robot oruga de manera que las varias herramientas sobre el robot oruga utilizadas para proporcionar las diferentes funcionalidades del robot oruga pueden situarse con un nivel de precisión deseado. Por tanto, las realizaciones ilustrativas proporcionan un robot oruga que tiene múltiples funcionalidades y un sistema de oruga para su uso al mover el robot oruga.

5 Con referencia ahora a las figuras y, en particular, con referencia a la figura 1, se representa una ilustración de una aeronave en la que se puede implementar una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, la aeronave 100 se fabrica en el entorno 101 de fabricación. Como se representa, la aeronave 100 puede tener ala 102 y ala 104 acoplada al cuerpo 106. La aeronave 100 puede incluir un motor 108 acoplado al ala 102.

10 El cuerpo 106 puede tener sección 112 de cola. El estabilizador 114 horizontal, el estabilizador 116 horizontal y el estabilizador 118 vertical se pueden unir a la sección 112 de cola del cuerpo 106.

15 Como se representa, la plataforma 120 puede situarse junto al ala 104. El robot 122 oruga puede situarse en el panel 124 para revestimiento resistente del ala 104. La plataforma 120 puede soportar el robot 122 oruga proporcionando utilidades al robot 122 oruga. En algunos ejemplos ilustrativos, la plataforma 120 puede ser una plataforma móvil. El robot 122 oruga puede desplazarse a lo largo de panel 124 para revestimiento resistente. El robot 122 oruga puede formar orificios 126 en panel 124 para revestimiento resistente del ala 104.

20 Esta ilustración de la aeronave 100 se proporciona con fines de ilustrar un entorno en el que puedan implementarse las diferentes realizaciones ilustrativas. La ilustración de la aeronave 100 en la figura 1 no pretende implicar limitaciones arquitectónicas a la manera en que pueden implementarse diferentes realizaciones ilustrativas. Por ejemplo, la aeronave 100 se muestra como una aeronave comercial de pasajeros. Las diferentes realizaciones ilustrativas pueden aplicarse a otros tipos de aeronaves, tales como aviones privados de pasajeros, un giroavión y otros tipos de aeronaves adecuados.

25 Pasando ahora a la figura 2, se representa una ilustración de un diagrama de bloques de un entorno de fabricación de acuerdo con una realización ilustrativa. El entorno 101 de fabricación en la figura 1 es un ejemplo de una implementación del entorno 200 de fabricación en la figura 2. El entorno 200 de fabricación incluye un sistema 201 de fabricación flexible. El sistema 201 de fabricación flexible puede utilizarse para ensamblar componentes para formar el producto 203. El producto 203 puede adoptar la forma, por ejemplo, sin limitación, de un ala, un fuselaje, una superficie de control para un vehículo aeroespacial, un marco, un casco de un buque o algún otro tipo de producto.

30 El sistema 201 de fabricación flexible puede incluir mecanizado 205 autónomo, que puede incluir una pluralidad de sistemas 207 de herramientas autónomos. En este ejemplo ilustrativo, el sistema 209 de herramientas autónomo puede ser un ejemplo de una pluralidad de sistemas 207 de herramientas autónomos. El sistema 209 de herramientas autónomo podrá ser cualquier sistema de herramientas configurado para realizar una o más operaciones en las que el sistema de herramientas pueda ser móvil. En algunos ejemplos ilustrativos, el sistema 209 de herramientas autónomo puede ser al menos parcialmente autónomo o totalmente autónomo.

35 El sistema 209 de herramientas autónomo puede incluir un número de dispositivos configurados para realizar operaciones de fabricación en este ejemplo ilustrativo. En particular, cada uno del número de dispositivos puede utilizarse para realizar una o más operaciones diferentes. Por ejemplo, un sistema de herramientas autónomo en pluralidad de sistemas 207 de herramientas autónomos puede incluir al menos uno de sistema 220 de perforación, sistema 222 de inspección, sistema 224 de pasador, o algún otro tipo de dispositivo para realizar operaciones de fabricación. Este otro dispositivo puede adoptar la forma, por ejemplo, sin limitación, un sistema de sellado, un sistema de limpieza o algún otro tipo de dispositivo adecuado configurado para realizar operaciones de fabricación.

45 Como se utiliza en el presente documento, la frase "al menos uno de", cuando se utiliza con una lista de elementos, significa que pueden utilizarse diferentes combinaciones de uno o más de los elementos enumerados y sólo puede necesitarse uno de los elementos de la lista. El elemento puede ser una estructura, cosa, acción, procedimiento o categoría particular. En otras palabras, "al menos uno de" significa cualquier combinación de elementos o número de elementos que pueden utilizarse de la lista, pero no todos los elementos de la lista pueden ser necesarios.

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

50 En algunos ejemplos ilustrativos, el sistema 209 de herramientas autónomo puede tener una única funcionalidad. Sin embargo, en otros ejemplos ilustrativos, el sistema 209 de herramientas autónomo puede tener múltiples funcionalidades. Dependiendo de la implementación, el sistema 209 de herramientas autónomo puede estar compuesto de múltiples herramientas implementadas en un solo robot, sistema o dispositivo.

55 En un ejemplo ilustrativo, el sistema 209 de herramientas autónomo puede adoptar la forma de vehículo guiado automatizado (AGV) 211. El vehículo guiado automatizado 211 puede adoptar la forma de un robot móvil parcialmente autónomo o totalmente autónomo. Como un ejemplo ilustrativo, el sistema 209 de herramientas autónomo puede ser un vehículo 211 guiado automatizado en forma de robot 208 oruga que tiene múltiples funcionalidades proporcionadas por

múltiples herramientas. En otros ejemplos ilustrativos, el robot 208 oruga puede estar considerado como que tiene múltiples herramientas autónomas como parte del robot 208 oruga.

El robot 208 oruga puede utilizarse para realizar operaciones en la estructura 206. En algunos ejemplos ilustrativos, puede hacerse referencia a la estructura 206 como un objeto. La estructura 206 puede ser el producto 203 durante cualquiera de un número de etapas de fabricación del producto 203. De esta manera, la estructura 206 puede ser uno o más componentes utilizados para formar el producto 203, un producto 203 parcialmente completado o un producto 203 completamente completado. En algunos casos, cuando el número de etapas incluye múltiples etapas, la estructura 206 puede cambiar de una etapa a la siguiente etapa del procedimiento de fabricación.

En un ejemplo ilustrativo, la estructura 206 puede ser uno de los componentes utilizados para formar el producto 203. La estructura 206 puede estar unida a otra estructura durante el montaje del producto 203 fijando la estructura 206 a esta otra estructura. Puede utilizarse cualquier número de pasadores para sujetar la estructura 206 a esta otra estructura. Como un ejemplo ilustrativo, el pasador 240 puede utilizarse para unir la estructura 206 a otra estructura situada debajo de la estructura 206. La instalación del pasador 240 puede requerir que el orificio 202 primero se forme en la superficie 204 de la estructura 206.

El robot 208 oruga puede utilizarse para perforar el orificio 202 en la superficie 204 de la estructura 206, inspeccionar el orificio 202, e instalar el pasador 240 en el orificio 202. De esta manera, el robot 208 oruga puede proporcionar múltiples funcionalidades.

El robot 208 oruga puede utilizar un sistema 210 de oruga en mecanizado 205 autónomo para moverse a lo largo de la superficie 204 de la estructura 206. El sistema 210 de oruga pueden asociarse con el robot 208 oruga a un lado del robot 208 oruga configurado para situarse con respecto a la superficie 204 de la estructura 206.

Como se utiliza en el presente documento, cuando un componente está "asociado" con otro componente, la asociación es una asociación física en los ejemplos representados. Por ejemplo, un primer componente, como el sistema 210 de oruga, puede considerarse asociado a un segundo componente, tal como el robot 208 oruga, estando al menos uno asegurado al segundo componente, unido al segundo componente, montado en el segundo componente, soldado al segundo componente, fijado al segundo componente, acoplado al segundo componente, o conectado al segundo componente de alguna otra manera adecuada. El primer componente también puede estar conectado al segundo componente utilizando un tercer componente. Además, se puede considerar que el primer componente está asociado con el segundo componente estando formado como parte del segundo componente, una extensión del segundo componente, o ambos.

El sistema 210 de oruga puede estar separado del robot 208 oruga en este ejemplo ilustrativo. Sin embargo, en otros ejemplos ilustrativos, el sistema 210 de oruga puede considerarse parte del robot 208 oruga.

Como se representa, el robot 208 oruga puede tener un primer sistema 214 de movimiento, segundo sistema 216 de movimiento, y sistema 218 de posicionamiento. Además, el robot 208 oruga puede tener un conjunto de herramientas que incluye un sistema 220 de perforación, sistema 222 de inspección y sistema 224 de pasador.

El robot 208 oruga se puede mover utilizando al menos uno de primer sistema 214 de movimiento o segundo sistema 216 de movimiento. Por ejemplo, el robot 208 oruga puede situarse y moverse en la superficie 204 de una ubicación en la superficie 204 a otra ubicación en la superficie 204 utilizando una del primer sistema 214 de movimiento o segundo sistema 216 de movimiento.

Como se utiliza en el presente documento, "posicionar" un elemento, tal como situar un robot 208 oruga, puede incluir mover el elemento de manera que el elemento tiene una ubicación particular, una orientación particular, o ambas. De esta manera, una posición puede incluir al menos una de una ubicación o una orientación. Una ubicación puede ser una ubicación con respecto a un sistema de coordenadas. El sistema de coordenadas puede ser un sistema de coordenadas bidimensional o un sistema de coordenadas tridimensional, dependiendo de la implementación.

El primer sistema 214 de movimiento puede configurarse para mover el robot 208 oruga y el sistema 210 de oruga juntos a lo largo de la superficie 204. El primer sistema 214 de movimiento puede moverse entre el estado 215 extendido y el estado 217 retraído. Cuando el primer sistema 214 de movimiento está en estado 215 extendido, el sistema 210 de oruga no puede extenderse por debajo del primer sistema 214 de movimiento. Cuando el primer sistema 214 de movimiento está en estado 215 extendido, el sistema 210 de oruga puede levantarse y puede ser incapaz de entrar en contacto con la superficie 204. Cuando el primer sistema 214 de movimiento está en estado 217 retraído, el sistema 210 de oruga puede extenderse al mismo nivel que el primer sistema 214 de movimiento o por debajo del primer sistema 214 de movimiento. Cuando el primer sistema 214 de movimiento está en estado 217 retraído, el sistema 210 de oruga no puede levantarse y puede ser capaz de entrar en contacto con la superficie 204.

En este ejemplo ilustrativo, el primer sistema 214 de movimiento puede tener ruedas 226 retráctiles. Cuando el robot 208 oruga y el sistema 210 de oruga se colocan sobre la superficie 204, las ruedas 226 retráctiles pueden moverse entre estar completamente extendidas y completamente retraídas para mover el primer sistema 214 de movimiento entre estado 215 extendido y estado 217 retraído, respectivamente. De esta manera, el primer sistema 214 de movimiento puede extenderse extendiendo ruedas 226 retráctiles y retraerse retrayendo ruedas 226 retráctiles.

5 Cuando las ruedas 226 retráctiles están completamente extendidas, el primer sistema 214 de movimiento puede estar en estado 215 extendido y las ruedas 226 retráctiles pueden entrar en contacto con la superficie 204, pero el sistema 210 de oruga no puede entrar en contacto con la superficie 204. Sin embargo, cuando las ruedas 226 retráctiles están totalmente retraídas, el primer sistema 214 de movimiento puede estar en estado 217 retraído y el sistema 210 de oruga puede entrar en contacto con la superficie 204, pero las ruedas 226 retráctiles no pueden entrar en contacto con la superficie 204.

10 En un ejemplo ilustrativo, el robot 208 oruga y el sistema 210 de oruga pueden situarse dentro de la primera zona 231 de la superficie 204 de la estructura 206 con ruedas 226 retráctiles totalmente retraídas de manera que el sistema 210 de oruga está en contacto con la superficie 204. Las ruedas 226 retráctiles pueden extenderse para levantar el sistema 210 de oruga lejos de la superficie 204. Con el sistema 210 de oruga levantado de la superficie 204, el primer sistema 214 de movimiento puede mover el robot 208 oruga y el sistema 210 de oruga a lo largo de la superficie 204 lejos de primera zona 231 sin provocar ningunos efectos indeseados sobre la superficie 204.

15 Por ejemplo, el robot 208 oruga y el sistema 210 de oruga pueden moverse o conducirse de la primera zona 231 a la segunda zona 232. En otros ejemplos ilustrativos, el primer sistema 214 de movimiento puede mover el robot 208 oruga y el sistema 210 de oruga puede moverse o conducirse de la segunda zona 232 de vuelta a la primera zona 231 o a alguna otra zona. De esta manera, el primer sistema 214 de movimiento puede mover el robot 208 oruga y el sistema 210 de oruga de una zona a otra zona en la superficie 204. En otras palabras, el primer sistema 214 de movimiento puede mover el robot 208 oruga y el sistema 210 de oruga de una ubicación aproximada a otra ubicación aproximada.

20 Después de mover el robot 208 oruga y el sistema 210 de oruga a una segunda zona 232, las ruedas 226 retráctiles puede retraerse de manera que el sistema 210 de oruga se mueve hacia la superficie 204 y se coloca en la superficie 204. Una vez colocado el sistema 210 de oruga en la superficie 204, el sistema 210 de oruga puede acoplarse a la superficie 204.

25 El acoplamiento del sistema 210 de oruga a la superficie 204 puede incluir la adhesión, conexión, sujeción o fijación de alguna otra manera, del sistema 210 de oruga a la superficie 204. En un ejemplo ilustrativo, el sistema 210 de oruga puede acoplarse a la superficie 204 utilizando ventosas 228. Las ventosas 228 pueden mantener el sistema 210 de oruga en una posición sustancialmente fija dentro de la segunda zona 232 en la superficie 204. Las ruedas 226 retráctiles pueden retraerse lo suficientemente lejos como para aplicar la fuerza suficiente para provocar que las ventosas 228 se fijen a la superficie 204. Sin embargo, una fuerza suficiente en la dirección opuesta puede despegar las ventosas 228 de la superficie 204 para desacoplar el sistema 210 de oruga de la superficie 204. De esta manera, el sistema 210 de oruga puede acoplarse de manera extraíble a la superficie 204.

30 En algunos ejemplos ilustrativos, el sistema 210 de oruga puede tener la forma de un sistema 229 de oruga flexible. El sistema 229 de oruga flexible permite al sistema 210 de oruga conformar sustancialmente la superficie 204 cuando la superficie 204 adopta la forma de superficie 230 no plana. El sistema 229 de oruga flexible puede moverse o doblarse de manera que sistema 229 de oruga flexible puede conformar el contorno 275 de la superficie 204, incluso cuando la superficie 204 es superficie 230 no plana. También puede hacerse referencia al sistema 229 de oruga flexible como un sistema de oruga flexible o de oruga flexible en algunos casos.

35 Dependiendo de la implementación, el robot 208 oruga y sistema 210 de oruga pueden moverse a varias ubicaciones en la estructura 206 utilizando el primer sistema 214 de movimiento. El robot 208 oruga puede utilizarse para realizar diferentes tipos de operaciones en estas ubicaciones diferentes en la estructura 206. El primer sistema 214 de movimiento puede permitir al robot 208 oruga realizar funciones a lo largo de sustancialmente una totalidad de la superficie 204 de la estructura 206.

40 El segundo sistema 216 de movimiento puede configurarse para mover al robot 208 oruga en relación con el sistema 210 de oruga en la superficie 204. El segundo sistema 216 de movimiento puede incluir ruedas 234. Como un ejemplo ilustrativo, cuando el robot 208 oruga y el sistema 210 de oruga están situados dentro de la primera zona 231, el robot 208 oruga puede moverse a lo largo del sistema 210 de oruga para situarse sobre ubicaciones dentro de la primera zona 231 de la superficie 204. El robot 208 oruga puede realizar una o más operaciones en cada una de estas ubicaciones dentro de la primera zona 231 de la superficie 204 después de que el robot 208 oruga esté situado sobre cada ubicación.

