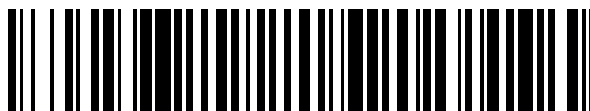


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 700 282**

51 Int. Cl.:

**G05D 1/02** (2006.01)

**G01B 21/04** (2006.01)

**G05B 19/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.07.2014 E 14175316 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.09.2018 EP 2821877**

54 Título: **Sistema de monumento montado en robótica para sistemas de metrología**

30 Prioridad:

**02.07.2013 US 201313933354**

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

**14.02.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**COBB, JAMES M.;  
TRAUTMAN, PETER FREDERICK y  
SJOHOLM, PAUL FREDRIC**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 700 282 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Sistema de monumento montado en robótica para sistemas de metrología

Información de antecedentes

1. Campo:

- 5 La presente divulgación se refiere generalmente a los monumentos usados por los sistemas de metrología y, en particular, a los monumentos que están montados en robots. Todavía más particularmente, la presente divulgación se refiere a un método y aparato para rastrear puntos de referencia móviles usando un sistema de monumento montado en robótica.

2. Antecedentes:

- 10 Los monumentos a menudo se pueden usar en ambientes en los que se usan sistemas de metrología. Un sistema de metrología puede ser cualquier sistema configurado para generar mediciones para uno o más parámetros. Ejemplos de sistemas de metrología pueden incluir, pero no limitarse a, sistemas de medición óptica, sistemas de captura de movimiento, sistemas de rastreo láser, sistemas de formación de imágenes, sistemas de radar, sistemas de posicionamiento global, sistemas de formación de imágenes térmicas, y otros tipos de sistemas de sensor.

- 15 Como se usa aquí, un "monumento" para un sistema de metrología puede ser una estructura rígida que se puede usar como un punto de referencia por el sistema de metrología. Un monumento que se usa para un sistema de metrología también puede referirse como un monumento de metrología. Los monumentos de metrología para un sistema de metrología pueden necesitar ser ubicados de tal manera que haya una línea de visión clara entre los monumentos de metrología y el sistema de metrología.

- 20 Típicamente, los monumentos de metrología se pueden poner en ubicaciones fijas dentro del área en la que se usará el sistema de metrología. El área puede ser, por ejemplo, sin limitación, un área de fabricación, un área de prueba, un área de ensamblaje, o algún otro tipo de área. Sin embargo, en algunas situaciones, las ubicaciones en las que se ponen estos monumentos de metrología pueden limitar la línea de visión clara entre los monumentos de metrología y el sistema de metrología.

- 25 Como un ejemplo ilustrativo, un ambiente de fabricación flexible puede usar vehículos guiados automatizados (AGV's) para transportar grandes estructuras aeroespaciales a lo largo de una línea de ensamblaje de fábrica. Los vehículos guiados automatizados pueden requerir que las superficies sobre las que se mueven estos vehículos sean sustancialmente planas, lisas, y libres de obstrucciones. Por consiguiente, dentro de este tipo de ambiente, las ubicaciones potenciales en las que se pueden poner los monumentos de metrología pueden limitarse a las ubicaciones en los lados del área de trabajo. Puede que estas ubicaciones no siempre proporcionen las líneas de visión claras que se necesitan entre un sistema de metrología y los monumentos de metrología.

- 30 Algunos monumentos de metrología actualmente disponibles pueden ponerse en plataformas móviles tal como, por ejemplo, sin limitación, carretillas. Estos monumentos de metrología luego se pueden desenrollar manualmente en el área de trabajo cuando sea necesario por un sistema de metrología y desenrollar manualmente fuera del área de trabajo cuando no sea necesario por el sistema de metrología. De esta manera, el sistema de metrología puede almacenarse fuera del camino hasta que sea necesario.

- 35 Sin embargo, mover manualmente los monumentos de metrología dentro y fuera del área de trabajo puede plantear preocupaciones de seguridad para los trabajadores que mueven los monumentos de metrología. En particular, los ambientes de trabajo tales como, por ejemplo, sin limitación, los ambientes de fábrica altamente automatizados, pueden presentar problemas de seguridad para los trabajadores. Por lo tanto, sería deseable tener un método y un aparato que tomen en cuenta al menos algunos de los problemas mencionados anteriormente, así como otros posibles problemas.

- 40 El documento US 2013/0017838 A1 divulga un sistema de banco de prueba para el desarrollo de naves espaciales.

Resumen

- 45 En un ejemplo ilustrativo, un aparato puede comprender un número de vehículos robóticos y un número de monumentos asociados con el número de vehículos robóticos. El número de vehículos robóticos puede configurarse para moverse en un ambiente.

- 50 En otra realización ilustrativa, un sistema de monumento para uso con un número de sistemas de medición en un ambiente de fabricación flexible puede comprender un número de monumentos, un número de vehículos robóticos, y un controlador principal. Cada sistema de medición en el número de sistemas de medición en el ambiente de fabricación flexible puede configurarse para generar un número de mediciones de posición para el número de monumentos para usar en la alineación del número de sistemas de medición con un sistema de coordenadas de referencia. Se puede seleccionar un monumento en el número de monumentos de uno de un dispositivo de sensor,

- un número de dispositivos de sensor, un objetivo, y una estructura rígida. El número de vehículos robóticos puede configurarse para moverse en un ambiente. Un vehículo robótico en el número de vehículos robóticos puede comprender una base, una estructura de monumento asociada de manera removible con la base, un sistema de movimiento asociado con la base, un sistema de sensor asociado con la base, y una unidad de control asociada con la base. La estructura de monumento puede configurarse para soportar y mantener un conjunto de monumentos en el número de monumentos. La estructura de monumento puede comprender un sistema de posicionamiento configurado para al menos una posición u orientar un monumento en el conjunto de monumentos en relación con la base. El sistema de movimiento puede configurarse para mover el vehículo robótico. El sistema de sensor puede configurarse para generar datos de sensor. La unidad de control puede configurarse para recibir los datos de sensor. La unidad de control puede usar los datos de sensor para controlar el sistema de movimiento. El controlador principal puede configurarse para transformar un número de mediciones de posición generadas por cada uno del número de sistemas de medición a un sistema de coordenadas de referencia para alinear el número de sistemas de medición al sistema de coordenadas de referencia.
- En aún otro ejemplo ilustrativo, se puede proporcionar un método para alinear un número de sistemas de medición con un sistema de coordenadas de referencia. Se pueden asociar un número de monumentos con un número de vehículos robóticos configurados para moverse dentro de un ambiente. El número de vehículos robóticos se puede mover con el número de monumentos al ambiente para usar en la alineación del número de sistemas de medición con el sistema de coordenadas de referencia.
- En aún todavía otra realización ilustrativa, se puede proporcionar un método para alinear un número de sistemas de medición con un sistema de coordenadas de referencia. El sistema de coordenadas de referencia puede seleccionarse entre uno de un sistema de coordenadas para un sistema de medición en el número de sistemas de medición y un sistema de coordenadas para un ambiente. Un número de vehículos robóticos que tienen un número de monumentos asociados con el número de vehículos robóticos se pueden mover a un número de posiciones óptimas dentro de un ambiente de fabricación flexible basado en un algoritmo de optimización configurado para identificar el número de posiciones óptimas que permiten una calibración óptima del número de monumentos a alcanzar. Un número de mediciones de posición generadas por cada sistema de medición en el número de sistemas de medición posicionados en el ambiente pueden transformarse en el sistema de coordenadas de referencia para usar en la alineación del número de sistemas de medición con el sistema de coordenadas de referencia. Una estructura de monumento que mantiene un conjunto de monumentos en el número de monumentos en un vehículo robótico en el número de vehículos robóticos se puede eliminar al menos uno de agregar un monumento, eliminar un monumento, y reemplazar un monumento en el conjunto de monumentos. El número de vehículos robóticos se pueden mover fuera del ambiente cuando el número de sistemas de medición ha completado la generación de mediciones para un número de objetos en los que se realizan operaciones dentro del ambiente.
- En resumen, de acuerdo con un aspecto se proporciona un aparato que incluye un número de vehículos (118) robóticos configurados para moverse en un ambiente (100); y un número de monumentos (116) asociados con el número de vehículos (118) robóticos.
- Opcionalmente, el aparato incluye además un número de sistemas (102) de medición en el ambiente (100), en donde cada uno de los números de sistemas (102) de medición está configurado para generar un número de mediciones (148) de posición para el número de monumentos (116) para usar en la alineación del número de sistemas (102) de medición con un sistema (150) de coordenadas de referencia.
- Opcionalmente, el aparato en donde el número de mediciones (148) de posición se usa para alinear el número de sistemas (102) de medición con el sistema (150) de coordenadas de referencia de tal manera que las mediciones (103) generadas por el número de sistemas (102) de medición puedan procesarse de acuerdo con el sistema (150) de coordenadas de referencia.
- Opcionalmente, el aparato incluye además un controlador (140) principal configurado para transformar el número de mediciones (148) de posición generadas por cada uno del número de sistemas (102) de medición en el sistema (150) de coordenadas de referencia para alinear el número de sistemas (102) de medición al sistema (150) de coordenadas de referencia.
- Opcionalmente, el aparato en donde el número de sistemas (102) de medición incluye al menos uno de un sistema (104) de medición óptica, un dispositivo (106) de rastreo láser, un sistema (108) de rastreo de posición, un sistema (110) de formación de imágenes, y un sistema (112) de captura de movimiento.
- Opcionalmente, el aparato en donde el sistema (150) de coordenadas de referencia se selecciona entre uno de un sistema de coordenadas para un sistema de medición en el número de sistemas (102) de medición y un sistema de coordenadas para el ambiente (100).
- Opcionalmente, el aparato en donde un vehículo (120) robótico en el número de vehículos (118) robóticos incluye una base (122); y una estructura (124) de monumento asociada de manera removible con la base (122), en donde la estructura (124) de monumento está configurada para soportar y mantener un conjunto de monumentos (132) en el número de monumentos (116).

Opcionalmente, el aparato en donde la estructura (124) de monumento incluye un sistema (144) de posicionamiento configurado para al menos una posición u orientar un monumento en el conjunto de monumentos (132) con relación a la base (122).

- 5 Opcionalmente, el aparato en donde el vehículo (120) robótico incluye además un sistema (126) de movimiento asociado con la base (122) y configurado para mover el vehículo (120) robótico; un sistema (128) de sensor asociado con la base (122) y configurado para generar datos (138) de sensor; y una unidad (130) de control asociada con la base (122) y configurada para recibir los datos (138) de sensor, en donde la unidad (130) de control usa los datos (138) de sensor para controlar el sistema (126) de movimiento.

Opcionalmente, el aparato en donde el sistema (126) de movimiento es un sistema (135) de movimiento holonómico.

- 10 Opcionalmente, el aparato en donde se selecciona un monumento en el número de monumentos (116) entre uno de un dispositivo de sensor, un número de dispositivos de sensor, un objetivo, y una estructura rígida.

Opcionalmente, el aparato en donde el número de vehículos (118) robóticos y el número de monumentos (116) forman un sistema (114) de monumentos.

Opcionalmente, el aparato en donde el ambiente (100) es un ambiente de fabricación flexible.

- 15 De acuerdo con otro aspecto se proporciona un sistema (114) de monumento para uso con un número de sistemas (102) de medición en un ambiente de fabricación flexible, el sistema (114) de monumento que incluye un número de monumentos (116) en los que cada sistema de medición en el número de sistemas (102) de medición en el ambiente de fabricación flexible está configurado para generar un número de mediciones (148) de posición para el número de monumentos (116) para usar en la alineación del número de sistemas (102) de medición con un sistema (150) de coordenadas de referencia y en el que se selecciona un monumento en el número de monumentos (116) entre uno de un dispositivo de sensor, un número de dispositivos de sensor, un objetivo, y una estructura rígida; un número de vehículos (118) robóticos configurados para moverse en un ambiente (100) en el que un vehículo (120) robótico en el número de vehículos (118) robóticos incluye una base (122); una estructura (124) de monumento de manera removible asociada con la base (122) en la que la estructura (124) de monumento está configurada para soportar y mantener un conjunto de monumentos (132) en el número de monumentos (116) y en la que la estructura (124) de monumento comprende un sistema (144) de posicionamiento configurado para al menos una posición u orientar un monumento en el conjunto de monumentos (132) en relación con la base (122); un sistema (126) de movimiento asociado con la base (122) y configurado para mover el vehículo (120) robótico; un sistema (128) de sensor asociado con la base (122) y configurado para generar datos (138) de sensor; y una unidad (130) de control asociada con la base (122) y configurada para recibir los datos (138) de sensor, en donde la unidad (130) de control usa los datos (138) de sensor para controlar el sistema (126) de movimiento; y un controlador (140) principal configurado para transformar el número de mediciones (148) de posición generadas por cada uno del número de sistemas (102) de medición en el sistema (150) de coordenadas de referencia para alinear el número de sistemas (102) de medición con el sistema (150) de coordenadas de referencia.

- 35 De acuerdo con aún otro aspecto se proporciona un método para alinear un número de sistemas (102) de medición con un sistema (150) de coordenadas de referencia, el método incluye la asociación de un número de monumentos (116) con un número de vehículos (118) robóticos configurados para moverse dentro de un ambiente (100); y mover el número de vehículos (118) robóticos con el número de monumentos (116) al ambiente (100) para usar en la alineación del número de sistemas (102) de medición con el sistema de coordenadas de referencia (150).

- 40 Opcionalmente, el método incluye además la generación, por cada sistema de medición en el número de sistemas (102) de medición, un número de mediciones (148) de posición para el número de monumentos (116).

Opcionalmente, el método incluye además transformar (402) el número de mediciones (148) de posición generadas por cada sistema de medición en el número de sistemas (102) de medición al sistema (150) de coordenadas de referencia para usar en la alineación del número de sistemas (102) de medición al sistema (150) de coordenadas de referencia.

- 45 Opcionalmente, el método en donde alinear el número de sistemas (102) de medición con el sistema (150) de coordenadas de referencia permite que las mediciones (103) generadas por cada uno del número de sistemas (102) de medición se procesen con respecto al sistema (150) de coordenadas de referencia.

- 50 Opcionalmente, el método incluye además seleccionar (504) el sistema (150) de coordenadas de referencia entre uno de un sistema de coordenadas para un sistema (146) de medición en el número de sistemas (102) de medición y un sistema de coordenadas para el ambiente (100).

Opcionalmente, el método en donde mover el número de vehículos (118) robóticos al ambiente (100) incluye mover el número de vehículos (118) robóticos con el número de monumentos (116) a un número de posiciones (141) óptimas dentro del ambiente (100).

- 5 Opcionalmente, el método en donde mover el número de vehículos (118) robóticos con el número de monumentos (116) al número de posiciones (141) óptimas dentro del ambiente (100) incluye mover (502) el número de vehículos (118) robóticos al número de posiciones (141) óptimas dentro del ambiente (100) basado en un algoritmo (139) de optimización configurado para identificar el número de posiciones (141) óptimas que permiten lograr la calibración óptima del número de monumentos (116).
- Opcionalmente, el método en donde asociar el número de monumentos (116) con el número de vehículos (118) robóticos incluye montar un conjunto de monumentos (132) en el número de monumentos (116) en una estructura (124) de monumento en un vehículo robótico en el número de vehículos (118) robóticos.
- 10 Opcionalmente, el método incluye además cambiar una posición de un monumento en el conjunto de monumentos (132) en relación con la estructura (124) de monumento en el vehículo robótico.
- Opcionalmente, el método incluye además cambiar la orientación de un monumento en el conjunto de monumentos (132) en relación con la estructura (124) de monumento en el vehículo robótico.
- 15 Opcionalmente, el método incluye además eliminar la estructura (124) de monumento que mantiene el conjunto de monumentos (132) en el número de monumentos (116) en un vehículo (120) robótico en el número de vehículos (118) robóticos a al menos uno de agregar un monumento a, eliminar un monumento de, o reemplazar un monumento en el conjunto de monumentos (132) montado en la estructura (124) de monumento.
- Opcionalmente, el método incluye además mover el número de vehículos (118) robóticos con el número de monumentos (116) fuera del ambiente (100) cuando el número de sistemas (102) de medición ha completado la generación de mediciones (103) para un número de objetos en los que se realizan operaciones dentro del ambiente (100).
- 20 De acuerdo con todavía otro aspecto se proporciona un método para alinear un número de sistemas (102) de medición con un sistema (150) de coordenadas de referencia, el método incluye seleccionar (504) el sistema (150) de coordenadas de referencia entre uno de un sistema de coordenadas para un sistema (146) de medición en el número de sistemas (102) de medición y un sistema de coordenadas para un ambiente (100); mover un número de vehículos (118) robóticos que tienen un número de monumentos (116) asociados con el número de vehículos (118) robóticos a un número de posiciones (141) óptimas dentro de un ambiente de fabricación flexible basado en un algoritmo (139) de optimización configurado para identificar el número de posiciones (141) óptimas que permiten lograr la calibración óptima del número de monumentos (116); transformar un número de mediciones (148) de posición generadas por cada sistema de medición en el número de sistemas (102) de medición posicionados en el ambiente (100) al sistema (150) de coordenadas de referencia para usar en la alineación del número de sistemas (102) de medición al sistema (150) de coordenadas de referencia; eliminar una estructura (124) de monumento que mantiene un conjunto de monumentos (132) en el número de monumentos (116) en un vehículo (120) robótico en el número de vehículos (118) robóticos para al menos uno de agregar un monumento, eliminar un monumento, y reemplazar un monumento en el conjunto de monumentos (132); y mover el número de vehículos (118) robóticos fuera del ambiente (100) cuando el número de sistemas (102) de medición ha completado la generación de mediciones (103) para un número de objetos en los que se realizan operaciones dentro del ambiente (100) .
- 25 30 35
- Las características y funciones pueden lograrse independientemente en diversas realizaciones de la presente divulgación o pueden combinarse en aún otras realizaciones en las que se pueden ver detalles adicionales con referencia a la siguiente descripción y dibujos.
- 40 Breve descripción de los dibujos
- Las características novedosas que se creen características de las realizaciones ilustrativas se establecen en las reivindicaciones anexas. Sin embargo, las realizaciones ilustrativas, así como un modo preferido de uso, objetivos adicionales y características de las mismas, se entenderán mejor por referencia a la siguiente descripción detallada de una realización ilustrativa de la presente divulgación cuando se lea en conjunción con los dibujos acompañantes, en donde:
- 45 La figura 1 es una ilustración de un ambiente en el que se usan un número de sistemas de medición en la forma de un diagrama de bloques de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La figura 2 es una ilustración de un vehículo robótico de acuerdo con una realización ilustrativa;
- 50 La figura 3 es una ilustración de un ambiente en el que se usan un número de sistemas de medición para generar mediciones de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La figura 4 es una ilustración de un proceso para alinear un número de sistemas de medición a un sistema de coordenadas de referencia en la forma de un diagrama de flujo de acuerdo con una realización ilustrativa;
- La figura 5 es una ilustración de un proceso para alinear un número de sistemas de medición con un sistema de coordenadas de referencia en la forma de un diagrama de flujo de acuerdo con una realización ilustrativa;

La figura 6 es una ilustración de un sistema de procesamiento de datos en la forma de un diagrama de bloques de acuerdo con una realización ilustrativa;

La figura 7 es una ilustración de un método de fabricación y servicio de aeronave en la forma de un diagrama de bloques de acuerdo con una realización ilustrativa; y

- 5 La Figura 8 es una ilustración de una aeronave en la forma de un diagrama de bloques en el que se puede implementar una realización ilustrativa.

Descripción detallada

10 Las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta diferentes consideraciones. Por ejemplo, las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que puede ser deseable tener un sistema automatizado para mover monumentos de metrología dentro y fuera de áreas de trabajo que no requieren operadores humanos. En particular, las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que puede ser beneficioso montar monumentos de metrología en vehículos robóticos.

15 De este modo, las realizaciones ilustrativas proporcionan un método y aparato para usar monumentos de metrología para alinear sistemas de medición. En otro ejemplo ilustrativo, se puede proporcionar un método para alinear un número de sistemas de medición con un sistema de coordenadas de referencia. Un número de vehículos robóticos se pueden mover a un ambiente. Un número de monumentos pueden estar asociados con el número de vehículos robóticos. Un número de mediciones de posición generadas por cada sistema de medición en el número de sistemas de medición posicionados en el ambiente pueden transformarse en el sistema de coordenadas de referencia para usar en la alineación del número de sistemas de medición con el sistema de coordenadas de referencia.

20 Refiriéndose ahora a las figuras y, en particular, con referencia a la figura 1, se ilustra una ilustración de un ambiente en el que se usa un número de sistemas de medición representados en la forma de un diagrama de bloques de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, el ambiente 100 puede ser un ambiente en el que se puede usar el número de sistemas 102 de medición.

25 Como se usa aquí, un "número de" artículos puede ser uno o más artículos. De esta manera, el número de sistemas 102 de medición puede incluir uno o más sistemas de medición. El número de sistemas 102 de medición se puede configurar para generar mediciones 103 dentro del ambiente 100. Las mediciones 103 pueden ser mediciones de un número de objetos en los que se realizan operaciones dentro del ambiente 100. Estas operaciones pueden incluir, por ejemplo, sin limitación, operaciones de prueba, operaciones de perforación, operaciones de ensamblaje, operaciones de fabricación, operaciones de inspección, operaciones de formación de imágenes, operaciones de revisión, y/u otros tipos de operaciones.

30 El ambiente 100 puede tomar un número de formas diferentes, dependiendo de la implementación. El ambiente 100 puede adoptar la forma de, por ejemplo, sin limitación, un área de fábrica, una celda de trabajo en un ambiente de fabricación flexible, un área de fabricación, un ambiente exterior, un área dentro de un edificio, un laboratorio, un ambiente de prueba, una sección de carretera, una región de espacio aéreo, una región de espacio, un ambiente submarino, un área de almacenamiento, un aeropuerto, o algún otro tipo de ambiente.

35 En este ejemplo ilustrativo, un sistema de medición en número de sistemas 102 de medición puede ser cualquier tipo de sistema o dispositivo configurado para generar mediciones para uno o más parámetros. En algunos casos, un sistema de medición en número de sistemas 102 de medición puede referirse como un sistema de metrología.

40 El número de sistemas 102 de medición puede incluir cualquier número de diferentes tipos de sistemas de medición. El número de sistemas 102 de medición puede incluir al menos uno de, por ejemplo, sin limitación, sistema 104 de medición óptica, dispositivo 106 de rastreo láser, sistema 108 de rastreo de posición, sistema 110 de formación de imágenes, sistema 112 de captura de movimiento, o algún otro tipo de sistema o dispositivo de medición. En este ejemplo ilustrativo, el sistema de 108 rastreo de posición puede tomar la forma entre uno de un sistema de posicionamiento global que usa una red satelital, un sistema de posicionamiento óptico, un sistema de posicionamiento magnético, un sistema de rastreo a gran escala, o algún otro tipo de sistema de rastreo de posición .