45 En algunos ejemplos ilustrativos, el primer sistema 214 de movimiento puede utilizarse para colocar aproximadamente el robot 208 oruga con respecto a la superficie 204. En particular, el primer sistema 214 de movimiento puede permitir que el robot 208 oruga se sitúe aproximadamente dentro de alguna zona o en alguna ubicación de la superficie 204. En estos ejemplos, el segundo sistema 216 de movimiento puede considerarse que proporciona un nivel más preciso de posicionamiento para el robot 208 oruga con respecto a la superficie 204 en comparación con el primer sistema 214 de movimiento. En otras palabras, el primer sistema 214 de movimiento puede permitir un movimiento y posicionamiento aproximados con respecto a la superficie 204, mientras que el segundo sistema 216 de movimiento puede permitir un movimiento y posicionamiento más precisos del robot 208 oruga con respecto a la superficie 204.

50 Cuando el robot 208 oruga se mueve a una posición particular en la superficie 204 utilizando al menos una del primer sistema 214 de movimiento o el segundo sistema 216 de movimiento, la posición del robot 208 oruga puede identificarse

utilizando un sistema 218 de posicionamiento de robot 208 oruga. La identificación de la posición puede utilizarse para, por ejemplo, verificar la posición.

5 Por ejemplo, después de moverse a una posición en la superficie 204 por el primer sistema 214 de movimiento, el robot 208 oruga puede utilizar el sistema 218 de posicionamiento para determinar si el robot 208 oruga está dentro de las tolerancias seleccionadas de la posición 239 deseada en la superficie 204 antes de retraer las ruedas 226 retráctiles y situar el sistema 210 de oruga en la superficie 204. Si el robot 208 oruga está en la posición 239 deseada en la superficie 204, pueden retraerse las ruedas 226 retráctiles. Si robot 208 oruga no está en la posición 239 deseada en la superficie 204, el robot 208 oruga y el sistema 210 de oruga se pueden mover a una nueva posición utilizando el primer sistema 214 de movimiento y el sistema 218 de posicionamiento puede utilizarse entonces para verificar que la nueva posición se encuentra dentro de las tolerancias seleccionadas de la posición 239 deseada.

10 En algunos ejemplos ilustrativos, la posición 219 en la superficie 204 de robot 208 oruga puede verificarse utilizando un sistema 218 de posicionamiento antes de que se realice un funcionamiento en la posición 219. Por ejemplo, cuando el robot 208 oruga se mueve a lo largo del sistema 210 de oruga a la posición 219 en la superficie 204 para realizar un determinado funcionamiento 221, el sistema 218 de posicionamiento puede utilizarse para verificar que la posición 219 del robot 208 oruga se encuentra dentro de las tolerancias seleccionadas de alguna posición 239 seleccionada o deseada para realizar ese funcionamiento 221 particular. Si el robot 208 oruga está dentro de las tolerancias seleccionadas de posición 239 deseada, el robot 208 oruga puede comenzar a realizar el funcionamiento. De lo contrario, puede ser necesario mover el robot 208 oruga a lo largo del sistema 210 de oruga para ajustar la posición del robot 208 oruga con respecto a la superficie 204.

15 En un ejemplo ilustrativo, el sistema 218 de posicionamiento puede configurarse para identificar la posición 239 deseada del robot 208 oruga en la superficie 204 basándose en el dispositivo 235 de índice de la superficie 204. El dispositivo 235 de índice puede incluir, por ejemplo, sin limitación, características superficiales, salientes superficiales, etiquetas, marcas, características pintadas, características iluminadas, puntos láser, o alguna combinación de los mismos.

20 En otros ejemplos ilustrativos, el sistema 218 de posicionamiento puede comunicarse con el sistema 236 de metrología de soporte 212 de oruga para identificar una posición de robot 208 oruga. En algunos ejemplos ilustrativos, el sistema 236 de metrología puede ser parte del sistema 218 de posicionamiento y utilizarse para verificar la posición del robot 208 oruga. El sistema 236 de metrología puede comprender al menos uno de un sistema de posicionamiento global de interior (iGPS), un sistema de posicionamiento óptico, un sistema de posicionamiento de radiofrecuencia, un sistema acústico de posicionamiento, un sistema de seguimiento láser, un sistema de visión, un sistema de captura de movimiento, un sistema de radar láser, o un sistema de fotogrametría, dependiendo de la implementación.

25 Una vez que el robot 208 oruga y el sistema 210 de oruga están situados en la posición 239 deseada con respecto a la superficie 204, el robot 208 oruga puede realizar funciones, u operaciones, en la superficie 204. El robot 208 oruga puede utilizar, por ejemplo, sin limitación, un sistema 220 de perforación, sistema 222 de inspección y sistema 224 de pasador para realizar operaciones.

30 En un ejemplo ilustrativo, el robot 208 oruga y el sistema 210 de oruga pueden utilizar un sistema 220 de perforación para perforar un orificio 202 en una posición dentro de la primera zona 231 de la superficie 204. Dependiendo de la implementación, el orificio 202 puede tener la forma de un orificio cilíndrico, un orificio cónico, un orificio avellanado, un orificio escariado o algún otro tipo de orificio 202.

35 El sistema 220 de perforación puede incluir portaherramientas 237 intercambiable. El portaherramientas 237 intercambiable puede extraerse para colocar un portaherramientas diferente en el sistema 220 de perforación. Pueden situarse diferentes portaherramientas en el sistema 220 de perforación de manera que pueden utilizarse diferentes herramientas de perforación. De esta manera, se puede cambiar un diámetro de orificio 202 si es necesario. Por ejemplo, el portaherramientas 237 intercambiable puede sustituirse por un portaherramientas de perforación configurado para mantener una herramienta de perforación de menor diámetro de manera que el orificio 202 tiene un diámetro menor. En otro ejemplo, el portaherramientas 237 intercambiable puede sustituirse por un portaherramientas de mayor diámetro de manera que el orificio 202 tiene un diámetro mayor.

40 Perforar orificios en la estructura 206 y/u otras estructuras o partes utilizadas para formar el producto 203 puede considerarse un camino de procedimiento crítico. Por ejemplo, sin limitación, factores tales como la colocación, el tamaño y la orientación de estos orificios, así como otros factores, pueden ser importantes para asegurar que las diferentes estructuras estén unidas entre sí dentro de las tolerancias seleccionadas. Por consiguiente, es posible que sea necesario inspeccionar los orificios perforados.

45 Después de perforar el orificio 202, el robot 208 oruga puede inspeccionar el orificio 202. El robot 208 oruga puede utilizar un sistema 222 de inspección para inspeccionar el orificio 202. En un ejemplo ilustrativo, el sistema 222 de inspección puede inspeccionar el diámetro del orificio 202. El sistema 222 de inspección puede inspeccionar el diámetro del orificio 202 utilizando, por ejemplo, sin limitación, sonda 238 intercambiable. En algunos ejemplos ilustrativos, la sonda 238 intercambiable puede insertarse en el orificio 202 para determinar si el orificio 202 tiene un diámetro deseado.

Dependiendo del tipo de orificio 202 formado, el sistema 222 de inspección puede utilizarse para inspeccionar otros parámetros de orificio 202. Por ejemplo, sin limitación, el sistema 222 de inspección puede utilizarse para inspeccionar al menos uno de un diámetro, una profundidad de avellanado, un diámetro de avellanado, una longitud mínima de barra, o algún otro parámetro para el orificio 202.

5 La sonda 238 intercambiable puede extraerse para colocar una sonda diferente en el sistema 222 de inspección. Se pueden colocar diferentes sondas en el sistema 222 de inspección para inspeccionar orificios de diferentes diámetros. En algunos ejemplos ilustrativos, la sonda 238 intercambiable puede sustituirse por una sonda más delgada para inspeccionar el orificio 202 que tiene un diámetro más pequeño. En algunos ejemplos ilustrativos, la sonda 238 intercambiable puede sustituirse por una sonda más gruesa para inspeccionar el orificio 202 que tiene un diámetro mayor.

10 Después de inspeccionar el orificio 202, el robot 208 oruga puede utilizar un sistema 224 de pasador para instalar el pasador 240 en el orificio 202. El pasador 240 puede utilizarse para unir la estructura 206 a otra estructura o parte situada debajo de la estructura 206. Por ejemplo, la estructura 206 puede ser un panel 124 para revestimiento resistente en la figura 1 y puede utilizarse un pasador 240 para unir la estructura 206 a la estructura subyacente del ala 104 en la figura 1.

15 El pasador 240 puede colocarse en el orificio 202 utilizando un sistema 224 de pasador. En algunos ejemplos ilustrativos, el sistema 224 de pasador puede acomodar varios diámetros de pasadores.

20 En este ejemplo ilustrativo, el robot 208 oruga puede tener un tercer sistema 225 de movimiento. Puede hacerse referencia al tercer sistema 225 de movimiento como un sistema de movimiento de dispositivos o un sistema de movimiento de herramientas en algunos ejemplos ilustrativos. El tercer sistema 225 de movimiento puede utilizarse para mover y, por lo tanto, posicionar de manera precisa, los uno o más dispositivos incluidos en el robot 208 oruga. Por ejemplo, sin limitación, el tercer sistema 225 de movimiento puede utilizarse para mover y posicionar de manera precisa cada uno del sistema 220 de perforación, el sistema 222 de inspección y el sistema 224 de pasador en relación con la posición 219 en la que debe realizarse el funcionamiento 221.

25 En un ejemplo ilustrativo, el tercer sistema 225 de movimiento puede utilizarse para mover y posicionar de manera precisa el portaherramientas 237 intercambiable y, en algunos casos, la herramienta de broca o broca que se sostiene por el portaherramientas 237 intercambiable, en relación con la posición 219 para realizar la perforación. Además, el tercer sistema 225 de movimiento puede utilizarse para mover y colocar de manera precisa la sonda 238 intercambiable con respecto a la posición 219 para realizar la inspección. Aún además, el tercer sistema 225 de movimiento puede utilizarse para mover y colocar de manera precisa el pasador 240 con respecto a la posición 219 para realizar la inserción del pasador.

30 El soporte 212 de oruga puede ser un sistema de varios componentes configurado para soportar el robot 208 oruga. El soporte 212 de oruga puede incluir al menos uno de plataforma 264 móvil, sistema 236 de metrología, interfaz 242 de oruga, brazo 244 de recogida y posición, sistema 246 de gestión de pasadores, almacenamiento 248, brazo 252 utilitario, carro 254 o interfaz 256 de operador. La interfaz 242 de oruga se puede configurar para interactuar con al menos uno de controlador 258 de robot 208 oruga, sistema 236 de metrología, brazo 244 de recogida y posición, sistema 246 de gestión de pasadores, brazo 252 utilitario, carro 254, o interfaz 256 de operador, dependiendo de la implementación.

35 El brazo 244 de recogida y posición puede estar presente en el soporte 212 de oruga. El brazo 244 de recogida y posición puede asociarse con la plataforma 264 móvil. El brazo 244 de recogida y posición puede configurarse para colocar al robot 208 oruga y al sistema 210 de oruga en la superficie 204 de la estructura 206. En particular, el brazo 244 de recogida y posición puede colocar el robot 208 oruga dentro de la zona 273 seleccionada en la superficie 204. En un ejemplo ilustrativo, la posición 239 deseada para el robot 208 oruga puede ser una posición seleccionada dentro de la zona 273 seleccionada. Por ejemplo, el brazo 244 de recogida y posición puede configurarse para recoger al robot 208 oruga y al sistema 210 de oruga de un suelo de entorno 200 de fabricación, una plataforma en el entorno 200 de fabricación, o alguna otra superficie en el entorno 200 de fabricación y colocar al robot 208 oruga y al sistema 210 de oruga en la superficie 204. Del mismo modo, el brazo 244 de recogida y posición puede estar configurado para levantar el robot 208 oruga y el sistema 210 de oruga fuera de la superficie 204 de la estructura 206.

40 El brazo 244 de recogida y posición sólo puede levantar al robot 208 oruga y al sistema 210 de oruga de la superficie 204 después de que todas las funciones deseadas se hayan realizado por el robot 208 oruga en la superficie 204. En algunos ejemplos ilustrativos, el brazo 244 de recogida y posición puede levantar al robot 208 oruga y al sistema 210 de oruga de la superficie 204 para reposicionar al robot 208 oruga y al sistema 210 de oruga a cierta distancia en la superficie 204 que puede no ser fácilmente accesible utilizando sólo el primer sistema 214 de movimiento. En otros ejemplos ilustrativos, el brazo 244 de recogida y posición puede levantar el robot 208 oruga y el sistema 210 de oruga de la superficie 204 para reposicionar al robot 208 oruga y al sistema 210 de oruga en la superficie 204, al reposicionar, utilizar el brazo 244 de recogida y posición llevaría menos tiempo que mover el robot 208 oruga y el sistema 210 de oruga utilizando el primer sistema 214 de movimiento.

Además, el brazo 244 de recogida y posición puede utilizarse para suministrar partes al robot 208 oruga mientras que el robot 208 oruga está en la superficie 204. En algunos ejemplos ilustrativos, el brazo 244 de recogida y posición puede utilizarse para reemplazar portaherramientas 237 intercambiable del sistema 220 de perforación, sonda 238 intercambiable del sistema 222 de inspección, o ambos.

5 Por ejemplo, el brazo 244 de recogida y posición puede eliminar el portaherramientas 237 intercambiable del sistema 220 de perforación del robot 208 oruga mientras el robot 208 oruga está en la superficie 204. El brazo 244 de recogida y posición puede colocar portaherramientas 237 intercambiable en el almacén 248 del soporte 212 de oruga. El brazo 244 de recogida y posición puede seleccionar diferentes portaherramientas 245 del almacén 248. El brazo 244 de recogida y posición puede posicionar este portaherramientas 245 en el sistema 220 de perforación del robot 208 oruga en la superficie 204 de la estructura 206.

10 Como otro ejemplo ilustrativo, el brazo 244 de recogida y posición puede eliminar la sonda 238 intercambiable del sistema 222 de inspección del robot 208 oruga mientras el robot 208 oruga está en la superficie 204. El brazo 244 de recogida y posición puede colocar la sonda 238 intercambiable en el almacén 248 del soporte 212 de oruga y luego seleccionar una sonda diferente del almacén 248. El brazo 244 de recogida y posición puede posicionar esta sonda diferente en el sistema 222 de inspección del robot 208 oruga en la superficie 204 de la estructura 206.

15 En algunos ejemplos ilustrativos, el brazo 244 de recogida y posición puede proporcionar pasador 240 al sistema 224 de pasador del robot 208 oruga en la superficie 204 de la estructura 206. El brazo 244 de recogida y posición puede recuperar el pasador 240 de, por ejemplo, el sistema 246 de gestión de pasadores, antes de proporcionar el pasador 240 al sistema 224 de pasador.

20 El sistema 246 de gestión de pasadores puede almacenar pasadores y otras partes para el sistema 224 de pasador. El sistema 246 de gestión de pasadores puede incluir el almacenamiento de varios diámetros diferentes y longitudes mínimas de barra de pasadores. El sistema 246 de gestión de pasadores también puede realizar otras funciones. Por ejemplo, el sistema 246 de gestión de pasadores puede realizar al menos uno de lavar pasadores para eliminar cualquier residuo no deseado, aplicar sellador a pasadores u otras acciones deseables.