45 Como se usa aquí, la frase "al menos uno de", cuando se usa con una lista de artículos, significa que se pueden usar diferentes combinaciones de uno o más de los artículos enumerados y solo se puede necesitar uno de los artículos de la lista. El artículo puede ser un objeto, cosa, o categoría particular. En otras palabras, "al menos uno de" significa que se puede usar cualquier combinación de artículos o número de artículos de la lista, pero no todos los artículos en la lista pueden ser necesarios.

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

Dependiendo de la implementación, un sistema de medición en número de sistemas 102 de medición puede configurarse para estar estacionario dentro del ambiente 100 o móvil. Por ejemplo, sin limitación, un sistema de medición en número de sistemas 102 de medición puede estar asociado con una plataforma estacionaria o una plataforma móvil.

5 En este ejemplo ilustrativo, el sistema 114 de monumento se puede configurar para usar con el número de sistemas 102 de medición. El sistema 114 de monumento se puede usar para proporcionar puntos de referencia para las mediciones 103 generadas por el número de sistemas 102 de medición.

10 Como se representa, el sistema 114 de monumento puede incluir el número de monumentos 116 y el número de vehículos 118 robóticos. Como se usa aquí, un "monumento", tal como uno del número de monumentos 116, puede ser cualquier objeto que pueda usarse para proporcionar un punto de referencia para al menos uno del número de sistemas 102 de medición. Un monumento puede tomar la forma de un dispositivo de sensor, un número de dispositivos de sensor, un objetivo, una estructura rígida, o algún otro tipo de objeto.

15 El número de monumentos 116 se puede configurar para asociarse con el número de vehículos 118 robóticos. Dependiendo de la implementación, uno o más del número de monumentos 116 se pueden montar en cada uno del número de vehículos 118 robóticos. Como se usa aquí, un "vehículo robótico", tal como uno del número de vehículos 118 robóticos, puede ser cualquier tipo de plataforma móvil que pueda configurarse para moverse autónomamente o semiautónomamente.

20 El vehículo 120 robótico puede ser un ejemplo de uno del número de vehículos 118 robóticos. En algunos casos, el vehículo 120 robótico puede referirse como un *monubot*. El vehículo 120 robótico puede incluir la base 122, estructura 124 de monumento, sistema 126 de movimiento, sistema 128 de sensor, y unidad 130 de control.

25 La base 122 puede ser, por ejemplo, sin limitación, el andamiaje estructural primario de vehículo 120 robótico. La estructura 124 de monumento, sistema 126 de movimiento, sistema 128 de sensor, y unidad 130 de control pueden configurarse para asociarse con la base 122. Dependiendo de la implementación, uno o más de la estructura 124 de monumento, sistema 126 de movimiento, sistema 128 de sensor, y unidad 130 de control pueden asociarse de manera removible con la base 122.

30 Como se usa aquí, cuando un componente está "asociado" con otro componente, la asociación es una asociación física en los ejemplos representados. Por ejemplo, se puede considerar que un primer componente, tal como la estructura 124 de monumento, está asociado con un segundo componente, tal como la base 122, asegurándose al segundo componente, unido al segundo componente, montado al segundo componente, soldado al segundo componente, fijado al segundo componente, y/o conectado al segundo componente de alguna otra manera adecuada. El primer componente también se puede conectar al segundo componente usando un tercer componente. Adicionalmente, se puede considerar que el primer componente está asociado con el segundo componente formándose como parte de y/o como una extensión del segundo componente.

35 Un primer componente puede asociarse de manera removible con un segundo componente cuando el primer componente se une al segundo componente y luego se remueve del segundo componente. En algunos casos, el primer componente se puede luego reunir al segundo componente.

En este ejemplo ilustrativo, la estructura 124 de monumento puede configurarse para mantener y soportar el conjunto de monumentos 132 en el número de monumentos 116. Como se usa aquí, un "conjunto de" artículos puede ser uno o más artículos. De esta manera, el conjunto de monumentos 132 puede incluir uno o más monumentos.

40 El sistema 126 de movimiento se puede usar para mover el vehículo 120 robótico dentro del ambiente 100. El sistema 126 de movimiento puede incluir el número de dispositivos 134 de movimiento. El número de dispositivos 134 de movimiento puede incluir, por ejemplo, sin limitación, al menos uno de una rueda, una rueda holonómica, un rodillo, un deslizador, un cojinete de aire, un cojinete esférico, o algún otro tipo de dispositivo de movimiento.

45 Una rueda holonómica puede ser una rueda omnidireccional. En otras palabras, una rueda holonómica puede configurarse para moverse en cualquier dirección dentro de aproximadamente 360 grados. Cuando el número de dispositivos 134 de movimiento incluye un número de ruedas holonómicas, el sistema 126 de movimiento puede referirse como sistema 135 de movimiento holonómico. El sistema 135 de movimiento holonómico puede incluir otros componentes además del número de dispositivos 134 de movimiento. Por ejemplo, sin limitación, el sistema 135 de movimiento holonómico puede incluir cualquier número de motores de accionamiento, baterías, unidades de control, y/u otros componentes.

50 En este ejemplo ilustrativo, el sistema 128 de sensor puede incluir el número de dispositivos 136 de sensor. El número de dispositivos 136 de sensor puede incluir al menos uno de, por ejemplo, sin limitación, un sensor de navegación, un dispositivo de rastreo de posición, un sensor de formación de imágenes, un escáner láser bidimensional, un escáner láser tridimensional, o algún otro tipo de dispositivo de sensor. El sistema 128 de sensor puede configurarse para generar datos 138 de sensor que pueden usarse para navegar el vehículo 120 robótico dentro del ambiente 100.

55

- 5 La unidad 130 de control puede implementarse usando hardware, software, o una combinación de los dos. En un ejemplo ilustrativo, la unidad 130 de control puede implementarse en la forma de una unidad de procesador. Por supuesto, en otros ejemplos ilustrativos, la unidad 130 de control puede implementarse usando al menos uno de un sistema de ordenador, un número de ordenadores en comunicación entre sí, un microprocesador, un circuito integrado, un circuito electrónico o algún otro tipo de procesador .
- En algunos ejemplos ilustrativos, toda la unidad 130 de control puede implementarse en el vehículo 120 robótico. En otros ejemplos ilustrativos, una porción de unidad 130 de control puede implementarse de manera remota. Por ejemplo, sin limitación, una porción de unidad 130 de control puede implementarse dentro de un ordenador en una ubicación remota al vehículo 120 robótico.
- 10 La unidad 130 de control puede configurarse para comunicarse con el sistema 128 de sensor. En particular, la unidad 130 de control puede configurarse para recibir datos 138 de sensor desde el sistema 128 de sensor. En algunos casos, la unidad 130 de control también puede configurarse para controlar el sistema 128 de sensor.
- En este ejemplo ilustrativo, la unidad 130 de control puede usar datos 138 de sensor para controlar el movimiento del vehículo 120 robótico dentro del ambiente 100. Por ejemplo, sin limitación, la unidad 130 de control puede usar datos 138 de sensor para controlar el sistema 126 de movimiento. En particular, la unidad 130 de control puede controlar el número de dispositivos 134 de movimiento para mover el vehículo 120 robótico dentro del ambiente 100.
- 15 Cada vehículo robótico en número de vehículos 118 robóticos puede implementarse de manera similar al vehículo 120 robótico. De esta manera, cada uno del número de vehículos 118 robóticos puede configurarse para tener una base, una estructura de monumento, un sistema de movimiento, un sistema de sensor, y una unidad de control similares a la base 122, estructura 124 de monumento, sistema 126 de movimiento, sistema 128 de sensor y unidad 130 de control, respectivamente.
- 20 En algunos ejemplos ilustrativos, la unidad de control en cada vehículo robótico en número de vehículos 118 robóticos puede configurarse para comunicarse con las otras unidades de control en los otros vehículos robóticos en número de vehículos 118 robóticos. De esta manera, estas unidades de control pueden ser capaces de coordinar el movimiento de número de vehículos 118 robóticos dentro del ambiente 100. En particular, estas unidades de control pueden ser capaces de coordinar el movimiento de número de vehículos 118 robóticos dentro del ambiente 100.
- 25 En otros ejemplos ilustrativos, la unidad de control en cada vehículo robótico en número de vehículos 118 robóticos puede configurarse para operar independientemente de las otras unidades de control. Por ejemplo, la unidad 130 de control en el vehículo 120 robótico puede usar datos 138 de sensor obtenidos del sistema 128 de sensor para rastrear las posiciones de otros vehículos robóticos en número de vehículos 118 robóticos dentro del ambiente 100.
- 30 Adicionalmente, en algunos casos, la unidad de control en cada vehículo robótico en número de vehículos 118 robóticos puede configurarse para comunicarse con el controlador 140 principal. El número de vehículos 118 robóticos puede comunicarse con el controlador 140 principal de manera inalámbrica en estos ejemplos. El controlador 140 principal puede ser un controlador primario dentro del ambiente 100. El controlador 140 principal puede configurarse para controlar las operaciones realizadas dentro del ambiente 100.
- 35 El controlador 140 principal puede configurarse para comunicarse con y/o controlar el número de sistemas 102 de medición. En algunos casos, el controlador 140 principal puede configurarse para comunicarse y/o controlar el número de vehículos 118 robóticos.
- 40 Dependiendo de la implementación, el controlador 140 principal puede implementarse usando hardware, software o una combinación de los dos. En un ejemplo ilustrativo, el controlador 140 principal puede implementarse usando el sistema 142 de ordenador. El sistema 142 de ordenador puede estar compuesto por uno o más ordenadores. Cuando más de un ordenador está presente en el sistema 142 de ordenador, estos ordenadores pueden estar en comunicación entre sí.
- 45 En este ejemplo ilustrativo, antes del número de sistemas 102 de medición que se usa para generar mediciones 103 dentro del ambiente 100, el número de vehículos 118 robóticos que llevan el número de monumentos 116 se puede mover al ambiente 100. Cada uno del número de vehículos 118 robóticos se puede mover a una posición dentro del ambiente 100 que permite una calibración óptima del conjunto de monumentos montados en la estructura de monumento de cada uno del número de vehículos 118 robóticos. En particular, la unidad de control en cada uno del número de vehículos 118 robóticos puede usar el algoritmo 139 de optimización para identificar número de posiciones 141 óptimas que pueden proporcionar una calibración óptima del conjunto de monumentos montados en el vehículo robótico.
- 50 La calibración óptima del conjunto de monumentos montados en el vehículo robótico se puede lograr cuando se tienen en cuenta un número de factores seleccionados. El algoritmo 139 de optimización puede configurarse para tener en cuenta estos factores seleccionados. Un factor puede ser el número real de vehículos robóticos en número de vehículos 118 robóticos que se necesitan. Otro factor puede ser el área de piso común más grande que está dentro del rango de trabajo de todo el número de sistemas 102 de medición. En otras palabras, se puede tener en cuenta el
- 55



área común más grande dentro del cual todo el número de sistemas 102 de medición pueden moverse y/o realizar operaciones.

5 Aún otro factor puede ser que la posición de cada vehículo robótico en el número de vehículos 118 robóticos pueda necesitar permitir que el vehículo robótico esté orientado espacialmente de tal manera que cualquier sistema de medición en el número de sistemas 102 de medición que incluya uno o más sensores dependientes de dirección pueda necesitar ser capaz de apuntar al vehículo robótico. Por supuesto, dependiendo de la implementación, se pueden tener en cuenta otros factores al identificar el número de posiciones 141 óptimas. En un ejemplo ilustrativo, el algoritmo 139 de optimización puede tomar la forma de una optimización de función de coste global que usa una minimización de mínimos cuadrados.

10 Por supuesto, en algunos ejemplos ilustrativos, el controlador 140 principal puede configurarse para controlar el movimiento de cada número de vehículos 118 robóticos. El controlador 140 principal puede configurarse para enviar ordenes de manera inalámbrica al número de vehículos 118 robóticos. Por ejemplo, sin limitación, el controlador 140 principal puede configurarse para recibir de manera inalámbrica datos 138 de sensor del sistema 128 de sensor y/o de la unidad 130 de control del vehículo 120 robótico a bordo. El controlador 140 principal puede usar los datos 138 de sensor junto con los datos de sensor recibidos de los otros vehículos robóticos en número de vehículos 118 robóticos para guiar el número de vehículos 118 robóticos a las posiciones óptimas dentro del ambiente 100.

15 En algunos ejemplos ilustrativos, una vez que cada número de vehículos 118 robóticos se ha movido a la posición óptima, la estructura de monumento en cada vehículo robótico se puede usar para controlar la posición y/u orientación de cada monumento montado en el vehículo robótico. Por ejemplo, sin limitación, la estructura 124 de monumento puede tener un sistema 144 de posicionamiento configurado para ajustar la posición y/u orientación de cada monumento en el conjunto de monumentos 132 en relación con la estructura 124 de monumento.

A partir de ahí, cada sistema de medición en número de sistemas 102 de medición puede configurarse para medir la posición de cada monumento en número de monumentos 116 con respecto a un sistema de coordenadas para ese sistema de medición.

25 El sistema 146 de medición puede ser un ejemplo de uno del número de sistemas 102 de medición. El sistema 146 de medición puede configurarse para generar el número de mediciones 148 de posición y enviar el número de mediciones 148 de posición al controlador 140 principal. El número de mediciones 148 de posición puede incluir una medida de posición para cada uno del número de monumentos 116.

30 El controlador 140 principal puede configurarse para transformar el número de mediciones 148 de posición al sistema 150 de coordenadas de referencia. Adicionalmente, el controlador 140 principal puede configurarse para transformar las mediciones de posición generadas por cada uno del número de sistemas 102 de medición al sistema 150 de coordenadas de referencia.

35 En un ejemplo ilustrativo, el sistema 150 de coordenadas de referencia puede ser un sistema 152 de coordenadas de referencia tridimensional. En algunos casos, el sistema 150 de coordenadas de referencia puede seleccionarse como el sistema de coordenadas usado por una medición particular en el número de sistemas 102 de medición. En otros ejemplos ilustrativos, el sistema 150 de coordenadas de referencia puede ser un sistema de coordenadas para el ambiente 100. En todavía otros ejemplos, el sistema 150 de coordenadas de referencia puede ser el sistema de coordenadas para un objeto en el que se realizan una o más operaciones en el ambiente 100.

40 El controlador 140 principal puede transformar el número de mediciones 148 de posición al sistema 150 de coordenadas de referencia usando, por ejemplo, sin limitación, las fórmulas y/o técnicas matemáticas actualmente disponibles. De esta manera, todas las mediciones generadas por el sistema 146 de medición se pueden transformar luego en el sistema 150 de coordenadas de referencia. De este modo, el sistema 146 de medición se puede considerar alineado con respecto al sistema 150 de coordenadas de referencia. El controlador 140 principal puede configurarse para alinear cada uno del número de sistemas 102 de medición con el sistema 150 de coordenadas de referencia usando el número de monumentos 116.

45 Una vez que el número de sistemas 102 de medición se ha alineado con el sistema 150 de coordenadas de referencia, las mediciones 103 se pueden luego generar para el número de objetos en los cuales se realizan operaciones en el ambiente 100. Adicionalmente, el número de vehículos 118 robóticos se pueden mover fuera del ambiente 100 o al menos fuera del camino del número de sistemas 102 de medición y/u otras herramientas o máquinas en el ambiente 50 100. El número de vehículos 118 robóticos puede ser alejado antes o después de que se generen las mediciones 103, dependiendo de la implementación.

55 En algunos casos, uno o más del número de vehículos 118 robóticos se pueden regresar al ambiente 100 para asegurar que el número de sistemas 102 de medición todavía esté alineado adecuadamente con el sistema 150 de coordenadas de referencia. De esta manera, el número de vehículos 118 robóticos se puede mover a un área de trabajo en el ambiente 100 cuando sea necesario y almacenado fuera del camino cuando no sea necesario.

Adicionalmente, cuando las operaciones que se realizan en un objeto particular en el ambiente 100 se han completado, el objeto se puede mover fuera del ambiente 100. Un objeto diferente puede luego ser llevado al ambiente 100. En

algunos casos, los monumentos particulares incluidos en el número de monumentos 116 pueden ser cambiados. Por ejemplo, al menos un monumento puede agregarse al número de monumentos 116, eliminarse del número de monumentos 116, o reemplazarse en número de monumentos 116.

5 La ilustración del ambiente 100 en la figura 1 no pretende implicar limitaciones físicas o arquitectónicas en la manera en que se puede implementar una realización ilustrativa. Se pueden usar otros componentes además de o en lugar de los que se ilustran. Algunos componentes pueden ser opcionales. También, los bloques se presentan para ilustrar algunos componentes funcionales. Uno o más de estos bloques pueden combinarse, dividirse, o combinarse y dividirse en bloques diferentes cuando se implementan en una realización ilustrativa.

10 Con referencia ahora a la figura 2, una ilustración de un vehículo robótico se representa de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, el vehículo 200 robótico puede ser un ejemplo de una implementación para el vehículo 120 robótico en la figura 1.

15 Como se representa, el vehículo 200 robótico puede incluir la base 202, estructura 204 de monumento, sistema 206 de movimiento, sistema 208 de sensor, y unidad 210 de control. La base 202, estructura 204 de monumento, sistema 206 de movimiento, sistema 208 de sensor, y unidad 210 de control pueden ser ejemplos de implementaciones para la base 122, estructura 124 de monumento, sistema 126 de movimiento, sistema 128 de sensor, y la unidad 130 de control, respectivamente, en la figura 1. En este ejemplo ilustrativo, la estructura 204 de monumento, sistema 206 de movimiento, sistema 208 de sensor, y unidad 210 de control se pueden unir a la base 202. Adicionalmente, la estructura 204 de monumento se puede unir de manera removible a la base 202.

20 En este ejemplo ilustrativo, el monumento 212 y monumento 214 pueden unirse a la estructura 204 de monumento. El monumento 212 y monumento 214 pueden ser un ejemplo de una implementación para el conjunto de monumentos 132 en la figura 1. La estructura 204 de monumento puede tener un sistema de posicionamiento (no se muestra) que puede permitir que el monumento 212 y monumento 214 sean reposicionados y/o reorientados en relación con la base 202.

25 Por ejemplo, sin limitación, la estructura 204 de monumento puede configurarse para mover el monumento 212 y/o el monumento 214 en una dirección sustancialmente paralela al eje 216 para reposicionar estos monumentos. Adicionalmente, en algunos casos, la estructura 204 de monumento puede configurarse para rotar el monumento 212 y/o el monumento 214 alrededor del eje 216 en una dirección a lo largo de la flecha 218 para reorientar estos monumentos.

30 Como se representa, el sistema 206 de movimiento puede incluir la rueda 220 holonómica, rueda 222 holonómica, motor 224, y batería 226. La rueda 220 holonómica y la rueda 222 holonómica pueden ser un ejemplo de una implementación para el número de dispositivos 134 de movimiento en la figura 1.

35 En este ejemplo ilustrativo, el sistema 208 de sensor puede incluir el escáner 228 láser. El escáner 228 láser puede ser un ejemplo de una implementación para el número de dispositivos 136 de sensor en la figura 1. En este ejemplo ilustrativo, el escáner 228 láser puede ser un escáner láser bidimensional. El escáner 228 láser puede generar datos de sensor y luego enviar estos datos de sensor a la unidad 210 de control. La unidad 210 de control puede configurarse para usar estos datos de sensor para controlar el movimiento del vehículo 200 robótico. Por ejemplo, sin limitación, la unidad 210 de control puede enviar ordenes al sistema 206 de movimiento basado en los datos de sensor.

40 Con referencia ahora a la figura 3, se representa una ilustración de un ambiente en el que se usa un número de sistemas de medición para generar mediciones de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, el ambiente 300 puede ser un ejemplo de una implementación para el ambiente 100 en la figura 1.

Como se representa, el número de sistemas 302 de medición puede estar presente dentro del ambiente 300. El número de sistemas 302 de medición puede ser un ejemplo de una implementación para el número de sistemas 102 de medición en la figura 1. El número de sistemas 302 de medición puede incluir el sistema 304 de rastreo láser, sistema 306 de captura de movimiento, sistema 308 de radar láser, y sistema 310 de rastreo de posición.

45 Adicionalmente, el sistema 312 de monumento también puede estar presente en el ambiente 300. El sistema 312 de monumentos puede incluir el vehículo 314 robótico que mantiene el monumento 315 y monumento 316, el vehículo 318 robótico que mantiene el monumento 320 y monumento 322, y el vehículo 324 robótico que mantiene el monumento 326 y monumento 328. Los vehículos 314, 318 y 324 robóticos pueden ser un ejemplo de una implementación para el número de vehículos 118 robóticos en la figura 1. Adicionalmente, los monumentos 315, 316, 50 320, 322, 326, y 328 pueden ser un ejemplo de una implementación para el número de monumentos 116 en la figura 1.

Como se representa, el controlador 329 principal también puede estar presente dentro del ambiente 300. En este ejemplo ilustrativo, solo el sistema 304 de rastreo láser y el sistema 310 de rastreo de posición pueden estar actualmente activados para uso. El sistema 304 de rastreo láser puede configurarse para comunicarse con el controlador 329 principal sobre el enlace 330 de comunicaciones inalámbrico. El sistema 310 de rastreo de posición puede configurarse para comunicarse con el controlador 329 principal sobre el enlace 332 de comunicaciones

inalámbrico. Adicionalmente, los vehículos 314, 318 y 324 robóticos pueden configurarse para comunicarse con el controlador 329 principal sobre los enlaces 334, 336 y 338 de comunicaciones inalámbricas, respectivamente.

5 En este ejemplo ilustrativo, los vehículos 314, 318, y 324 robóticos pueden configurarse para posicionarse dentro del ambiente 300, de tal manera que los monumentos 315, 316, 320, 322, 326, y 328 pueden calibrarse de manera óptima. Una vez que los vehículos 314, 318, y 324 robóticos se han posicionado de manera óptima, cada uno del sistema 304 de rastreo láser y sistema 310 de rastreo de posición pueden generar una medición de posición para cada uno de los vehículos robóticos 314, 318, y 324.

10 En particular, el sistema 304 de rastreo láser puede generar una medición de posición para cada uno de los vehículos 314, 318, y 324 robóticos, como se indica por las líneas 340, 342, y 344, respectivamente. Adicionalmente, el sistema 310 de rastreo de posición puede generar una medición de posición para cada uno de los vehículos 314, 318, y 324 robóticos, como se indica por las líneas 346, 348, y 350, respectivamente. Todas estas mediciones de posición pueden enviarse al controlador 329 principal para su procesamiento.

15 El controlador 329 principal puede configurarse para transformar estas mediciones de posición en un sistema de coordenadas de referencia (no se muestra), similar al sistema 150 de coordenadas de referencia en la figura 1. De esta manera, el controlador 329 principal puede alinear el sistema 304 de rastreo láser y el sistema 310 de rastreo de posición a el sistema de coordenadas de referencia (no se muestra) de tal manera que todas las mediciones generadas por estos sistemas de medición puedan generarse en relación con el sistema de coordenadas de referencia (no se muestra).