25 El soporte 212 de oruga puede tener un brazo 252 utilitario. El brazo 252 utilitario puede mover los cables 255 utilitarios conectados al robot 208 oruga mientras el robot 208 oruga se mueve a lo largo de la superficie 204. Los cables 255 utilitarios pueden suministrar utilidades 257 al robot 208 oruga. Concretamente, los cables 255 utilitarios pueden suministrar utilidades 257 a al menos uno del sistema 222 de inspección, el sistema 224 de pasador, el sistema 220 de perforación o el sistema 218 de posicionamiento. Las utilidades 257 pueden incluir al menos uno de electricidad 259, suministro 260 de aire, comunicaciones 262 u otras utilidades deseables.

30 En algunos ejemplos ilustrativos, el soporte 212 de oruga puede incluir plataforma 264 móvil. La plataforma 264 móvil puede incluir sistema 266 de movimiento. El sistema 266 de movimiento puede incluir ruedas 268 y mecanismo 270 de bloqueo. Las ruedas 268 pueden utilizarse para posicionar la plataforma 264 móvil relativa a la estructura 206. El mecanismo 270 de bloqueo puede utilizarse para mantener la plataforma 264 móvil en una posición relativa a la estructura 206 mientras que el robot 208 oruga realiza funciones sobre la superficie 204 de la estructura 206.

35 El sistema 266 de movimiento de plataforma 264 móvil puede permitir que la plataforma 264 móvil se conduzca desde la primera posición 267 hasta la segunda posición 269. De esta manera, puede hacerse referencia a la plataforma 264 móvil como plataforma 265.

40 La plataforma 264 móvil puede proporcionar soporte al robot 208 oruga independientemente del tamaño o la forma de la estructura 206. En otras palabras, la plataforma 264 móvil puede proporcionar más flexibilidad en entorno 200 de fabricación que las plataformas que están permanentemente atadas o atornilladas al entorno 200 de fabricación.

45 En este ejemplo ilustrativo, la dirección 299 de conducción puede proporcionarse para componentes dentro del sistema 201 de fabricación flexible. Como ejemplo, la dirección 299 de conducción puede proporcionarse para el robot 208 oruga, la plataforma 264 móvil, y otros dispositivos móviles en el sistema 201 de fabricación flexible. La dirección 299 de conducción puede proporcionarse a medida que estos dispositivos se mueven a través del entorno 200 de fabricación.

La dirección 299 de conducción puede adoptar la forma de comandos, instrucciones, generación de caminos, cambiando físicamente la dirección del movimiento y otros métodos de orientación. En este ejemplo ilustrativo, la dirección 299 de conducción puede cambiar dinámicamente a medida que cambian las condiciones dentro del entorno 200 de fabricación.

50 La dirección 299 de conducción puede proporcionarse por al menos uno de un controlador a bordo, un controlador de sistema, un operador humano u otro dispositivo adecuado. Como ejemplo, un controlador de sistema puede enviar comandos para conducir el robot 208 oruga. En aún otro ejemplo, uno o más de operadores humanos pueden conducir la plataforma 264 móvil cambiando físicamente su dirección. En otros ejemplos ilustrativos, el robot 208 oruga, la plataforma 264 móvil, o ambos pueden conducirse por sí mismos, no bajo la dirección de un controlador.

55 La ilustración del entorno 200 de fabricación en la figura 2 no pretende implicar limitaciones físicas o arquitectónicas a la manera en que se puede implementar una realización ilustrativa. Pueden utilizarse otros componentes además o en

sustitución 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 combinarse, dividirse o combinarse y dividirse en diferentes bloques cuando se implementan en una realización ilustrativa.

5 Aunque primer sistema 214 de movimiento, el segundo sistema 216 de movimiento y el sistema 266 de movimiento se describen como que tienen ruedas 226 retráctiles, ruedas 234 y ruedas 268, respectivamente, estos sistemas de movimiento pueden implementarse utilizando cualquier número o tipo de dispositivos de movimiento. Por ejemplo, sin limitación, cada uno de estos sistemas de movimiento puede implementarse utilizando al menos uno de rodillos, deslizadores, cojinetes de aire, un sistema holónimo, un sistema de oruga, correderas, ruedas holónomas, ruedas mecanum, ruedas omni, ruedas poli, vías, u otro tipo de dispositivo de movimiento.

10 En un ejemplo ilustrativo, el sistema 266 de movimiento puede incluir un sistema de aire además de las ruedas 268 o en lugar de las mismas. El sistema de aire puede incluir, por ejemplo, sin limitación, cojinetes de aire que pueden utilizarse para formar cojines de aire que puedan utilizarse para mover plataforma 264 móvil. En algunos ejemplos ilustrativos, el mecanismo 270 de bloqueo puede no ser necesario. Más bien, la gravedad puede utilizarse para mantener la plataforma 264 móvil en su lugar. En otros ejemplos ilustrativos, un sistema de posicionamiento global de interior (iGPS) o algún otro tipo de sistema puede utilizarse para posicionar el robot 208 oruga en la superficie 204 en vez del sistema 218 de posicionamiento de robot 208 oruga.

15 En algunos ejemplos ilustrativos, el mecanizado 205 autónomo puede incluir un sistema 272 equilibrador, que también puede denominarse sistema de contrapeso. El sistema 272 equilibrador puede asociarse con al menos uno de un techo de entorno 200 de fabricación, soporte 212 de oruga, brazo 252 utilitario, plataforma 264 móvil o brazo 244 de recogida y posición, dependiendo de la implementación. El sistema 272 equilibrador puede utilizarse para equilibrar el peso del robot 208 oruga para reducir las cargas no deseadas colocadas en la estructura 206 por el robot 208 oruga. El sistema 272 equilibrador puede utilizar, por ejemplo, sin limitación, un elemento con contrapeso menor o sustancialmente igual

20 El sistema 272 equilibrador puede tomar la forma de un cable con un extremo conectado al robot 208 oruga y el otro extremo sobre una polea unida a alguna estructura superior, tal como un techo del entorno de fabricación o brazo 244 de recogida y posición. En otro ejemplo ilustrativo, el sistema 272 equilibrador puede adoptar la forma de un brazo asociado con el soporte 212 de oruga que tiene un elemento con contrapeso menor o sustancialmente igual en peso al robot 208 oruga adjunto.

25 Por supuesto, en otros ejemplos ilustrativos, el sistema 272 equilibrador puede implementarse de alguna otra manera que permita equilibrar el peso del robot 208 oruga para reducir las cargas no deseadas colocadas en la estructura 206 por el robot 208 oruga. De esta manera, el sistema 272 equilibrador puede tomar un número de formas diferentes. Por ejemplo, sin limitación, el sistema 272 equilibrador puede incluir cualquier número de cables, cadenas, dispositivos de poleas, cojinetes, ruedas, ganchos, pesos u otros tipos de elementos o dispositivos.

30 En otros ejemplos ilustrativos, el soporte 212 de oruga puede utilizarse para soportar un sistema 209 de herramientas autónomo que tiene alguna otra forma que el robot 208 oruga. En estos ejemplos, puede hacerse referencia al soporte 212 de oruga como soporte 271 del sistema de herramientas autónomo.

35 Pasando ahora a la figura 3, se muestra una ilustración de una vista isométrica de un robot oruga con ruedas extendidas y se representa una oruga de acuerdo con una realización ilustrativa. El robot 300 oruga puede ser una implementación física del robot 208 oruga mostrado en forma de bloque en la figura 2. El robot 300 oruga puede ser un ejemplo de un robot oruga trabajando en una aeronave como el robot 122 oruga en la aeronave 100 de la figura 1.

40 El robot 300 oruga puede asociarse con el sistema 302 de oruga. El robot 300 oruga puede situarse en la superficie 303 de la estructura 304. El robot 300 oruga puede incluir primer un sistema 305 de movimiento configurado para mover el robot 300 oruga y el sistema 302 de oruga a lo largo de la superficie 303 de la estructura 304. El primer sistema 305 de movimiento puede ser un ejemplo de una implementación para el primer sistema 214 de movimiento en la figura 2.

45 El primer sistema 305 de movimiento puede incluir una rueda 306, una rueda 308, una rueda 310, y una cuarta rueda no visible en esta vista. Cada una de estas ruedas puede ser retráctil en este ejemplo ilustrativo. De esta manera, la rueda 306, la rueda 308, la rueda 310 y la cuarta rueda (no mostrada) pueden ser un ejemplo de una implementación para ruedas 226 retráctiles en la figura 2. Por ejemplo, el primer sistema 305 de movimiento puede incluir un sistema 312 de extensión y un sistema 314 de extensión para extender y retraer la rueda 306 y la rueda 308. El primer sistema 305 de movimiento puede incluir también dos sistemas de extensión (no mostrados en este punto de vista) para extender y

50 retraer la rueda 310 y la cuarta rueda (no mostrada en esta vista).
 Como se representa, para mover el robot 300 oruga y el sistema 302 de oruga a lo largo de la superficie 303 de la estructura 304, el sistema 312 de extensión y el sistema 314 de extensión pueden extender la rueda 306 y la rueda 308. Cuando la rueda 306 y la rueda 308 extendidas, el robot 300 oruga puede levantar el sistema 302 de oruga de la superficie 303 de la estructura 304. Con el sistema 302 de oruga levantado, la rueda 306 y la rueda 308 pueden utilizarse para mover el robot 300 oruga y el sistema 302 de oruga a lo largo de la superficie 303 de la estructura 304. De esta manera, el robot 300 oruga y el sistema 302 de oruga pueden moverse a lo largo de la superficie 303 de la estructura 304 sin sistema 302 de oruga sin provocar efectos no deseados sobre la superficie 303.

El sistema 302 de oruga puede incluir la oruga 316 y la oruga 318. Como se ilustra, la oruga 316 y la oruga 318 pueden elevarse por encima de la superficie 303 de la estructura 304 cuando las ruedas 306 y 308 están completamente extendidas.

5 El robot 300 oruga también puede incluir un sistema 322 de perforación, un sistema 324 de inspección, un sistema 326 de posicionamiento y un sistema 328 de pasador. El sistema 322 de perforación, el sistema 324 de inspección, el sistema 326 de posicionamiento y el sistema 328 de pasador pueden ser ejemplos de implementaciones físicas para el sistema 220 de perforación, el sistema 222 de inspección, el sistema 218 de posicionamiento y el sistema 224 de pasador, respectivamente, en la figura 2.

10 Robot 300 oruga puede utilizar el sistema 322 de perforación para perforar un orificio en la superficie 303 de la estructura 304. En algunos ejemplos ilustrativos, el sistema 322 de perforación puede incluir un portaherramientas intercambiable, tal como el portaherramientas 237 intercambiable descrito en la figura 2. El robot 300 oruga puede utilizar el sistema 324 de inspección para inspeccionar un orificio perforado utilizando el sistema 322 de perforación.

15 Pueden proporcionarse utilidades 330 a al menos uno del sistema 322 de perforación, sistema 324 de inspección, sistema 326 de posicionamiento y sistema 328 de pasador. Las utilidades 330 pueden proporcionar al menos uno de electricidad, suministro de aire, comunicaciones u otras utilidades deseables. Las utilidades 330 pueden ser un ejemplo de una implementación para utilidades 257 en la figura 2.

20 Pasando ahora a la figura 4, se muestra una ilustración de una vista frontal de un robot oruga con ruedas extendidas y un sistema de oruga de acuerdo con una realización ilustrativa. Específicamente, la figura 4 puede ser una vista del robot 300 oruga desde la vista 4-4 de la figura 3. En esta vista, la rueda 402 del primer sistema 305 de movimiento es visible. Como se representa, el primer sistema 305 de movimiento está extendido. En los ejemplos ilustrativos en los que el primer sistema 305 de movimiento está retraído, el sistema 312 de extensión y el sistema 314 de extensión del robot 300 oruga pueden moverse en la dirección 404 relativa a la superficie 303.

25 Pasando ahora a la Figura 5, se representa una ilustración de una vista lateral de un robot oruga con ruedas extendidas y un sistema de oruga de acuerdo con una realización ilustrativa. Específicamente, la figura 5 puede ser una vista del robot 300 oruga desde la vista 5-5 de la figura 3.

30 En esta vista, el sistema 502 de extensión asociado con la rueda 402 es visible. El sistema 502 de extensión puede configurarse para extender o retraer la rueda 402. En esta vista, el segundo sistema 504 de movimiento también es visible. El segundo sistema 504 de movimiento puede ser un ejemplo de una implementación para segundo sistema 216 de movimiento en figura 2. El segundo sistema 504 de movimiento puede configurarse para mover el robot 300 oruga a lo largo del sistema 302 de oruga en la superficie 303 cuando se retrae el primer sistema 305 de movimiento.

35 De esta manera, el primer sistema 305 de movimiento puede permitir que el robot 300 oruga y el sistema 302 de oruga estén situados aproximadamente dentro de una zona en la que vayan a realizarse las operaciones. El segundo sistema 504 de movimiento puede permitir el movimiento preciso del robot 300 oruga a lo largo de sistema 302 de oruga de manera que el robot 300 oruga puede ser posicionarse de manera precisa en una posición deseada con respecto a la superficie 303.

40 Pasando ahora a la figura 6, se representa una ilustración de una vista frontal de un robot oruga con ruedas retraídas y un sistema de oruga de acuerdo con una realización ilustrativa. Específicamente, la figura 6 puede ser otra vista del robot 300 oruga desde la vista 4-4 de la figura 3 con la rueda 306, la rueda 308, la rueda 310 y la rueda 402 retraídas. En otras palabras, el primer sistema 305 de movimiento está retraído en la figura 6. Cuando la rueda 306, la rueda 308, la rueda 310 y la rueda 402 están retraídas, la rueda 306, la rueda 308, la rueda 310 y la rueda 402 no entran en contacto con la superficie 303 de la estructura 304.

Como se representa, el sistema 302 de oruga está situada posicionado en la superficie 303 de la estructura 304. La retracción del primer sistema 305 de movimiento puede posicionar al sistema 302 de oruga en la superficie 303 de la estructura 304.

45 Cuando el sistema 302 de oruga está posicionado en la superficie 303 de la estructura 304, el segundo sistema 504 de movimiento puede mover el robot 300 oruga a lo largo del sistema 302 de oruga. El robot 300 oruga puede moverse a lo largo de sistema 302 de oruga en al menos una de la dirección 602 y la dirección 604. El robot 300 oruga puede moverse a lo largo del sistema 302 de oruga para colocar al menos uno del sistema 322 de perforación, sistema 324 de inspección, sistema 326 de posicionamiento o sistema 328 de pasador para realizar una función en la superficie 303 de la estructura 304.

Pasando ahora a la figura 7, se representa una ilustración de una vista lateral de un robot oruga con ruedas retraídas y un sistema de oruga de acuerdo con una realización ilustrativa. Específicamente, la figura 7 puede ser otra vista del robot 300 oruga desde la vista 5-5 de la figura 3 con la rueda 306, la rueda 308, la rueda 310 y la rueda 402 retraídas.

55 Pasando ahora a la figura 8, se representa una ilustración de una vista superior de un robot oruga y un sistema de oruga de acuerdo con una realización ilustrativa. El robot 800 oruga puede ser una implementación física del robot 208 oruga

ES 2 742 405 T3

que se muestra en forma de bloque en la figura 2. El robot 800 oruga puede ser un ejemplo de un robot oruga trabajando en una aeronave como el robot 122 oruga en la aeronave 100 de figura 1.

El robot 800 oruga puede estar asociado con el sistema 802 de oruga. Como se representa, el sistema 802 de oruga puede incluir la oruga 804 y la oruga 806. El robot 800 oruga puede moverse a lo largo del sistema 802 de oruga en al menos una de la dirección 808 y la dirección 810. Al mover el robot 800 oruga a lo largo de al menos una de dirección 808 y la dirección 810, al menos uno del sistema 816 de pasador, el sistema 818 de posicionamiento, el sistema 820 de inspección y el sistema 822 de perforación pueden posicionarse de manera precisa con respecto a la superficie 824 de la estructura 826 en una posición deseada dentro de las tolerancias seleccionadas.