20 Como un ejemplo ilustrativo, el sistema 304 de rastreo láser se puede usar para medir la posición de un ensamblaje (no se muestra) dentro del ambiente 300. El sistema 310 de rastreo de posición se puede usar para medir la posición de una parte (no se muestra) que se colocará en este ensamblaje dentro del ambiente 300. El controlador 329 principal puede identificar la transformación necesaria para transformar las mediciones de posición del sistema 304 de rastreo láser y del sistema 310 de rastreo de posición en el sistema de coordenadas de referencia (no se muestra) de tal manera que estos sistemas estén alineados matemáticamente con respecto al sistema de coordenadas de referencia (no se muestra). Por ejemplo, sin limitación, la orden de movimiento requerido para colocar la parte en el ensamblaje puede calcularse usando la transformación identificada por el controlador 329 principal. La orden de movimiento luego se puede usar para, por ejemplo, sin limitación, controlar un robot (no se muestra) ubicado dentro del ambiente 300 para colocar la parte en el ensamblaje.

30 Las ilustraciones del vehículo 200 robótico en la figura 2 y el ambiente 300 en la figura 3 no pretenden implicar limitaciones físicas o arquitectónicas de la manera en que se puede implementar una realización ilustrativa. Se pueden usar otros componentes además de o en lugar de los que se ilustran. Algunos componentes pueden ser opcionales.

35 Los diferentes componentes que se muestran en las figuras 2-3 pueden ser ejemplos ilustrativos de cómo los componentes que se muestran en forma de bloque en la figura 1 pueden implementarse como estructuras físicas. Además, algunos de los componentes en las figuras 2-3 pueden combinarse con componentes en la figura 1, que se usan con componentes en la figura 1, o una combinación de los dos.

Con referencia ahora a la figura 4, una ilustración de un proceso para alinear un número de sistemas de medición con un sistema de coordenadas de referencia se representa en la forma de un diagrama de flujo de acuerdo con una realización ilustrativa. El proceso que se ilustra en la figura 4 puede implementarse para alinear el número de sistemas 102 de medición con el sistema 150 de coordenadas de referencia en la figura 1.

40 El proceso puede comenzar asociando el número de monumentos 116 con el número de vehículos 118 robóticos configurados para moverse dentro del ambiente 100 (operación 400). La operación 400 puede realizarse, por ejemplo, sin limitación, montando un conjunto de monumentos, tal como el conjunto de monumentos 132, en una estructura de monumento en un vehículo robótico, tal como la estructura 124 de monumento en el vehículo 120 robótico.

45 A partir de ahí, el número de vehículos 118 robóticos con número de monumentos 116 se pueden mover al ambiente 100 para usar en la alineación del número de sistemas 102 de medición al sistema 150 de coordenadas de referencia (operación 402). A continuación, cada sistema de medición puede generar el número de mediciones 148 de posición para el número de monumentos 116 en número de sistemas 102 de medición (operación 404).

50 El número de mediciones 148 de posición generadas por cada sistema de medición en número de sistemas 102 de medición se puede luego transformar en el sistema 150 de coordenadas de referencia para usar en la alineación del número de sistemas 102 de medición al sistema 150 de coordenadas de referencia (operación 406), con el proceso que termina a partir de ahí. Una vez que se ha realizado la operación 406, todas las mediciones 103 generadas por el número de sistemas 102 de medición pueden procesarse con respecto al mismo sistema de coordenadas, tal como el sistema 150 de coordenadas de referencia.

55 Adicionalmente, cada uno del número de sistemas 102 de medición se puede mover y controlar dentro del ambiente 100 usando ordenes generadas basadas en el sistema 150 de coordenadas de referencia. Al usar el sistema 150 de coordenadas de referencia permite mejorar la gestión de número de sistemas 102 de medición y puede aumentar la velocidad y eficiencia con la que se pueden procesar las mediciones 103.

Con referencia ahora a la figura 5, una ilustración de un proceso para alinear un número de sistemas de medición con un sistema de coordenadas de referencia se representa en la forma de un diagrama de flujo de acuerdo con una realización ilustrativa. El proceso que se ilustra en la figura 5 puede implementarse para alinear el número de sistemas 102 de medición con el sistema 150 de coordenadas de referencia en la figura 1.

5 El proceso puede comenzar montando el conjunto de monumentos 132 en la estructura 124 de monumento de cada vehículo robótico en el número de vehículos 118 robóticos (operación 500). A continuación, el número de vehículos 118 robóticos se puede mover a un número de posiciones óptimas dentro del ambiente 100 que se basa en un algoritmo de optimización configurado para identificar el número de posiciones óptimas que permiten la calibración óptima del número de monumentos 116 montados en el número de vehículos 118 robóticos a ser alcanzados (Operación 502).

10 A partir de ahí, el sistema 150 de coordenadas de referencia puede seleccionarse entre uno de un sistema de coordenadas para el sistema 146 de medición en número de sistemas 102 de medición y un sistema de coordenadas para el ambiente 100 (operación 504). El número de mediciones 148 de posición para el número de monumentos 116 asociados con el número de vehículos 118 robóticos puede generarse por cada sistema de medición en el número de sistemas 102 de medición asociados con el número de vehículos 118 robóticos (operación 506).

15 El número de mediciones 148 de posición que se generan por cada sistema de medición en número de sistemas 102 de medición se puede luego enviar al controlador 140 principal (operación 508). El controlador 140 principal puede luego transformar el número de mediciones 148 de posición que se generan por cada sistema de medición en número de sistemas 102 de medición para al sistema 150 de coordenadas de referencia (operación 510). A partir de ahí, el controlador 140 principal puede alinear el número de sistemas 102 de medición con el sistema 150 de coordenadas de referencia de tal manera que todas las mediciones 103 generadas por el número de sistemas 102 de medición pueden generarse con relación al sistema 150 de coordenadas de referencia (operación 512), con el proceso que termina a partir de ahí.

20 Volviendo ahora a la figura 6, una ilustración de un sistema de procesamiento de datos en la forma de un diagrama de bloques se representa de acuerdo con una realización ilustrativa. El sistema 600 de procesamiento de datos se puede usar para implementar el controlador 140 principal, uno o más ordenadores en el sistema 142 de ordenador, unidad 130 de control, y/o la unidad de control para un vehículo robótico en el número de vehículos 118 robóticos en la figura 1. Como se representa, el sistema 600 de procesamiento de datos incluye el andamiaje 602 de comunicaciones, que proporciona comunicaciones entre la unidad 604 de procesador, los dispositivos 606 de almacenamiento, la unidad 608 de comunicaciones, la unidad 610 de entrada/salida, y la pantalla 612. En algunos casos, el andamiaje 602 de comunicaciones puede implementarse como un sistema de bus.

25 La unidad 604 de procesador está configurada para ejecutar instrucciones para que el software realice un número de operaciones. La unidad 604 de procesador puede comprender un número de procesadores, un núcleo multiprocesador, y/o algún otro tipo de procesador, dependiendo de la implementación. En algunos casos, la unidad 604 de procesador puede tomar la forma de una unidad de hardware, tal como un sistema de circuito, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), un dispositivo lógico programable, o algún otro tipo adecuado de unidad de hardware.

30 Las instrucciones para el sistema operativo, aplicaciones, y/o programas ejecutados por la unidad 604 de procesador pueden ubicarse en los dispositivos 606 de almacenamiento. Los dispositivos 606 de almacenamiento pueden estar en comunicación con la unidad 604 de procesador a través del andamiaje 602 de comunicaciones. Como se usa aquí, un dispositivo de almacenamiento, también referido como un dispositivo de almacenamiento legible por ordenador, es cualquier pieza de hardware capaz de almacenar información en una base temporal y/o permanente. Esta información puede incluir, pero no limitarse a, datos, código de programa, y/u otra información.

35 La memoria 614 y el almacenamiento 616 persistente son ejemplos de dispositivos 606 de almacenamiento. La memoria 614 puede tomar la forma de, por ejemplo, una memoria de acceso aleatorio o algún tipo de dispositivo de almacenamiento volátil o no volátil. El almacenamiento 616 persistente puede comprender cualquier número de componentes o dispositivos. Por ejemplo, el almacenamiento 616 persistente puede comprender un disco duro, una memoria flash, un disco óptico reescribible, una cinta magnética reescribible, o alguna combinación de los anteriores. Los medios que se usan por el almacenamiento 616 persistente pueden o no pueden ser removibles.

40 La unidad 608 de comunicaciones permite que el sistema 600 de procesamiento de datos se comunice con otros sistemas y/o dispositivos de procesamiento de datos. La unidad 608 de comunicaciones puede proporcionar comunicaciones usando enlaces de comunicaciones físicas y/o inalámbricas.

45 La unidad 610 de entrada/salida permite que se reciba la entrada y que la salida se envíe a otros dispositivos conectados al sistema 600 de procesamiento de datos. Por ejemplo, la unidad 610 de entrada/salida puede permitir que la entrada del usuario se reciba a través de un teclado, un mouse, y/o algún otro tipo de dispositivo de entrada. Como otro ejemplo, la unidad 610 de entrada/salida puede permitir que la salida se envíe a una impresora conectada al sistema 600 de procesamiento de datos.

La pantalla 612 está configurada para mostrar información a un usuario. La pantalla 612 puede comprender, por ejemplo, sin limitación, un monitor, una pantalla táctil, una pantalla láser, una pantalla holográfica, un dispositivo de pantalla virtual, y/o algún otro tipo de dispositivo de pantalla.

5 En este ejemplo ilustrativo, los procesos de las diferentes realizaciones ilustrativas pueden realizarse por la unidad 604 de procesador usando instrucciones implementadas por ordenador. Estas instrucciones pueden referirse como un código de programa, código de programa utilizable por ordenador, o código de programa legible por ordenador y pueden ser leídas y ejecutadas por uno o más procesadores en la unidad 604 de procesador.

10 En estos ejemplos, el código 618 de programa se ubica en una forma funcional en medios 620 legibles por ordenador, que es selectivamente removible, y puede ser cargado en o transferido al sistema 600 de procesamiento de datos para su ejecución por la unidad 604 de procesador. El código 618 de programa y medios 620 legibles por ordenador juntos forman el producto 622 de programa de ordenador. En este ejemplo ilustrativo, los medios 620 legibles por ordenador pueden ser medios 624 de almacenamiento legibles por ordenador o medios 626 de señal legibles por ordenador.

15 Los medios 624 de almacenamiento legibles por ordenador son un dispositivo de almacenamiento físico o tangible que se usa para almacenar el código 618 de programa en lugar de un medio que propaga o transmite el código 618 de programa. Los medios 624 de almacenamiento legibles por ordenador pueden ser, por ejemplo, sin limitación, un disco óptico o magnético o un dispositivo de almacenamiento persistente que está conectado al sistema 600 de procesamiento de datos.

20 Alternativamente, el código 618 de programa puede transferirse al sistema 600 de procesamiento de datos usando medios 626 de señal legibles por ordenador. Los medios 626 de señal legibles por ordenador pueden ser, por ejemplo, una señal de datos propagados que contiene el código 618 de programa. Esta señal de datos puede ser una señal electromagnética, una señal óptica, y/o algún otro tipo de señal que se pueda transmitir sobre los enlaces de comunicaciones físicos y/o inalámbricos.

25 La ilustración del sistema 600 de procesamiento de datos en la figura 6 no pretende proporcionar limitaciones arquitectónicas a la manera en que se pueden implementar las realizaciones ilustrativas. Las diferentes realizaciones ilustrativas pueden implementarse en un sistema de procesamiento de datos que incluye componentes además de o en lugar de aquellos que se ilustran para el sistema 600 de procesamiento de datos. Adicionalmente, los componentes que se muestran en la figura 6 pueden variar de los ejemplos ilustrativos que se muestran.

30 Las realizaciones ilustrativas de la divulgación se pueden describir en el contexto del método 700 de fabricación y servicio de aeronaves como se muestra en la figura 7 y la aeronave 800 como se muestra en la figura 8. Volviendo primero a la figura 7, se representa una ilustración de un método de fabricación y servicio de aeronaves en la forma de un diagrama de bloques de acuerdo con una realización ilustrativa. Durante la preproducción, el método 700 de fabricación y servicio de aeronaves puede incluir la especificación y diseño 702 de la aeronave 800 en la figura 8 y la adquisición 704 de material.

35 Durante la producción, tiene lugar la fabricación 706 de componente y subensamblaje y la integración 708 de sistema de las aeronaves 800 en la figura 8. A partir de ahí, la aeronave 800 en la figura 8 puede cruzar por la certificación y suministro 710 con el fin de ser puesta en servicio 712. Mientras está en servicio 712 por un cliente, la aeronave 800 en la figura 8 está programada para el mantenimiento y servicio 714 de rutina, que puede incluir modificaciones, reconfiguración, renovación, y otro mantenimiento o servicio.

40 Cada uno de los procesos de método 700 de fabricación y servicio de aeronaves puede ser realizado o llevado a cabo por un integrador de sistema, un tercero, y/o un operador. En estos ejemplos, el operador puede ser un cliente. Para los propósitos 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 vendedores, subcontratistas, y proveedores; y un operador puede ser una aerolínea, una compañía de arrendamiento, una entidad militar, una organización de servicio, y demás.

45 Con referencia ahora a la figura 8, se representa una ilustración de una aeronave en la forma de un diagrama de bloques en el que se puede implementar una realización ilustrativa. En este ejemplo, la aeronave 800 se produce mediante el método 700 de fabricación y servicio de aeronaves en la figura 7 y puede incluir el armazón 802 con pluralidad de sistemas 804 e interior 806. Ejemplos de sistemas 804 incluyen uno o más de sistema 808 de propulsión, sistema 810 eléctrico, sistema 812 hidráulico, y el sistema 814 ambiental. Se puede incluir cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, diferentes realizaciones ilustrativas pueden aplicarse a otras industrias, tal como la industria automotriz.

50 Los aparatos y métodos incorporados aquí pueden emplearse durante al menos una de las etapas de método 700 de fabricación y servicio de aeronaves en la figura 7. En particular, el sistema 114 de monumento de la figura 1 se puede usar para alinear los sistemas de medición durante una cualquiera de las etapas de método 700 de fabricación y servicio de aeronaves. Por ejemplo, sin limitación, el sistema 114 de monumento de la figura 1 se puede usar durante al menos uno de la fabricación 706 de componente y subensamblaje, integración 708 de sistema, mantenimiento y servicio 714 de rutina, o alguna otra etapa de método 700 de fabricación y servicio de aeronaves.

- 5 En un ejemplo ilustrativo, los componentes o subensamblajes producidos en la fabricación 706 de componente y subensamblaje en la figura 7 pueden hacerse o fabricarse de una manera similar a los componentes o subensamblajes producidos mientras la aeronave 800 está en servicio 712 en la figura 7. Como aún otro ejemplo, se pueden utilizar una o más realizaciones de aparatos, realizaciones de método, o una combinación de las mismas durante las etapas de producción, tal como la fabricación 706 de componente y subensamblaje y la integración 708 de sistema en la figura 7. Se pueden utilizar una o más realizaciones de aparatos, realizaciones de método, o una combinación de los mismos mientras la aeronave 800 está en servicio 712 y/o durante el mantenimiento y servicio 714 en la figura 7. El uso de un número de las diferentes realizaciones ilustrativas puede acelerar sustancialmente el ensamble y/o reducir el coste de la aeronave 800.
- 10 Los diagramas de flujo y diagramas de bloques en las diferentes realizaciones representadas ilustran la arquitectura, funcionalidad, y operación de algunas implementaciones posibles de aparatos y métodos en una realización ilustrativa. A este respecto, cada bloque en los diagramas de flujo o diagramas de bloques puede representar un módulo, un segmento, una función, y/o una porción de una operación o etapa.
- 15 En algunas implementaciones alternativas de una realización ilustrativa, la función o funciones anotadas en los bloques pueden ocurrir fuera del orden anotado en las figuras. Por ejemplo, en algunos casos, dos bloques que se muestran en sucesión pueden ejecutarse sustancialmente de manera concurrente, o los bloques a veces pueden realizarse en el orden inverso, dependiendo de la funcionalidad involucrada. También, se pueden agregar otros bloques además de los bloques que se ilustran en un diagrama de flujo o diagrama de bloques.
- 20 La descripción de las diferentes realizaciones ilustrativas se ha presentado con propósitos de ilustración y descripción, y no pretende ser exhaustiva o limitada a las realizaciones en la forma que se divulga. Muchas modificaciones y variaciones serán evidentes para los expertos ordinarios en la técnica. Adicionalmente, diferentes realizaciones ilustrativas pueden proporcionar diferentes características en comparación con otras realizaciones deseables. La realización o realizaciones seleccionadas se eligen y describen con el fin de explicar mejor los principios de las realizaciones, la aplicación práctica, y para habilitar que otros expertos ordinarios en la técnica entiendan la divulgación para diversas realizaciones con diversas modificaciones que sean adecuadas para el uso particular contemplado.
- 25

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato que comprende:

uno o más vehículos (118) robóticos, en donde cada uno del uno o más vehículos robóticos está configurado para moverse a una posición respectiva dentro de un área (100) de fabricación;

5 uno o más puntos (116) de referencia asociados con el uno o más vehículos (118) robóticos, en donde cada uno del uno o más vehículos robóticos comprende:

una base (122); y

una estructura (124) asociada de manera removible con la base (122), en donde la estructura (124) está configurada para soportar y mantener uno o más del uno o más puntos de referencia;

10 uno o más sistemas (102) de medición en el área (100) de fabricación, en donde cada uno del uno o más sistemas (102) de medición está configurado para generar una o más mediciones (148) de posición para el uno o más puntos (116) de referencia para usar en la alineación del uno o más sistemas (102) de medición con un sistema (150) de coordenadas de referencia, en donde la una o más mediciones (148) de posición son usables para alinear el uno o más sistemas (102) de medición con el sistema (150) de coordenadas de referencia de tal manera que las mediciones (103) generadas por el uno o más sistemas (102) de medición puedan procesarse de acuerdo con el sistema (150) de coordenadas de referencia; y

15 un controlador (140) principal configurado para transformar la una o más mediciones (148) de posición generadas por cada uno del uno o más sistemas (102) de medición en el sistema (150) de coordenadas de referencia para alinear el uno o más sistemas (102) de medición al sistema (150) de coordenadas de referencia.

20 2. El aparato de la reivindicación 1, en donde el uno o más sistemas (102) de medición incluyen al menos uno de un sistema (104) de medición óptico, un dispositivo (106) de rastreo láser, un sistema (108) de rastreo de posición, un sistema (110) de formación de imágenes, y un sistema (112) de captura de movimiento.

3. El aparato de la reivindicación 1, en donde la estructura (124) comprende:

25 un sistema (144) de posicionamiento configurado para al menos una posición u orientar uno o más del uno o más puntos (132) de referencia con relación a la base (122);

un sistema (126) de movimiento asociado con la base (122) y configurado para mover el vehículo (120) robótico;

un sistema (128) de sensor asociado con la base (122) y configurado para generar datos (138) de sensor; y

una unidad (130) de control asociada con la base (122) y configurada para recibir los datos (138) de sensor, en donde la unidad (130) de control usa los datos (138) de sensor para controlar el sistema (126) de movimiento.

30 4. Un método que comprende:

35 cada uno del uno o más vehículos (118) robóticos que se mueven a una posición respectiva dentro de un área (100) de fabricación, en donde uno o más puntos (116) de referencia están asociados con el uno o más vehículos (118) robóticos, en donde cada uno del uno o más vehículos robóticos comprenden una base (122) y una estructura (124) de removible asociada con la base (122), en donde la estructura (124) soporta y mantiene uno o más del uno o más puntos (132) de referencia;

40 cada uno del uno o más sistemas (102) de medición en el área (100) de fabricación genera una o más mediciones (148) de posición para el uno o más puntos (116) de referencia para usar en la alineación del uno o más sistemas (102) de medición a un sistema (150) de coordenadas de referencia, en donde la una o más mediciones (148) de posición son usables para alinear el uno o más sistemas (102) de medición con el sistema (150) de coordenadas de referencia de tal manera que las mediciones (103) generadas por el uno o más sistemas (102) de medición se pueden procesar de acuerdo con el sistema (150) de coordenadas de referencia; y

un controlador (140) principal que transforma la una o más mediciones (148) de posición generadas por cada uno del uno o más sistemas (102) de medición al sistema (150) de coordenadas de referencia para alinear el uno o más sistemas (102) de medición con el sistema (150) de coordenadas de referencia.

45 5. El método de la reivindicación 4, en donde alinear el uno o más sistemas (102) de medición con el sistema (150) de coordenadas de referencia permite que las mediciones (103) generadas por cada uno del uno o más sistemas (102) de medición se procesen con respecto al sistema (150) de coordenadas de referencia.

50 6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 4 a 5, que comprende asociar el uno o más puntos (116) de referencia con el uno o más vehículos (118) robóticos montando uno o más del uno o más puntos (116) de referencia en una estructura (124) en un vehículo robótico en el uno o más vehículos (118) robóticos.

7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6 que comprende además:

mover el uno o más vehículos (118) robóticos con el uno o más puntos (116) de referencia fuera del área (100) de fabricación cuando el uno o más sistemas (102) de medición hayan completado la generación de mediciones (103) para uno o más objetos en los que se realizan operaciones dentro del área (100) de fabricación.