Al menos uno del sistema 816 de pasador, el sistema 818 de posicionamiento, el sistema 820 de inspección y el sistema 822 de perforación pueden posicionarse de manera que puede realizarse una función en la posición deseada en la superficie 824 de la estructura 826. En un ejemplo ilustrativo, el sistema 822 de perforación puede formar pluralidad de orificios 828. La electrónica 830 y el cuerpo 832 de robot 800 oruga pueden soportar al menos uno del sistema 816 de pasador, el sistema 818 de posicionamiento, el sistema 820 de inspección, y el sistema 822 de perforación del robot 800 oruga.

Pasando ahora a la figura 9, se representa una ilustración de una vista superior de una plataforma de acuerdo con una realización ilustrativa. La plataforma 900 puede ser una implementación física de soporte 212 de oruga mostrado en forma de bloque en la figura 2. Específicamente, la plataforma 900 puede ser una implementación física de plataforma 264 móvil mostrada en forma de bloque en figura 2. La plataforma 900 puede ser un ejemplo de una plataforma móvil para el soporte de un robot oruga que trabaja en una aeronave, tal como la plataforma 120 de la figura 1.

La plataforma 900 puede incluir un carro 902, un brazo 904 utilitario, un brazo 906 de recogida y posición, una interfaz 908 de operador, un controlador 910 de oruga, un sistema 912 de gestión de pasador, un controlador 914 de robot y un sistema 916 de recogida de virutas y polvo. El carro 902 puede ser una base para la plataforma 900. El carro 902 puede soportar las partes restantes de la plataforma 900.

El brazo 904 utilitario puede mover cables utilitarios, suministro de aire, tubos de recolección de virutas y polvo, y un tubo de transporte de pasador conectado a un robot oruga mientras el robot oruga se mueve a lo largo de una superficie de una estructura. El brazo 906 de recogida y posición puede colocar un robot oruga en una superficie de una estructura. El brazo 906 de recogida y posición puede mover pasadores del sistema 912 de gestión de pasador al robot oruga. El brazo 906 de recogida y posición puede mover componentes hacia y desde el almacenamiento. Por ejemplo, el brazo 906 de recogida y posición puede utilizarse para sustituir un portaherramientas por otro portaherramientas ubicado en el almacén.

La interfaz 908 de operador puede proporcionar para un operador interactuar con uno de la plataforma 900 y el robot oruga. El sistema de metrología es un sistema separado que no está conectado a esta plataforma. Las dianas del sistema de metrología están conectadas a esta plataforma, pero nada en esta plataforma se comunica directamente con ellas. En algunos ejemplos ilustrativos, el sistema de metrología puede interactuar con el robot oruga para determinar la ubicación del robot oruga.

Pasando ahora a la figura 10, se representa una ilustración de una vista isométrica de una plataforma de acuerdo con una realización ilustrativa. Como se representa, el sistema 1002 de movimiento de la plataforma 900 se muestra desde la vista 10-10 en la figura 9. Sistema 1002 de movimiento puede incluir ruedas 1004 y mecanismo 1006 de bloqueo. Aunque sistema 1002 de movimiento se muestra con ruedas 1004, el sistema 1002 de movimiento puede implementarse utilizando al menos una de un número de ruedas, un número de carriles, un número de orugas, un número de deslizadores, un número de cojinetes de aire, un número de ruedas holónomas, ruedas mecanum, ruedas omni, ruedas poli, o un número de algún otro tipo de dispositivo de movimiento.

La plataforma 900 se puede mover dentro de un sistema de fabricación utilizando ruedas 1004 de sistema 1002 de movimiento. El mecanismo de bloqueo 1006 puede restringir el movimiento de la plataforma 900 cuando sea deseable. En un ejemplo, puede ser deseable restringir el movimiento de la plataforma 900 cuando un robot oruga está realizando funciones en una superficie. En otro ejemplo, puede ser deseable restringir el movimiento de la plataforma 900 cuando un robot oruga y un sistema de oruga asociado se mueven a lo largo de la superficie.

Pasando ahora a la figura 11, se representa una ilustración de una vista isométrica de una plataforma y de un robot oruga sobre una superficie de una estructura de acuerdo con una realización ilustrativa. El entorno 1100 de fabricación puede ser una implementación física del entorno 200 de fabricación mostrada en forma de bloque en la figura 2. El entorno 1100 de fabricación puede tener ala 1101, plataforma 1102 móvil y robot 1104 oruga. La plataforma 1102 móvil puede ser una implementación física de plataforma 264 móvil mostrada en forma de bloque en la figura 2. El robot 1104 oruga puede ser una implementación física de robot 208 oruga de la figura 2. El robot 1104 oruga puede moverse a lo largo de la superficie 1105 del ala 1101. La plataforma 1102 móvil puede tener un brazo 1106 de recogida y posición y un brazo 1108 utilitario. El brazo 1106 de recogida y posición puede posicionar el robot 1104 oruga en la superficie 1105 del ala 1101. El brazo 1108 utilitario puede mover cables utilitarios unidos al robot 1104 oruga.

Los diferentes componentes mostrados en las figuras 1 y 3-11 pueden combinarse con componentes de la figura 2, utilizados con componentes de la figura 2, o una combinación de ambos. Además, algunos de los componentes de las

figuras 1 y 3-11 pueden ser ejemplos ilustrativos de cómo los componentes mostrados en forma de bloque en la figura 2 pueden implementarse como estructuras físicas.

Pasando ahora a la figura 12, se representa una ilustración de un diagrama de flujo de un procedimiento para hacer funcionar un robot oruga de acuerdo con una realización ilustrativa. El procedimiento ilustrado en figura 12 puede implementarse para hacer funcionar al robot 208 oruga de la figura 2. En algunos ejemplos ilustrativos, el procedimiento ilustrado en figura 12 puede implementarse para hacer funcionar al robot 300 oruga de las figuras 3-7.

El procedimiento puede comenzar colocando el robot 208 oruga y el sistema 210 de oruga en la superficie 204 utilizando un brazo 244 de recogida y posición (funcionamiento 1202). En el funcionamiento 1202, el primer sistema 214 de movimiento del robot 208 oruga puede estar en estado 215 extendido de manera que cuando el robot 208 oruga y el sistema 210 de oruga se colocan en la superficie 204, el sistema 210 de oruga no entra en contacto con la superficie 204.

El procedimiento puede mover a continuación el robot 208 oruga y el sistema 210 de oruga a lo largo de la superficie 204 utilizando el primer sistema 214 de movimiento del robot 208 oruga mientras que el primer sistema 214 de movimiento está en estado 215 extendido (funcionamiento 1204). En el funcionamiento 1204, el robot 208 oruga puede moverse hasta que se encuentre dentro de una zona seleccionada en la superficie 204. El funcionamiento 1204 puede realizarse para mover y posicionar aproximadamente el robot 208 oruga con respecto a la superficie 204.

El procedimiento puede retraer después el primer sistema 214 de movimiento del robot 208 oruga para mover el primer sistema 214 de movimiento al estado 217 retraído y colocar el sistema 210 de oruga en la superficie 204 (funcionamiento 1206). Mediante la retracción del primer sistema 214 de movimiento del robot 208 oruga en funcionamiento 1206, el sistema 210 de oruga puede ponerse en contacto con la superficie 204.

El procedimiento puede entonces acoplar el sistema 210 de oruga a la superficie 204 tirando de un vacío en las ventosas 228 del sistema 210 de oruga (funcionamiento 1208). El procedimiento puede entonces mover el robot 208 oruga a lo largo del sistema 210 de oruga a la posición 239 deseada con la zona 273 seleccionada utilizando el segundo sistema 216 de movimiento del robot 208 oruga (funcionamiento 1210). El funcionamiento 1210 puede realizarse para mover con mayor precisión y posicionar el robot 208 oruga a la posición 239 deseada con respecto a la superficie 204. En el funcionamiento 1210, el robot 208 oruga puede moverse hasta que esté dentro de las tolerancias seleccionadas de la posición 239 deseada en la superficie 204.

En un ejemplo ilustrativo, la posición 239 deseada en funcionamiento 1210 puede ser una posición que está seleccionada de manera que al menos uno del sistema 218 de posicionamiento, sistema 220 de perforación, sistema 224 de pasador y sistema 222 de inspección puede realizar una función en la superficie 204 en la posición deseada. A partir de ahí, el robot 208 oruga puede utilizar un tercer sistema 225 de movimiento para mover y posicionar de manera precisa un dispositivo de robot 208 oruga en relación con la posición 239 deseada (funcionamiento 1211). En el funcionamiento 1211, el dispositivo puede ser, por ejemplo, sin limitación, un sistema 220 de perforación, un sistema 224 de pasador o un sistema 222 de inspección. El dispositivo puede estar posicionado de manera precisa utilizando el tercer sistema 225 de movimiento de manera que el dispositivo puede realizar una función o funcionamiento seleccionado.

El procedimiento puede mover cables 255 utilitarios unidos al robot 208 oruga utilizando un brazo 252 utilitario mientras que el robot 208 oruga se mueve a lo largo de la superficie 204 (funcionamiento 1212). En este ejemplo ilustrativo, el funcionamiento 1212 puede realizarse mientras que al menos uno del funcionamiento 1204 o funcionamiento 1210 se están realizando. El procedimiento puede entonces verificar una posición del robot 208 oruga en la superficie 204 utilizando un sistema 218 de posicionamiento de robot 208 oruga y realizar las correcciones de posición necesarias (funcionamiento 1214). En algunos casos, el funcionamiento 1214 puede realizarse como parte del funcionamiento 1210 descrito anteriormente.

El procedimiento puede luego perforar un orificio 202 en la superficie 204 utilizando un sistema 220 de perforación de robot 208 oruga (funcionamiento 1216). En el funcionamiento 1216, el orificio 202 puede tomar la forma de un orificio cónico, un orificio cilíndrico, un avellanado, un escariado o algún otro tipo de orificio.

El procedimiento puede entonces inspeccionar un diámetro de orificio 202 utilizando un sistema 222 de inspección del robot 208 oruga (funcionamiento 1218). En algunos casos, cuando el orificio 202 adopta la forma de un avellanado, el sistema 222 de inspección puede utilizarse para inspeccionar al menos uno de un diámetro, una profundidad de avellanado, un diámetro de avellanado, una longitud mínima de barra, o algún otro parámetro para el orificio 202.

El procedimiento puede entonces instalar un pasador 240 en el orificio 202 utilizando un sistema 224 de pasador de robot 208 oruga (funcionamiento 1220). En el funcionamiento 1220, el sistema 224 de pasador puede insertar un pasador 240 en el orificio 202 para instalar un pasador 240 en un ejemplo ilustrativo. El procedimiento puede entonces recoger al robot 208 oruga y al sistema 210 de oruga fuera de la superficie 204 utilizando el brazo 244 de recogida y posición (funcionamiento 1222), finalizando a partir de ahí el procedimiento.

Pasando ahora a la figura 13, se representa una ilustración de un diagrama de flujo de un procedimiento de gestión de un robot oruga y un sistema de oruga utilizando una plataforma móvil de acuerdo con una realización ilustrativa. El

procedimiento ilustrado en la figura 13 puede implementarse para hacer funcionar el robot 208 oruga utilizando la plataforma 264 móvil de la figura 2. En algunos ejemplos ilustrativos, el procedimiento ilustrado en la figura 13 puede implementarse para hacer funcionar al robot 1104 oruga utilizando la plataforma 1102 móvil de la figura 11.

- 5 El procedimiento puede comenzar moviendo la plataforma 264 móvil dentro del entorno 200 de fabricación que contiene la estructura 206 de tal manera que el brazo 244 de recogida y posición de la plataforma 264 móvil está al alcance de la superficie 204 de la estructura 206 (funcionamiento 1302). El procedimiento puede entonces colocar el robot 208 oruga y el sistema 210 de oruga en la superficie 204 de la estructura 206 utilizando el brazo 244 de recogida y posición de la plataforma 264 móvil (funcionamiento 1304).
- 10 El procedimiento puede entonces mover el robot 208 oruga y el sistema 210 de oruga a lo largo de la superficie 204 para colocar aproximadamente el robot 208 oruga dentro de una zona seleccionada utilizando un primer sistema 214 de movimiento de robot 208 oruga con el primer sistema 214 de movimiento en estado 215 extendido (funcionamiento 1306). El procedimiento puede entonces retraer el primer sistema 214 de movimiento para colocar el sistema 210 de oruga en contacto con la superficie 204 (funcionamiento 1308).
- 15 Entonces, el sistema 210 de oruga puede acoplarse a la superficie 204 de manera que sistema 210 de oruga se ajusta sustancialmente a la superficie 204 (funcionamiento 1310). En algunos ejemplos ilustrativos, acoplar el sistema 210 de oruga a la superficie 204 comprende adherir el sistema 210 de oruga a la superficie 204 tirando de un vacío en ventosas 228 del sistema 210 de oruga. El procedimiento puede entonces mover el robot 208 oruga a lo largo del sistema 210 de oruga utilizando el segundo sistema 216 de movimiento del robot 208 oruga para mover de manera más precisa el robot 208 oruga a la posición 239 deseada (funcionamiento 1312).
- 20 El procedimiento puede entonces suministrar utilidades 257 a través de cables 255 utilitarios conectados al robot 208 oruga y que se extienden a través del brazo 252 utilitario de la plataforma 264 móvil (funcionamiento 1314). El procedimiento puede retirar un primer portaherramientas del sistema 220 de perforación del robot 208 oruga utilizando un brazo 244 de recogida y posición e instalar un segundo portaherramientas en el sistema 220 de perforación en el robot 208 oruga que utiliza un brazo 244 de recogida y posición (funcionamiento 1316).
- 25 El procedimiento puede entonces almacenar el primer portaherramientas en el almacén 248 en la plataforma 264 móvil y recuperar el segundo portaherramientas del almacén 248 en la plataforma 264 móvil (funcionamiento 1318). El procedimiento puede entonces extraer una primera sonda del sistema 222 de inspección del robot 208 oruga utilizando un brazo 244 de recogida y posición e instalar una segunda sonda en el sistema 222 de inspección en el robot 208 oruga utilizando un brazo 244 de recogida y posición (funcionamiento 1320). El procedimiento puede entonces
- 30 almacenar la primera sonda en el almacén 248 en la plataforma 264 móvil y recuperar la segunda sonda del almacén 248 en la plataforma 264 móvil (funcionamiento 1322).
- El procedimiento puede entonces variar una posición del robot 208 oruga en la superficie 204 como posición 239 deseada para perforar utilizando un sistema 218 de posicionamiento de robot 208 oruga y realizar cualesquiera correcciones de posición necesarias para mover el robot 208 oruga a la posición 239 deseada dentro de las tolerancias seleccionadas (funcionamiento 1324). El funcionamiento 1324 puede incluir, por ejemplo, sin limitación, repetir las etapas de utilizar un sistema 236 de metrología para determinar si el robot 208 oruga está posicionado dentro de las tolerancias seleccionadas de la posición 239 deseada y mover el robot 208 oruga en relación con el sistema 210 de oruga utilizando el segundo sistema 216 de movimiento hacia la posición 239 deseada hasta que el robot 208 oruga esté posicionado dentro de las tolerancias seleccionadas de la posición 239 deseada.
- 35 El procedimiento puede entonces perforar el orificio 202 en la superficie 204 utilizando un sistema 220 de perforación del robot 208 oruga (funcionamiento 1326). A continuación, el procedimiento puede inspeccionar un diámetro de orificio 202 utilizando un sistema 222 de inspección del robot 208 oruga (funcionamiento 1328). El procedimiento puede entonces insertar un pasador 240 en el orificio 202 utilizando un sistema 224 de pasador del robot 208 oruga (funcionamiento 1330). El procedimiento puede mover cables 255 utilitarios unidos al robot 208 oruga utilizando un
- 40 brazo 252 utilitario mientras que el robot 208 oruga se mueve a lo largo de la superficie 204 (funcionamiento 1332). El funcionamiento 1332 puede realizarse durante al menos uno de los funcionamientos 1306, 1312, o 1324. Además, el funcionamiento 1324 puede repetirse entre el funcionamiento 1326 y el funcionamiento 1328 y entre el funcionamiento 1328 y el funcionamiento 1330 en algunos ejemplos ilustrativos. El procedimiento termina a partir de entonces.
- 45 Pasando ahora a la figura 14, se representa una ilustración de un diagrama de flujo de un procedimiento para hacer funcionar una plataforma móvil de acuerdo con una realización ilustrativa. El procedimiento puede comenzar moviendo la plataforma 264 móvil dentro del entorno 200 de fabricación que contiene la estructura 206 de manera que el brazo 244 de recogida y posición de plataforma 264 móvil está al alcance de la superficie 204 de la estructura 206 (funcionamiento 1402). El procedimiento puede entonces colocar al robot 208 oruga en la superficie 204 de la estructura 206 utilizando un brazo 244 de recogida y posición de plataforma 264 móvil (funcionamiento 1404). El procedimiento puede entonces mover el brazo 252 utilitario de la plataforma 264 móvil mientras el robot 208 oruga se mueve a lo largo de la superficie 204 de la estructura 206 (funcionamiento 1406). El procedimiento puede entonces suministrar utilidades 257 a través de cables 255 utilitarios conectados al robot 208 oruga y que se extienden a través del brazo 252 utilitario de la plataforma 264 móvil (funcionamiento 1408).
- 50
- 55