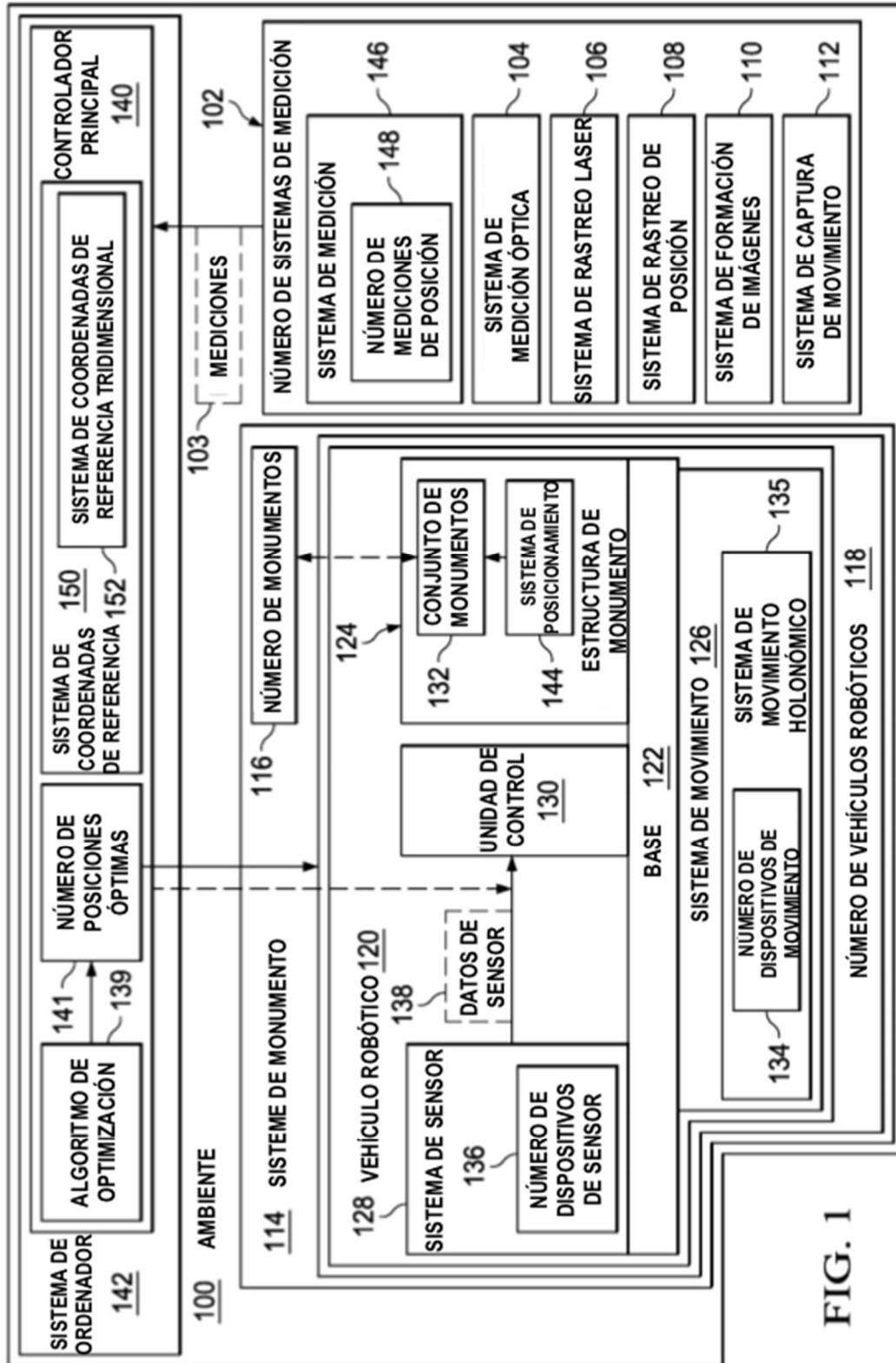
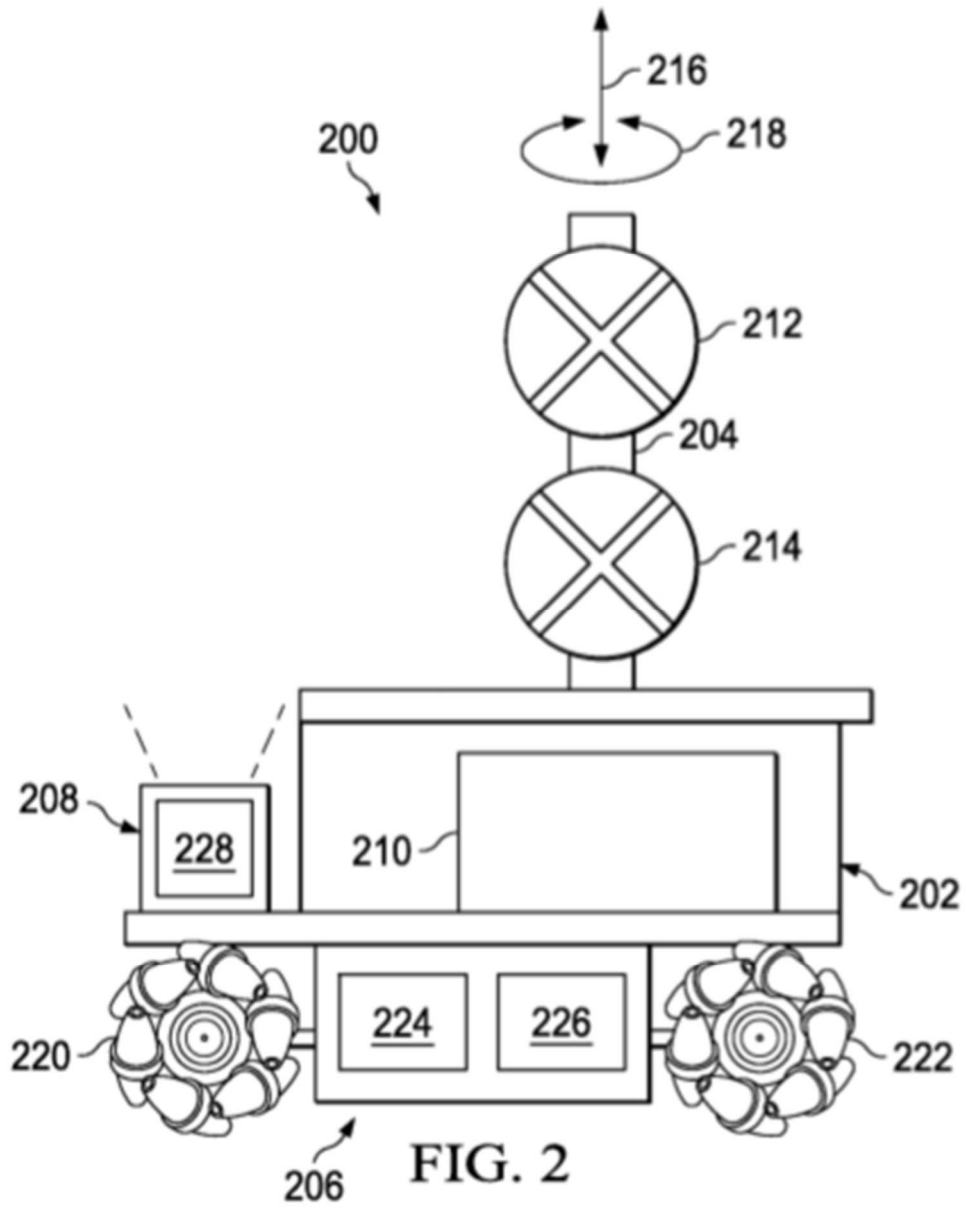
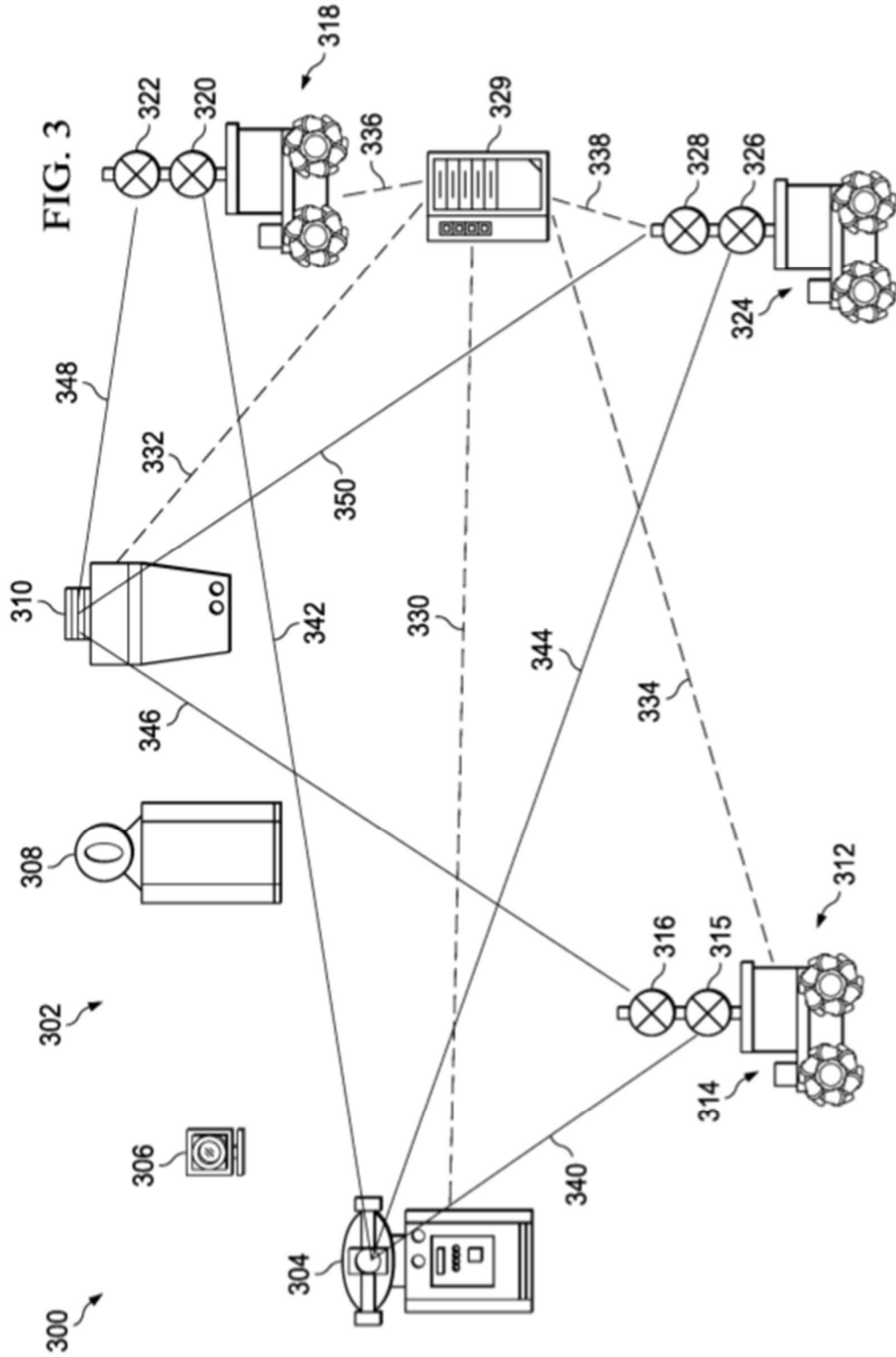