El procedimiento puede entonces retirar un primer portaherramientas del sistema 220 de perforación del robot 208 oruga utilizando un brazo 244 de recogida y posición e instalar un segundo portaherramientas en el sistema 220 de perforación en el robot 208 oruga utilizando un brazo 244 de recogida y posición (funcionamiento 1410). El procedimiento puede entonces almacenar el primer portaherramientas en el almacén 248 en la plataforma 264 móvil y recuperar el segundo portaherramientas en el almacén 248 en la plataforma 264 móvil (funcionamiento 1412). El procedimiento puede entonces extraer una primera sonda del sistema 222 de inspección del robot 208 oruga utilizando un brazo 244 de recogida y posición e instalar una segunda sonda en el sistema 222 de inspección en el robot 208 oruga utilizando el brazo 244 de recogida y posición (funcionamiento 1414). El procedimiento puede almacenar la primera sonda en el almacén 248 en la plataforma 264 móvil (funcionamiento 1416). El procedimiento puede entonces recuperar la segunda sonda del almacén 248 en la plataforma 264 móvil (funcionamiento 1418). El procedimiento termina a partir de entonces.

Con referencia ahora a la figura 15, se representa una ilustración de un diagrama de flujo de un procedimiento para posicionar un robot oruga con relación a una superficie de acuerdo con una realización ilustrativa. El procedimiento ilustrado en figura 15 puede realizarse para posicionar el robot 208 oruga con respecto a la superficie 204 de la estructura 206 de la figura 6.

El procedimiento puede comenzar colocando el robot 208 oruga en una superficie 230 no plana con el primer sistema 214 de movimiento del robot 208 oruga en estado 215 extendido (funcionamiento 1500). A continuación, el robot 208 oruga y el sistema 229 de oruga flexible asociados con el robot 208 oruga pueden moverse a lo largo de la superficie 230 no plana hasta dentro de una zona seleccionada utilizando un primer sistema 214 de movimiento en estado 215 extendido (funcionamiento 1502). El funcionamiento 1502 puede incluir la realización de cualquier verificación y correcciones de posición para la posición del robot 208 oruga en relación con la superficie 230 no plana necesaria para posicionar al robot 208 oruga dentro de la zona seleccionada.

A partir de ahí, el primer sistema 214 de movimiento se mueve al estado 217 retraído de manera que el sistema 229 de oruga flexible se coloca en contacto con una superficie 230 no plana (funcionamiento 1504). El sistema 229 de oruga flexible está acoplado a una superficie 230 no plana de manera que el sistema 229 de oruga flexible se ajusta sustancialmente a la superficie 230 no plana (funcionamiento 1506). A continuación, el robot 208 oruga se mueve en relación con el sistema 229 de oruga flexible utilizando un segundo sistema 216 de movimiento para colocar al robot 208 oruga en una posición 239 deseada dentro de la zona seleccionada en superficie 230 no plana con un nivel deseado de precisión (funcionamiento 1508), finalizando el procedimiento posteriormente.

Los diagramas de flujo y diagramas de bloque en las diferentes realizaciones ilustran la arquitectura, funcionalidad y funcionamiento de algunas posibles implementaciones de aparatos y métodos en una realización ilustrativa. En este sentido, cada bloque en los diagramas de flujo o diagramas de bloque puede representar un módulo, un segmento, una función, y/o una parte de un funcionamiento o etapa.

En algunas implementaciones alternativas de una realización ilustrativa, la función o funciones señaladas en los bloques pueden ocurrir fuera del orden señalado en las figuras. Por ejemplo, en algunos casos, dos bloques mostrados en sucesión pueden ejecutarse sustancialmente simultáneamente, o los bloques pueden realizarse a veces en orden inverso, dependiendo de la funcionalidad involucrada. Además, se pueden añadir otros bloques además de los bloques ilustrados en un diagrama de flujo o diagrama de bloques. Además, es posible que algunos bloques no se implementen. Por ejemplo, el robot 208 oruga puede colocarse en la superficie 204 de otra manera que no sea funcionamiento 1202. Por ejemplo, el robot 208 oruga puede colocarse en la superficie 204 por un operador.

Las realizaciones ilustrativas de la divulgación pueden describirse en el contexto del método 1600 de fabricación y servicio de aeronave, tal como se muestra en la figura 16 y la aeronave 1700 como se muestra en la figura 17. Pasando primero a la figura 16, se representa una ilustración del método de fabricación y servicio de aeronave en forma de diagrama de bloques de acuerdo con una realización ilustrativa. Durante la preproducción, el método 1600 de fabricación y servicio de aeronave puede incluir especificación y diseño 1602 de aeronaves 1700 en la figura 17 y la adquisición 1604 de materiales.

Durante la producción, tiene lugar la fabricación 1606 de componentes y subconjuntos y la integración 1608 del sistema de aviones 1700 en la figura 17. Después de eso, la aeronave 1700 en la figura 17 puede pasar por certificación y entrega 1610 con el fin de ponerse en servicio 1612. Mientras está en servicio 1612 por un cliente, la aeronave 1700 en la figura 17 está programada para el mantenimiento 1614 y servicio rutinarios, que puede incluir modificación, reconfiguración, reacondicionamiento u otro mantenimiento o servicio.

Cada uno de los procedimientos del método 1600 de fabricación y servicio de aeronave puede realizarse o llevarse a cabo por un integrador de sistemas, un tercero, y/o un operador. En estos ejemplos, el operador puede ser un cliente. A los efectos de esta descripción, un integrador de sistema puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas de sistemas principales; un tercero puede incluir, sin limitación, cualquier número de proveedores, subcontratistas y proveedores; y un operario puede ser una compañía aérea, una compañía arrendataria, una entidad militar, una organización de servicios, y así, etc.

5 Con referencia ahora a la figura 17, se representa una ilustración de una aeronave en forma de diagrama de bloques en la que se puede implementar una realización ilustrativa. En este ejemplo, la aeronave 1700 se produce por el método 1600 de fabricación y servicio de aeronave en la figura 16 y puede incluir fuselaje 1702 con pluralidad de sistemas 1704 e interior 1706. Ejemplos de sistemas 1704 incluyen uno o más del sistema 1708 de propulsión, el sistema 1710 eléctrico, el sistema 1712 hidráulico y el sistema 1714 ambiental. Se puede incluir cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, se pueden aplicar diferentes realizaciones ilustrativas a otras industrias, tal como la industria automovilística.

10 Aparatos y métodos incluidos en el presente documento pueden emplearse durante al menos una de las etapas del método 1600 de fabricación y servicio de aeronave en la figura 16. Una o más realizaciones ilustrativas pueden utilizarse durante la fabricación 1606 de componentes y subconjuntos. Por ejemplo, el robot 208 oruga en la figura 2 puede utilizarse durante la fabricación 1606 de componentes y subconjuntos. Además, el robot 208 oruga también puede utilizarse para realizar reemplazos durante el mantenimiento 1614 y servicio. Por ejemplo, la aeronave 1700 puede tener orificios taladrados de robot 208 oruga durante el mantenimiento y servicio 1614 para la aeronave 1700.

REIVINDICACIONES

1. Aparato que comprende un sistema (210) de oruga y un robot (208) oruga, comprendiendo el robot (208) oruga:
un primer sistema (214) de movimiento configurado para mover el robot (208) oruga y el sistema (210) de oruga a lo largo de una superficie (230) no plana, donde el sistema (210) de oruga es un sistema (229) de oruga flexible configurado para doblarse para adaptarse sustancialmente a un contorno (275) de la superficie (230) no plana; y
un segundo sistema (216) de movimiento configurado para mover el robot (208) oruga a lo largo del sistema (229) de oruga flexible en la superficie 230, en el que:
el primer sistema (214) de movimiento puede moverse entre un estado 215 extendido y un estado (217) retraído;
cuando el primer sistema (214) de movimiento está en estado (215) extendido, el sistema (229) de oruga flexible no puede extenderse por debajo del primer sistema (214) de movimiento;
cuando el primer sistema (214) de movimiento está en estado (217) retraído, el sistema (229) de oruga flexible puede extenderse al mismo nivel que el primer sistema (214) de movimiento o por debajo del primer sistema (214) de movimiento; y
el aparato se dispone para mover el robot (208) oruga y el sistema (229) de oruga flexible a lo largo de la superficie (230) no plana hacia una zona (273) seleccionada utilizando el primer sistema (214) de movimiento en el estado (215) extendido.
2. Aparato de la reivindicación 1, en el que el robot (208) oruga comprende, además:
un sistema (220) de perforación.
3. Aparato de la reivindicación 2, en el que el robot (208) oruga comprende, además:
un sistema (222) de inspección configurado para inspeccionar un orificio (202) perforado por el sistema (220) de perforación.
4. Aparato de la reivindicación 2, en el que el robot (208) oruga comprende, además:
un sistema (224) de pasador configurado para insertar un pasador (240) en un orificio (202) perforado por el sistema (220) de perforación.
5. Aparato de la reivindicación 2, en el que el sistema (220) de perforación comprende un portaherramientas (237) intercambiable.
6. Aparato de la reivindicación 3, en el que el sistema (222) de inspección comprende una sonda (238) intercambiable.
7. Aparato de la reivindicación 1, en el que el robot (208) oruga comprende, además:
un sistema (218) de posicionamiento configurado para identificar una posición (239) deseada del robot (208) oruga en la superficie (204).
8. Aparato de la reivindicación 7, en el que el sistema (218) de posicionamiento está configurado para identificar la posición (239) deseada del robot (208) oruga basándose en dispositivo (235) de índice de la superficie (204).
9. Aparato de la reivindicación 1, en el que cada uno del primer sistema (214) de movimiento y del segundo sistema (216) de movimiento comprende al menos una de ruedas (226) retráctiles, rodillos, planeadores, cojinetes de aire, ruedas holónomas, rieles u orugas.
10. Aparato de la reivindicación 1, en el que la dirección (299) de conducción para el robot (208) oruga se proporciona por al menos uno de un operario humano, un controlador asociado con el robot oruga o un controlador del sistema.
11. Aparato de la reivindicación 10, en el que el robot (208) oruga está configurado para conducirse a sí mismo.
12. Método para instalar un pasador (240) en una superficie (230) no plana de una estructura (206) utilizando el aparato de cualquier reivindicación anterior, comprendiendo el método:
mover el robot (208) oruga y el sistema (210) de oruga a lo largo de la superficie (204) para posicionar el robot (208) oruga dentro de una zona (273) seleccionada en la superficie (204);
adherir el sistema (229) de oruga a la superficie (204);
mover el robot (208) oruga en relación con el sistema (229) de oruga para mover de manera precisa el robot (208) oruga a una posición (239) deseada dentro de la zona (273) seleccionada; e

instalar el pasador (240),

en el que mover el robot (208) oruga y el sistema (210) de oruga a lo largo de la superficie (230) comprende:

colocar el robot (208) oruga en la superficie (230) no plana con el primer sistema (214) de movimiento del robot (208) oruga en el estado (215) extendido;

5 mover el robot (208) oruga y el sistema (229) de oruga flexible a lo largo de la superficie (230) no plana a la zona (273) seleccionada utilizando el primer sistema (214) de movimiento en el estado (215) extendido; y

mover el primer sistema (214) de movimiento a un estado (217) retraído para colocar el sistema (210) de oruga en contacto con la superficie (230).

13. Método de la reivindicación 12, en el que colocar el robot (208) oruga en la superficie (230) no plana comprende:

10 colocar el robot (208) oruga y el sistema (210) de oruga en la superficie (204) de la estructura (206) utilizando un brazo (244) de recogida y posición.

14. Método de la reivindicación 12, en el que mover el robot (208) oruga en relación con el sistema (210) de oruga comprende:

15 mover el robot (208) oruga en relación con el sistema (210) de oruga utilizando un segundo sistema (216) de movimiento que proporciona un nivel de posicionamiento más preciso en comparación con el primer sistema (214) de movimiento.

15. Método de la reivindicación 12 que comprende, además: realizar al menos uno de perforar un orificio e inspeccionar el orificio, mientras que el robot (208) oruga se posiciona en la posición (239) deseada en la superficie (204) de la estructura (206).