FIG. 1





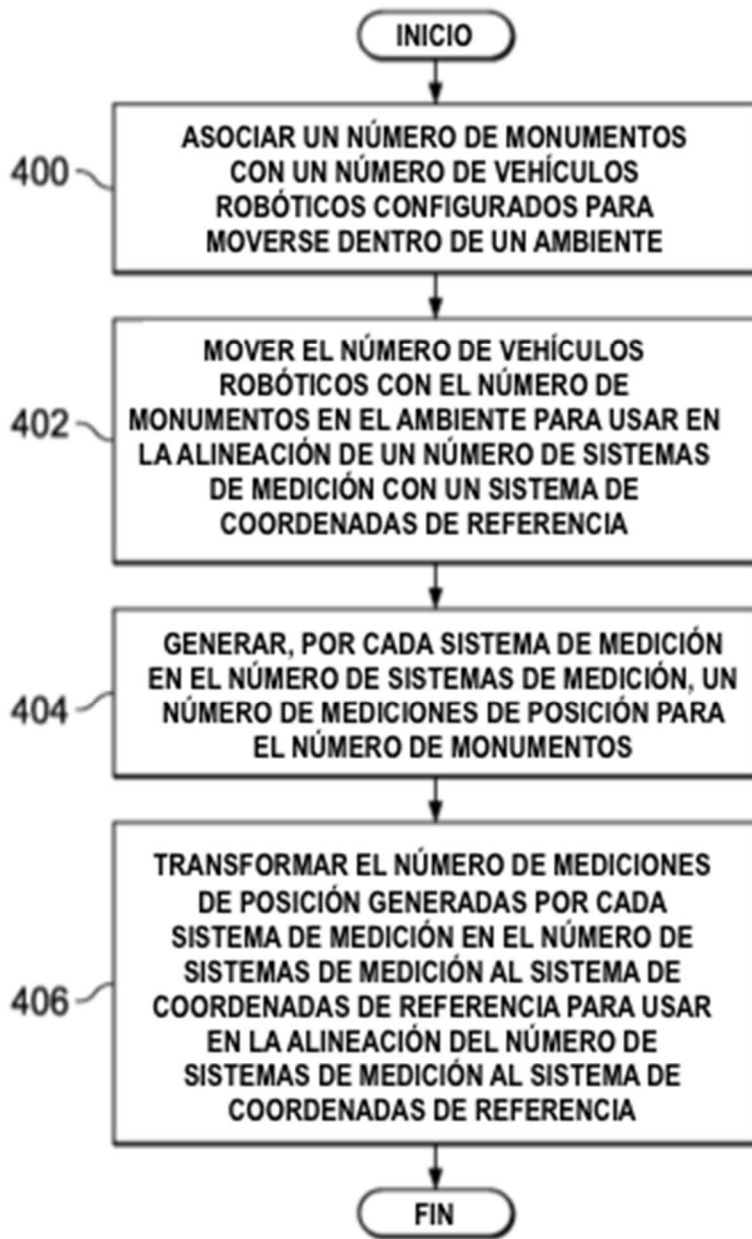


FIG. 4

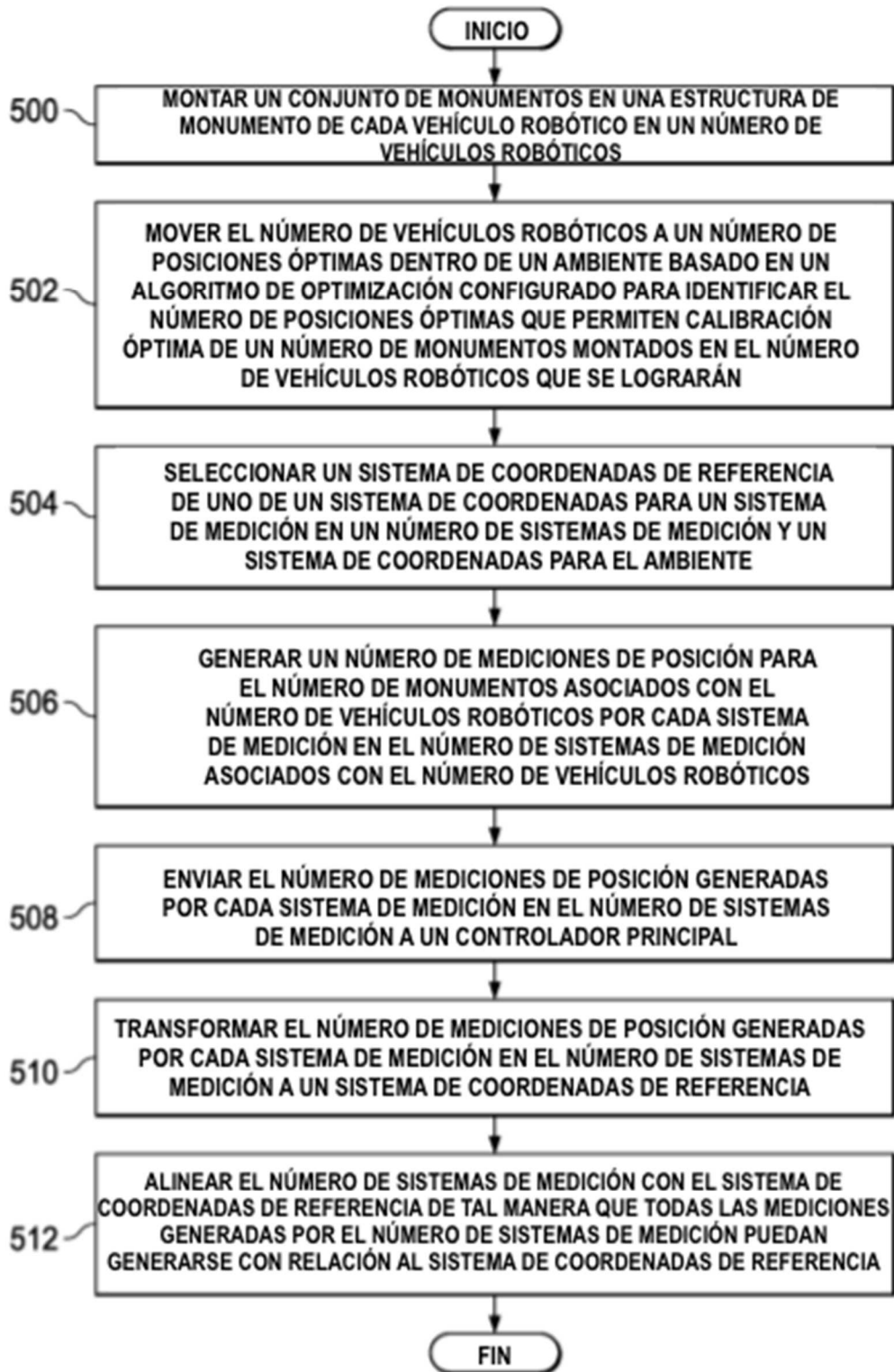
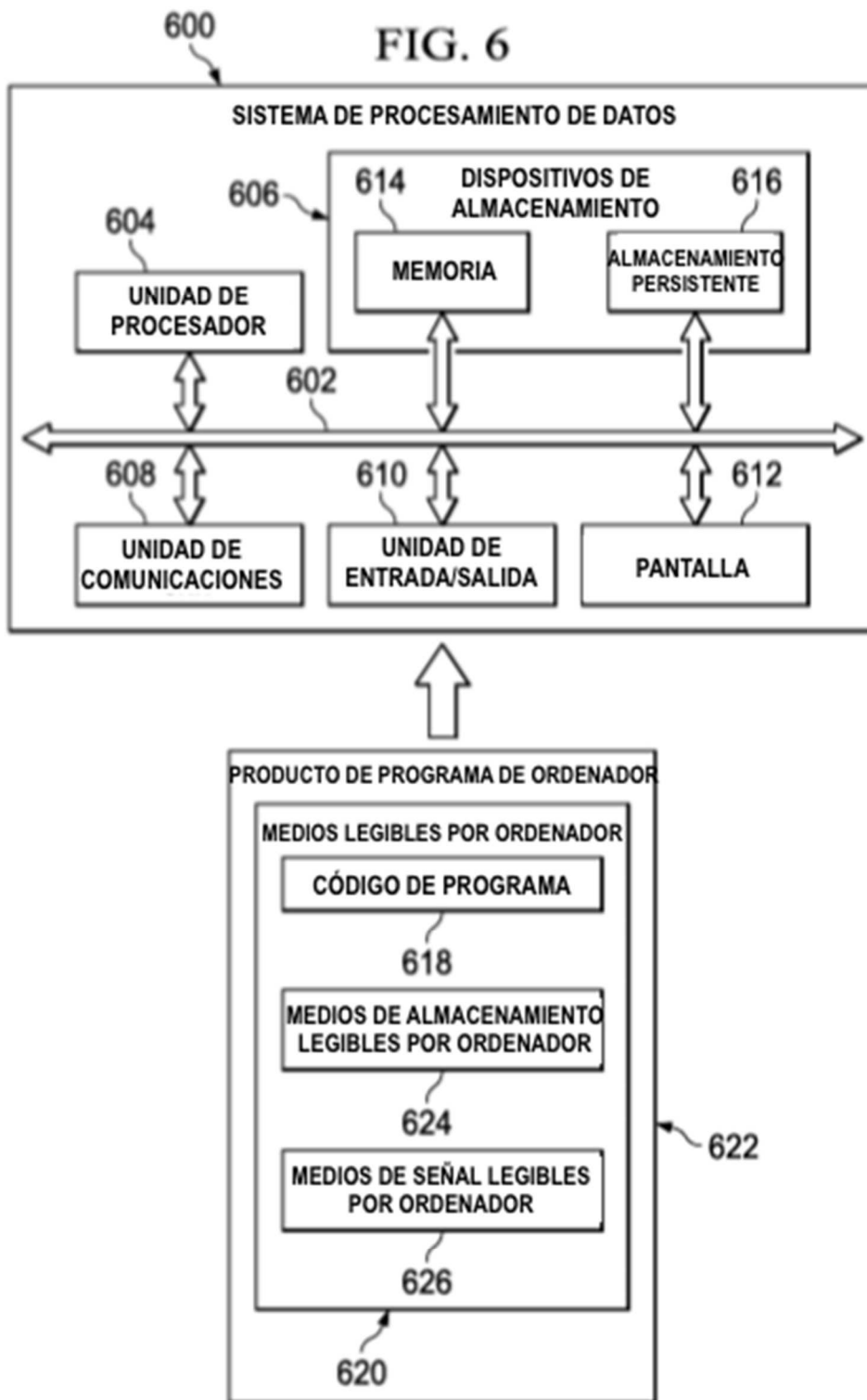


FIG. 5



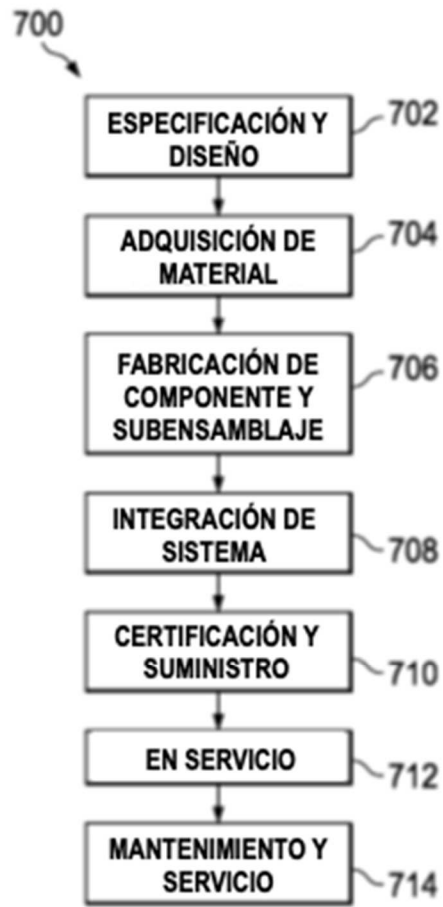


FIG. 7

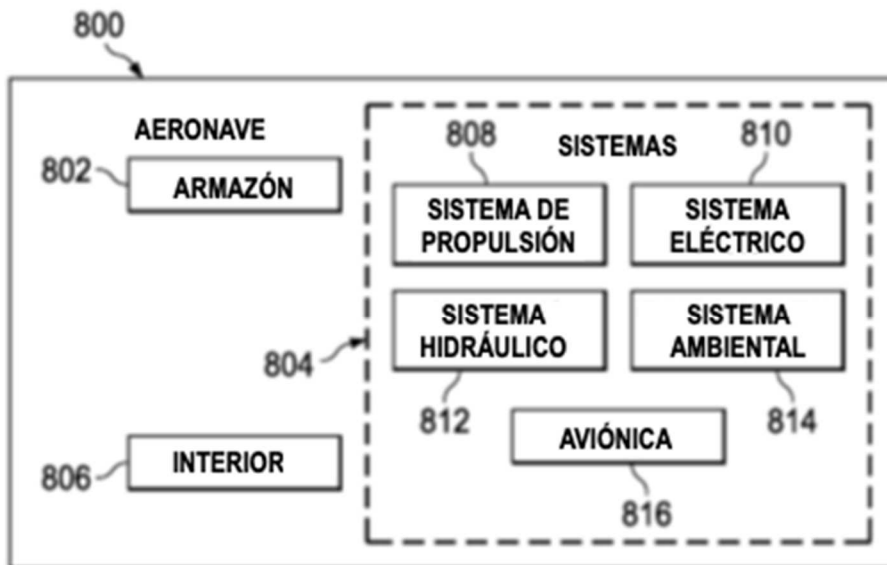


FIG. 8