20

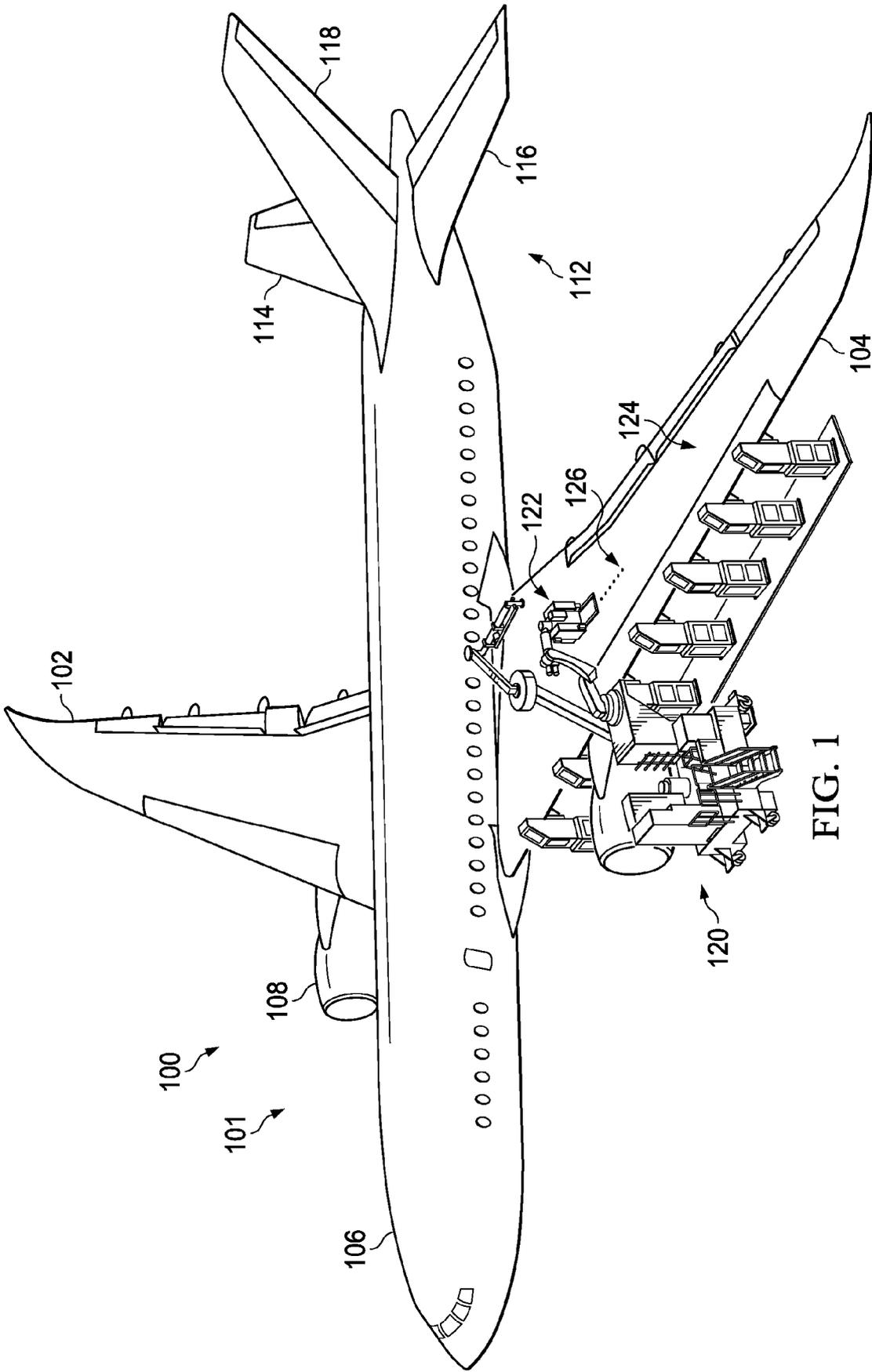
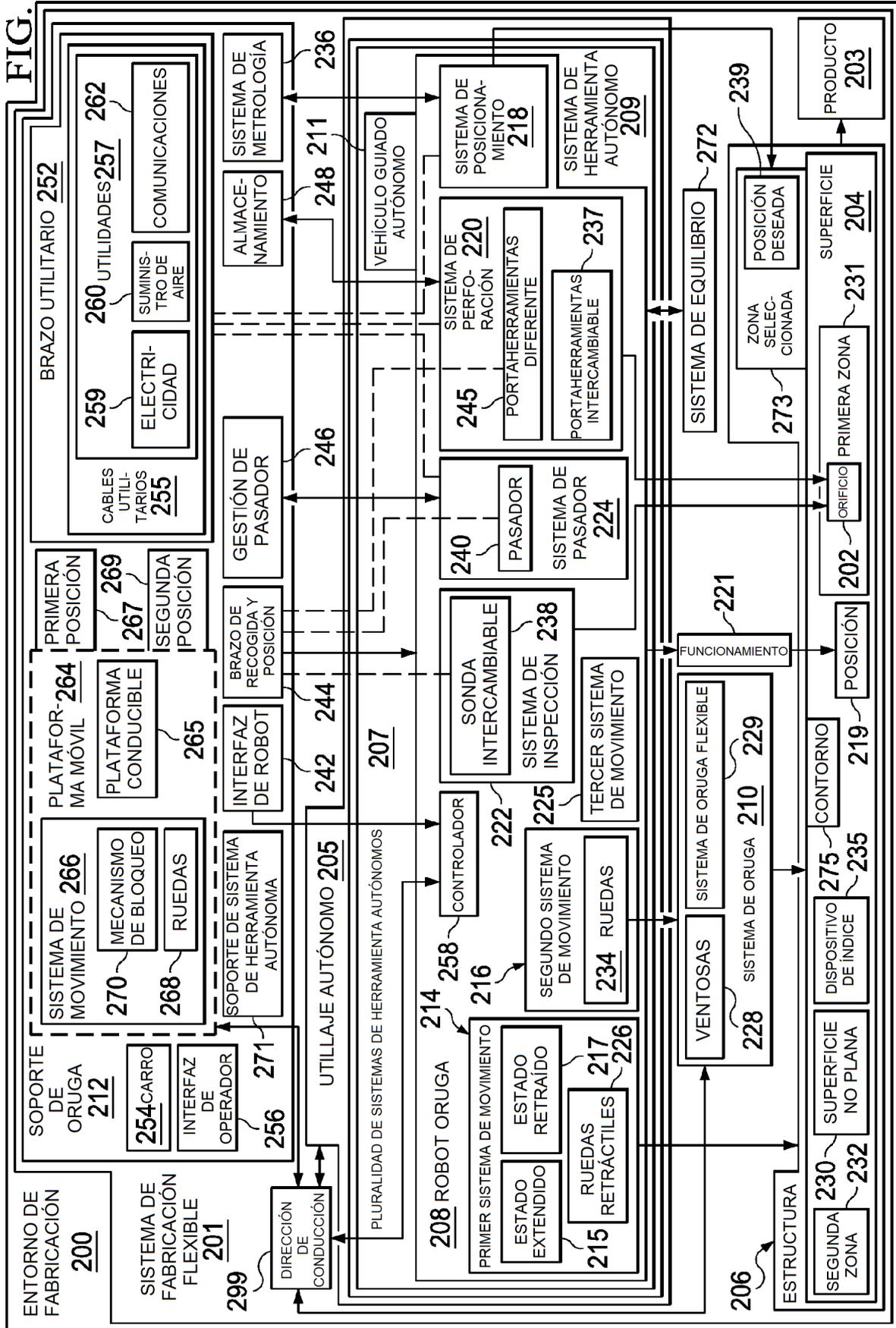


FIG. 1

FIG. 2



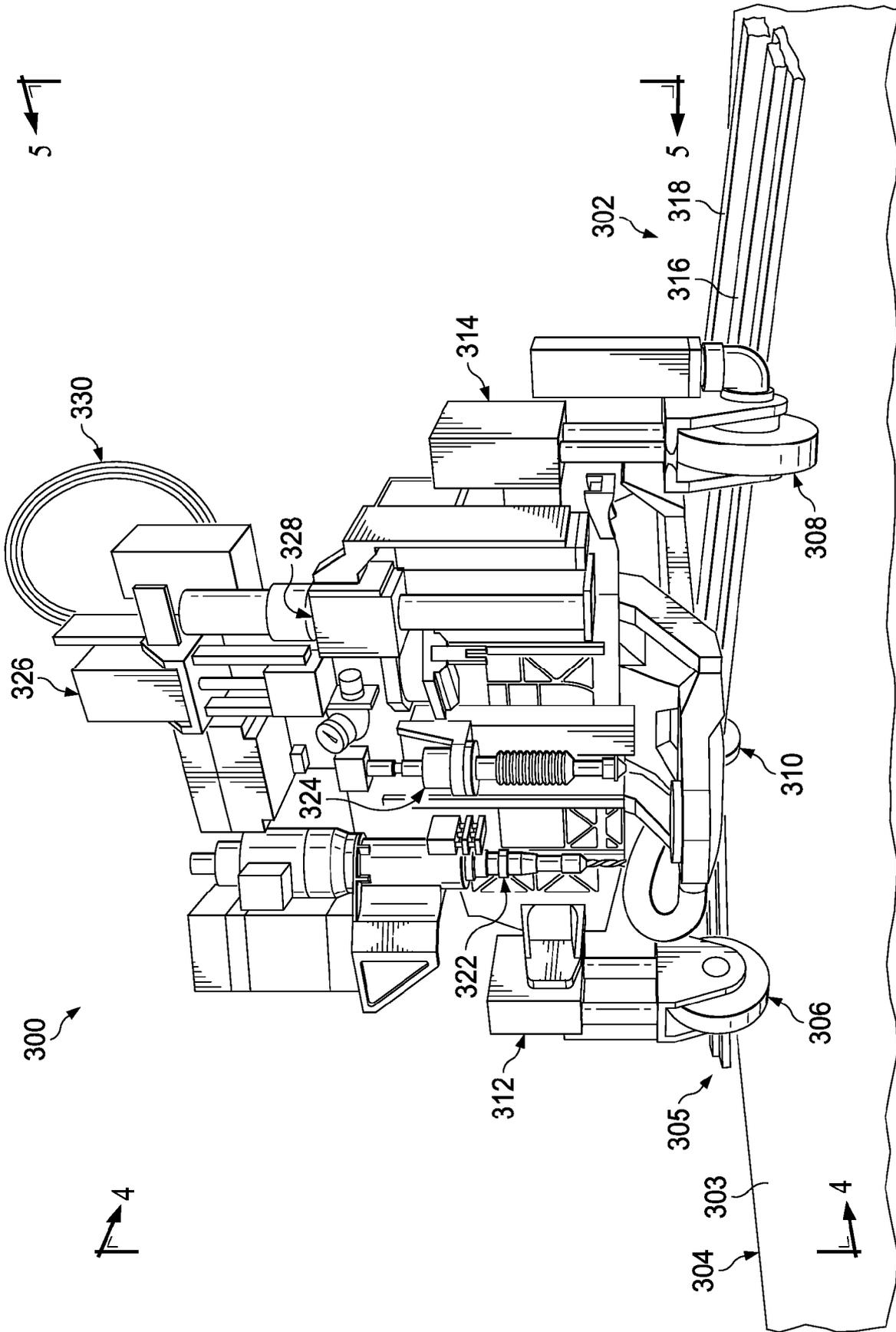


FIG. 3

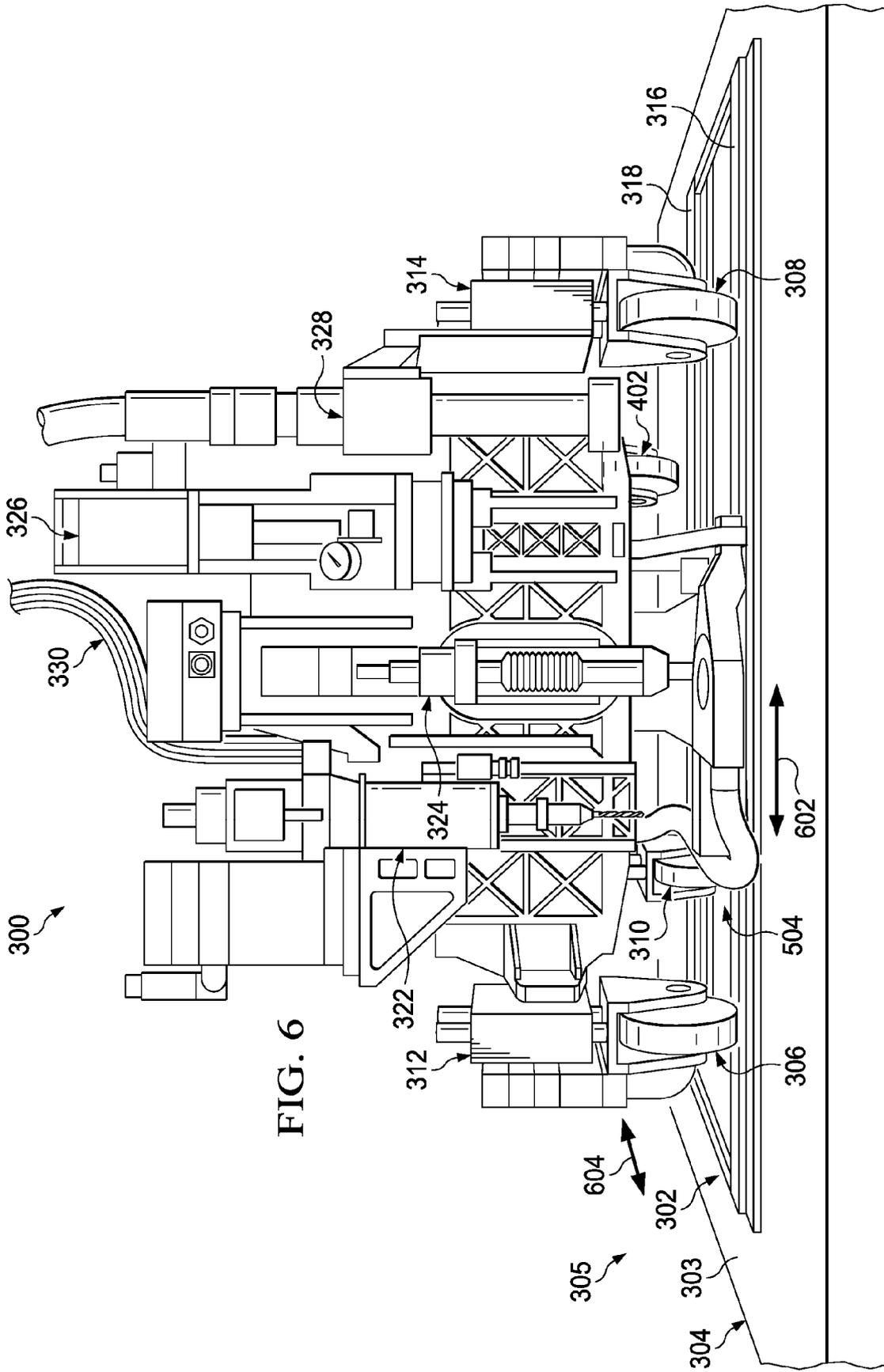


FIG. 6

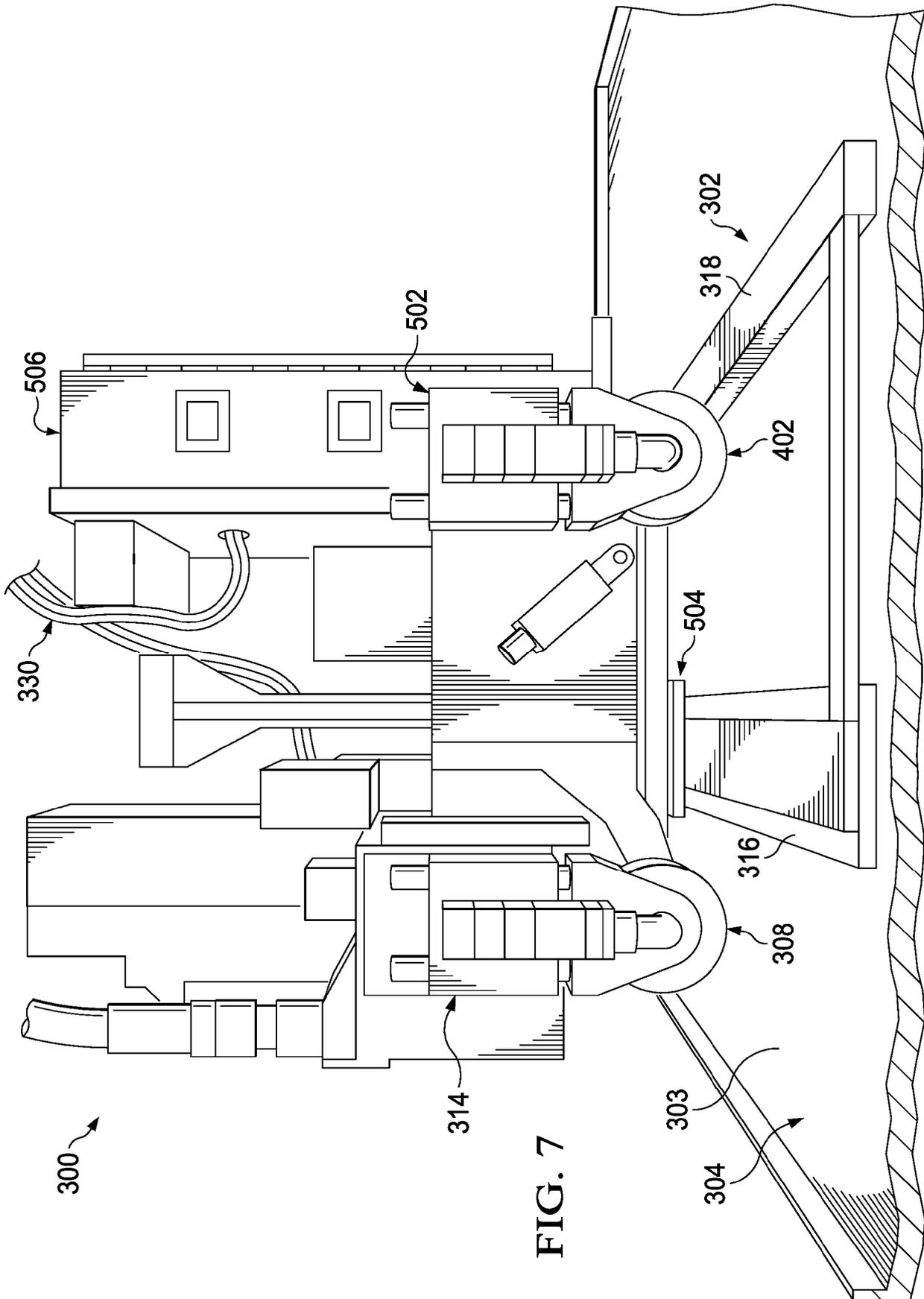


FIG. 7

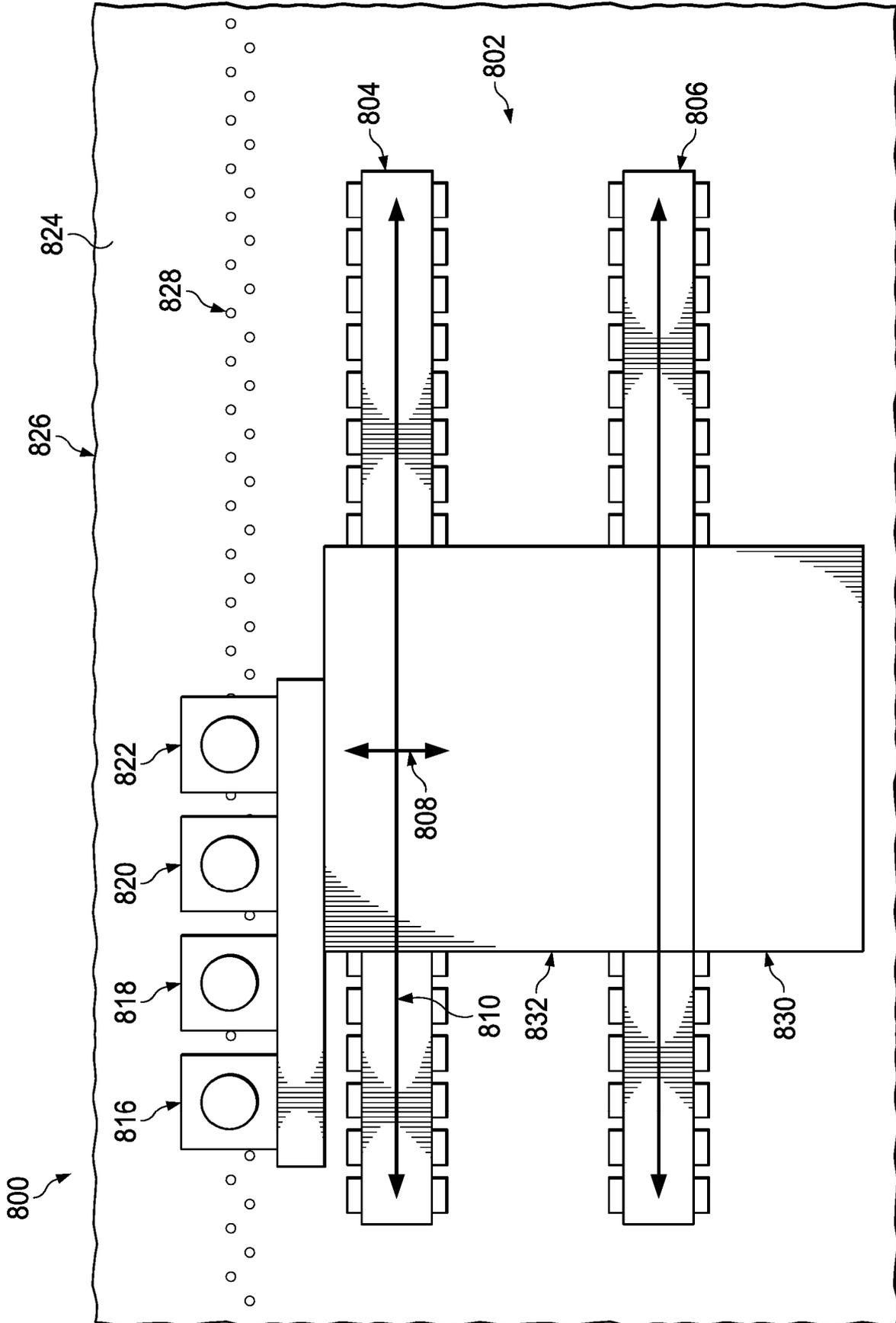


FIG. 8

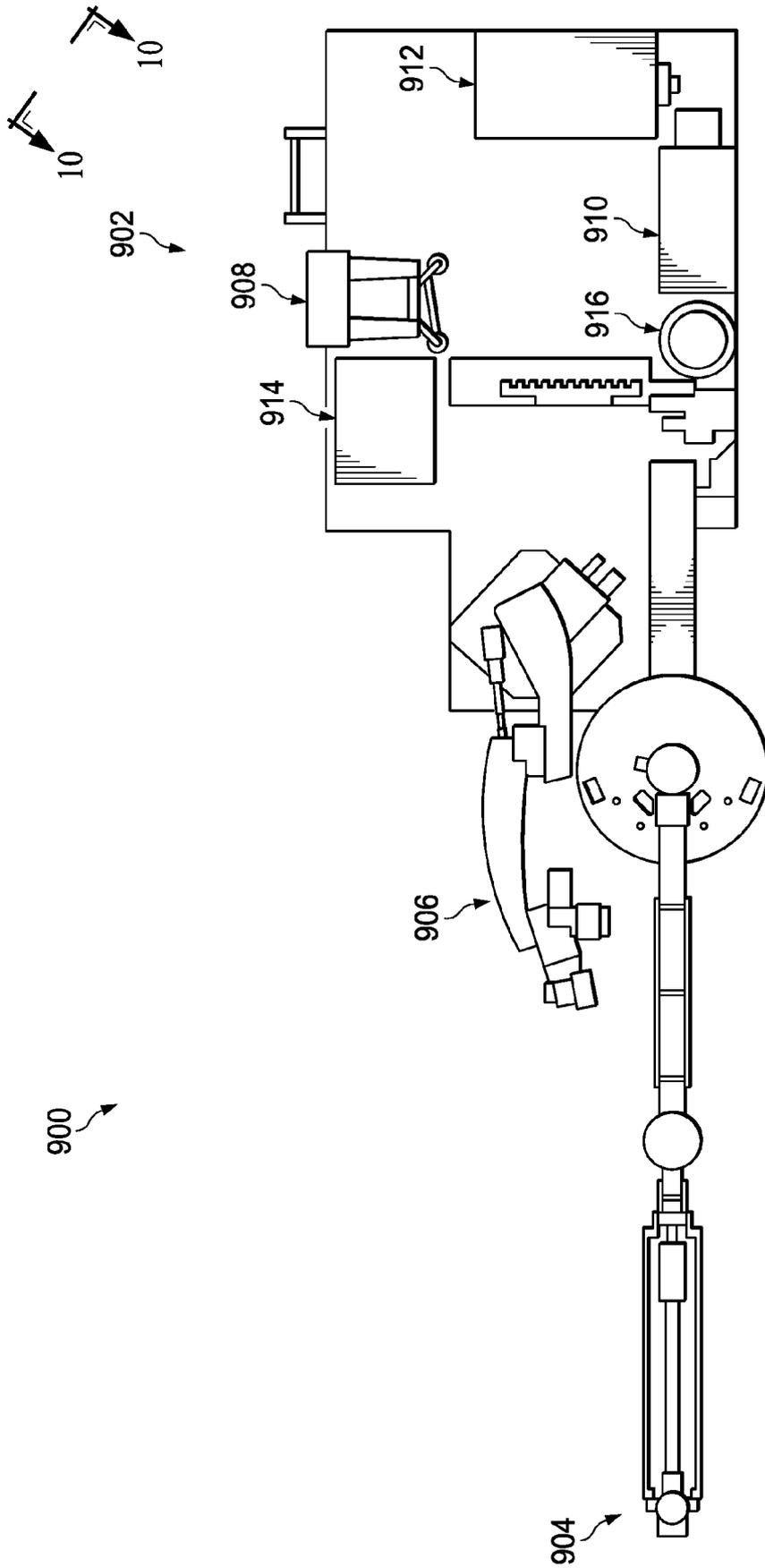


FIG. 9

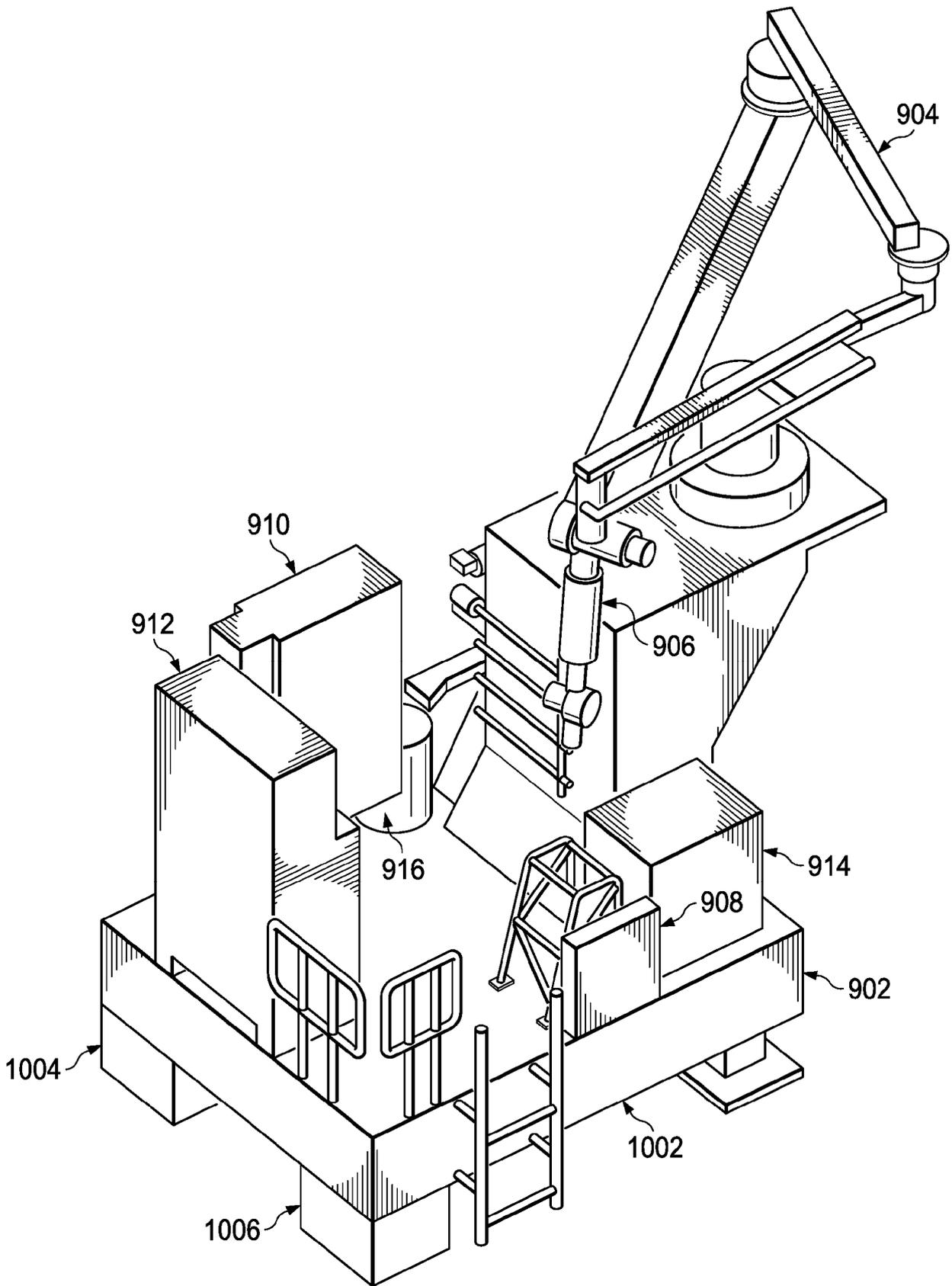


FIG. 10

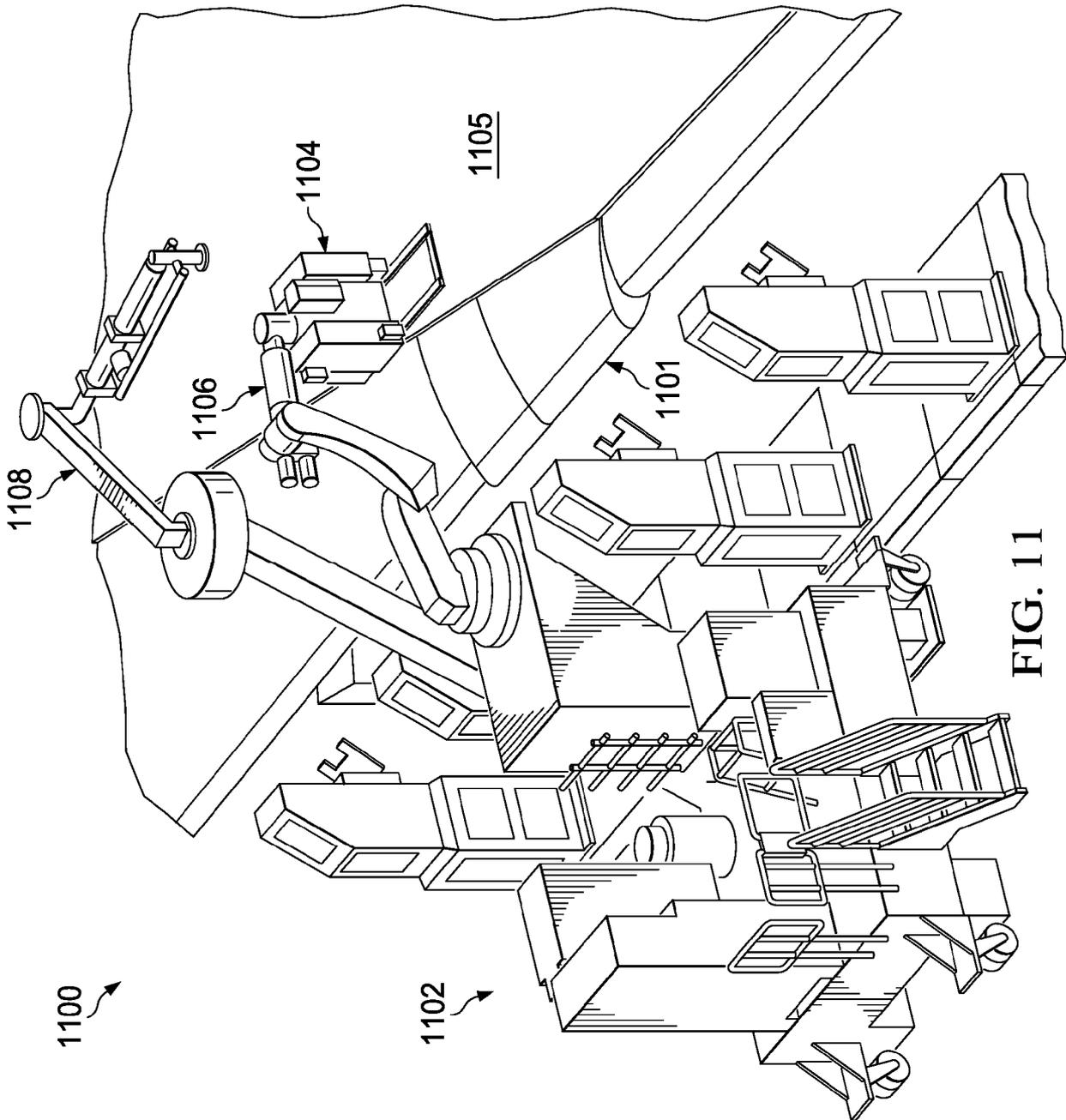


FIG. 11

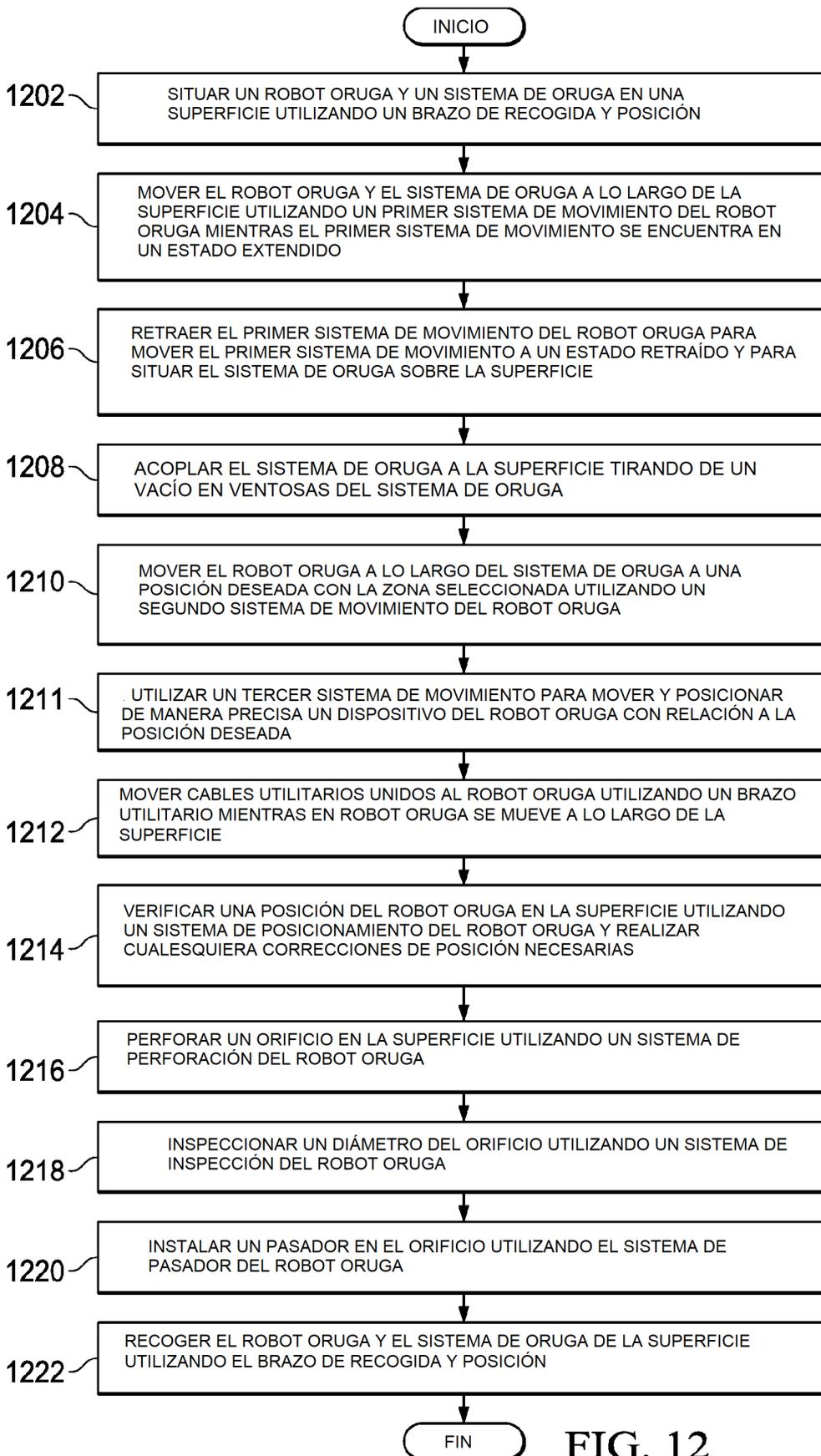


FIG. 12

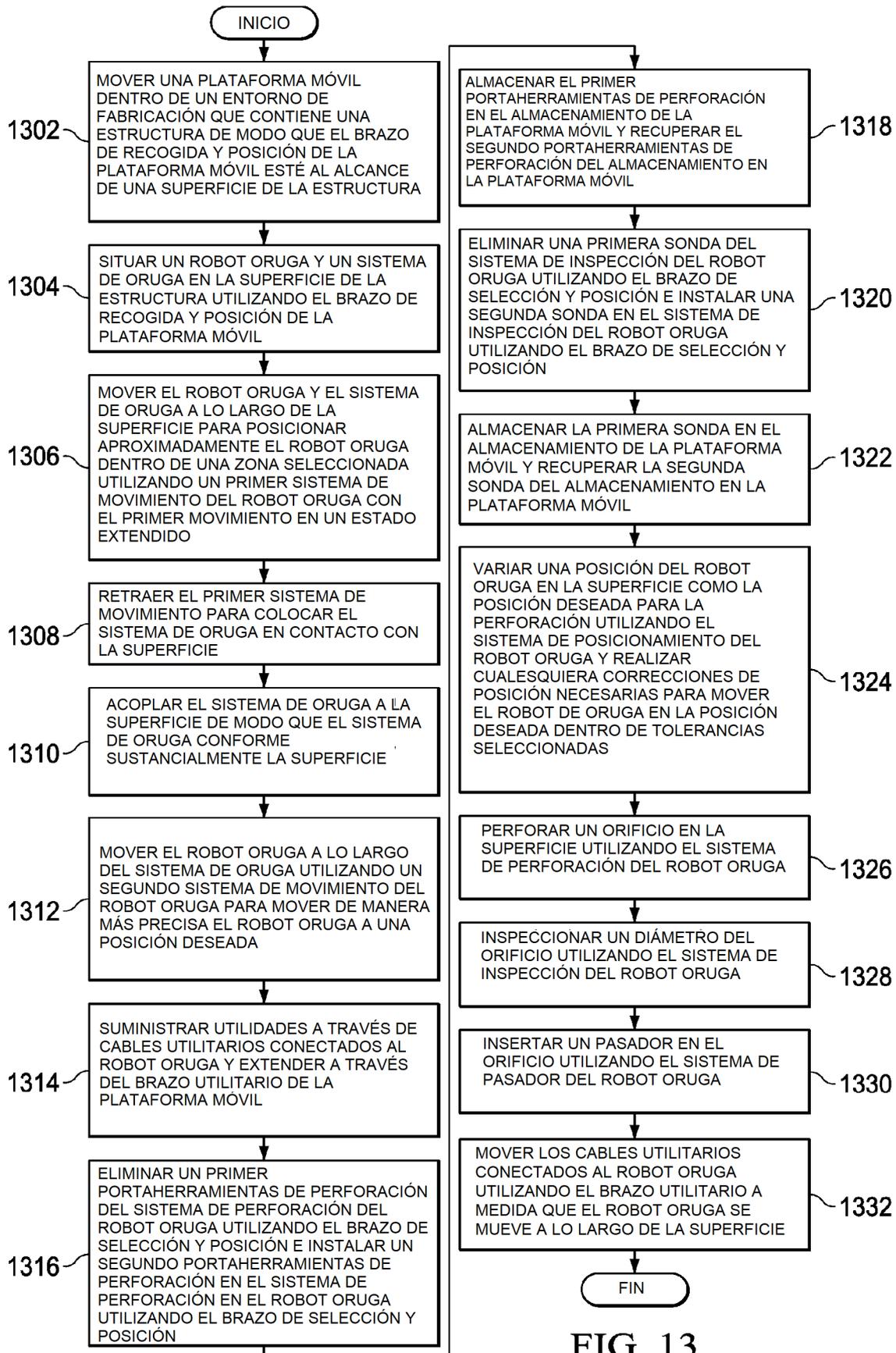


FIG. 13

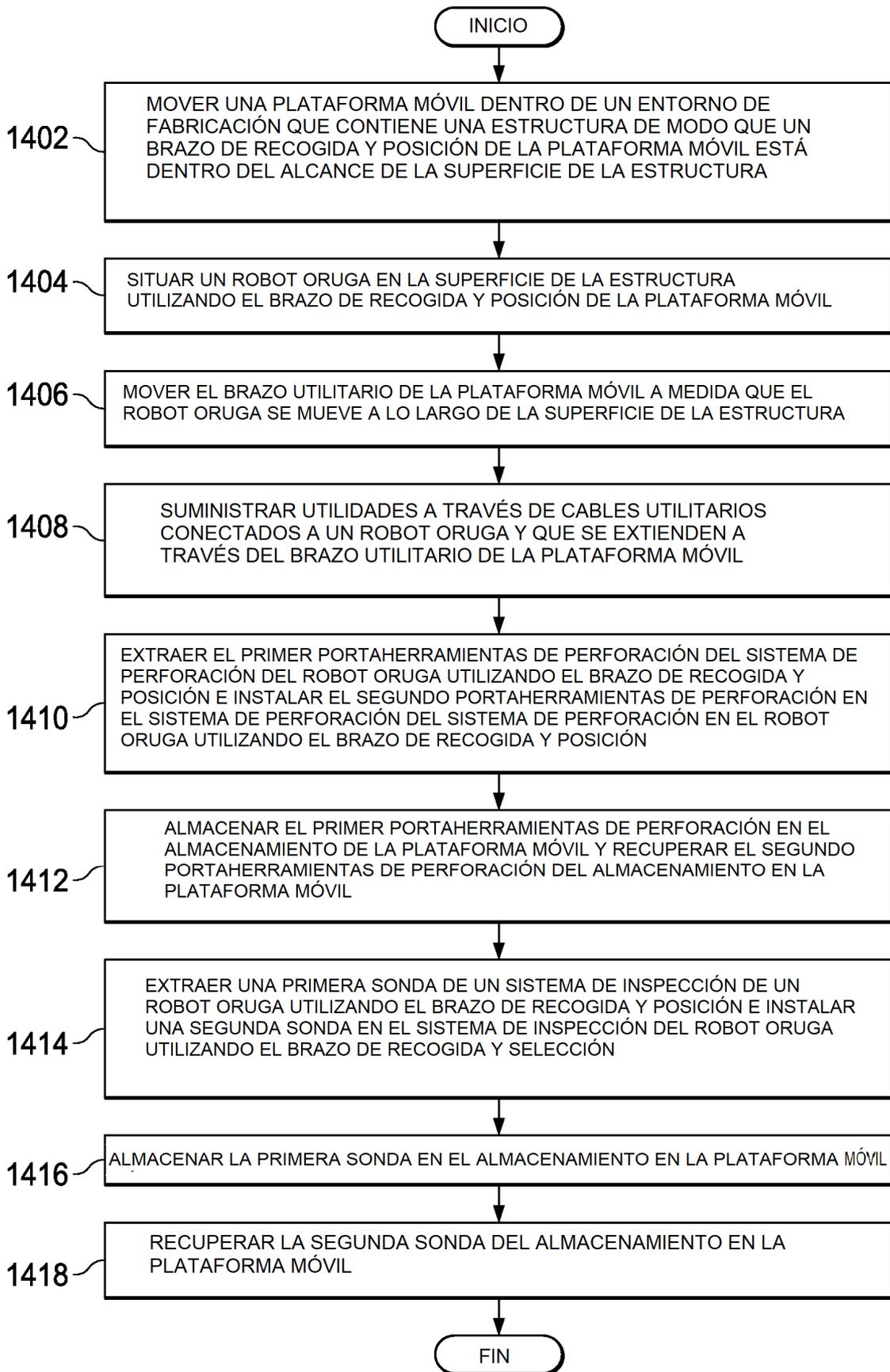


FIG. 14

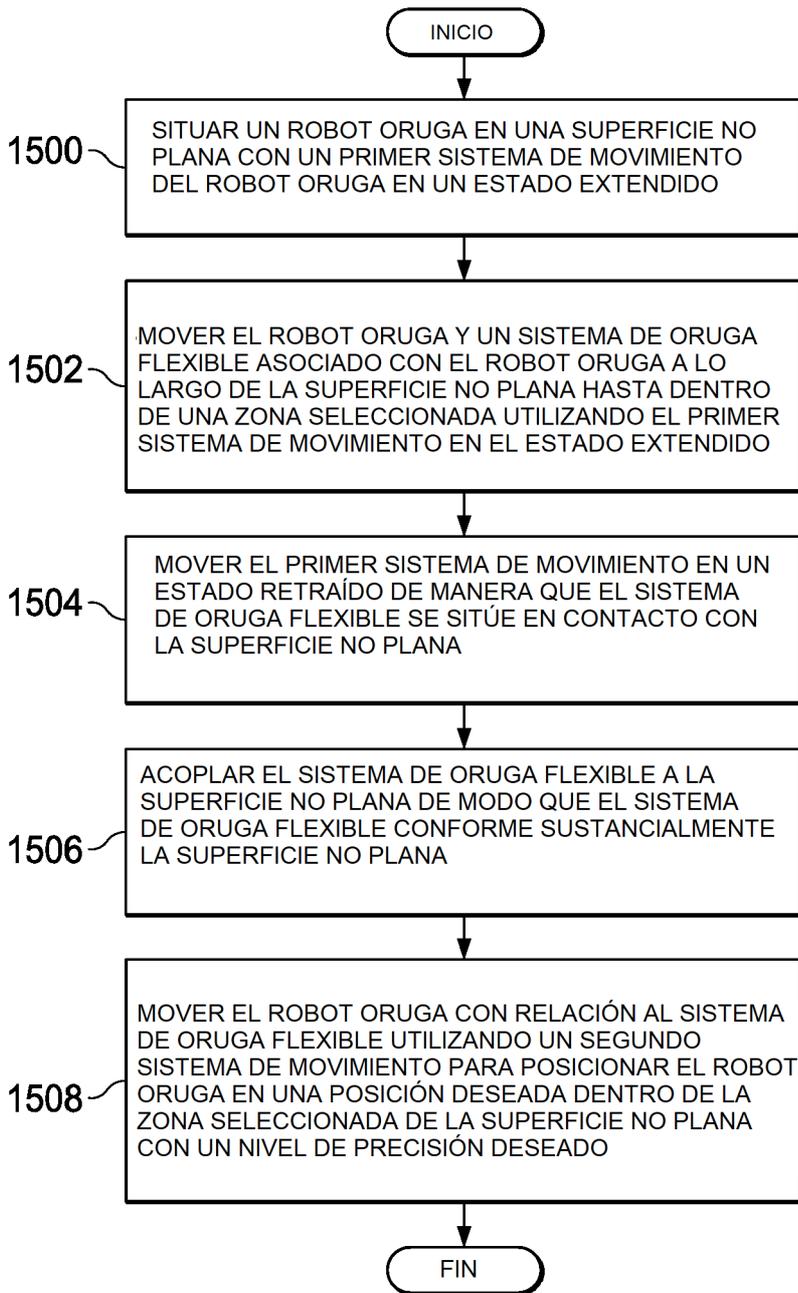


FIG. 15

